

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКАЯ
МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-
ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ»
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**МЕДЭЛЕКТРОНИКА–2016.
СРЕДСТВА МЕДИЦИНСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ
И НОВЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ
X МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ

(Минск, Республика Беларусь, 8–9 декабря 2016 года)

Минск БГУИР 2016

УДК 621.38:61
ББК 32.85+51
М42

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор **Л. М. Лыньков**; доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент НАНБ **В. А. Кульчицкий**; доктор медицинских наук, профессор **А. П. Сиваков**; кандидат физико-математических наук, доцент **С. К. Дик**, кандидат технических наук, доцент **А. Н. Осипов**; кандидат технических наук, доцент **В. М. Бондарик**, доктор технических наук, профессор **В. К. Конопелько**

Медэлектроника–2016. Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии : сб. науч. ст. X Междунар. науч.-техн. конф. (Минск, Республика Беларусь, 8–9 декабря 2016 года). – Минск : БГУИР, 2016 – 190. ISBN 978-985-543-287-7.

В сборнике опубликованы результаты научных исследований и разработок в области медицинской техники и новых медицинских технологий, реализации прогрессивных методов и средств диагностики и терапии, научно-технические достижения в создании приборов, аппаратуры, инструментов и медико-технических комплексов.

Сборник рассчитан на ученых, инженеров и врачей, работающих в областях научных исследований, разработки, производства, реализации и эксплуатации медицинской техники и новых медицинских технологий, а также на студентов медико-технических специальностей высших учебных заведений.

УДК 621.38:61
ББК 32.85+51

ISBN 978-985-543-287-7

© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2016

Сердечно приветствуем участников и гостей

X Международной научно-технической конференции «Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии» («Медэлектроника-2016»).

Решение важнейшей задачи человечества – обеспечение здоровья, достойного качества жизни людей и их долголетия – лежит на стыке многих областей знаний и требует объединения усилий ученых, врачей, инженеров разных стран. Ещё один шаг к такому объединению – настоящая конференция.

Желаем участникам конференции плодотворной работы и успехов в создании и освоении новых технологий медицины XXI века.

Программный и организационный комитеты
X Международной научно-технической конференции
«МЕДЭЛЕКТРОНИКА-2016».

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Сопредседатели:

Батура М.П., д.т.н., профессор, ректор Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, БЕЛАРУСЬ.

Герасименко М.А., д.м.н., профессор, ректор Белорусской медицинской академии последипломного образования, БЕЛАРУСЬ.

Улащик В.С., д.м.н., профессор, академик НАНБ, БЕЛАРУСЬ.

Члены программного комитета:

Белецкий А.В., д.м.н., профессор, член-корреспондент НАНБ, директор, РНПЦ травматологии и ортопедии, БЕЛАРУСЬ.

Воропай Е.С., д.ф.-м.-н., профессор, зав. кафедрой, Белорусский государственный университет, БЕЛАРУСЬ.

Дик С.К., к.ф.-м.-н., доцент, первый проректор, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, БЕЛАРУСЬ.

Достанко А.П., д.т.н., профессор, академик НАНБ, БЕЛАРУСЬ.

Камышников В.С., д.м.н., профессор, зав. кафедрой, Белорусская медицинская академия последипломного образования, БЕЛАРУСЬ.

Киселев М.Г., д.т.н., профессор, зав. кафедрой, Белорусский национальный технический университет, БЕЛАРУСЬ.

Кугейко М.М., д.ф.-м.-н., профессор, зав. кафедрой, Белорусский государственный университет, БЕЛАРУСЬ.

Кульчицкий В.А., д.м.н., профессор, член-корреспондент НАНБ, зам. директора НИИ физиологии НАНБ, БЕЛАРУСЬ.

Лихачев С.А., д.м.н., профессор, зав. неврологическим отделом РНПЦ неврологии и нейрохирургии, БЕЛАРУСЬ.

Лихачевский Д.В., к.т.н., доцент, декан факультета компьютерного проектирования, БГУИР, БЕЛАРУСЬ.

Мрочек А.Г., д.м.н., профессор, академик НАН Беларуси, директор, РНПЦ "Кардиология", БЕЛАРУСЬ.

Осипов А.Н., к.т.н., доцент, проректор по научной работе, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, БЕЛАРУСЬ.

Пиневиц Д.Л., Первый заместитель Министра, Министерство здравоохранения Республики Беларусь, БЕЛАРУСЬ.

Разумов Н.Р., д.м.н., профессор, академик РАМН, президент, ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения Москвы», РОССИЯ.

Руденок В.В. д.м.н., профессор, проректор по международным связям, Белорусский государственный медицинский университет, БЕЛАРУСЬ.

Сиваков А.П., д.м.н., профессор, зав. кафедрой, Белорусская медицинская академия последипломного образования, БЕЛАРУСЬ.

Смычек В.Б., д.м.н., профессор, директор РНПЦ медико-социальной экспертизы и реабилитации МЗ РБ, БЕЛАРУСЬ.

Снежицкий В.А., д.м.н., профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, ректор, Гродненский государственный медицинский университет, БЕЛАРУСЬ.

Тузиков А.В., д. ф.-м. н., профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, генеральный директор, Объединенный институт проблем информатики НАНБ, БЕЛАРУСЬ.

Sontea V., Dr-Ing., Prof., Head of the Department Microelectronics and Semiconductor Devices, Director of the International Center for Microelectronic Systems Engineering and Biomedical Devices, Technical University of Moldova, MOLDOVA.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Руководители:

Дик С.К., первый проректор, к.ф-м.н., доцент, БГУИР;

Осипов А.Н., проректор по научной работе, к.т.н., доцент, БГУИР.

Члены комитета:

Бондарик В.М., к.т.н.; **Боярко, А.В.**, **Гилицкая Т.М.**; **Гордейчук Т.В.**, **Давыдов М.В.**, к.т.н.; **Камлач П.В.**, к.т.н.; **Кашицкий Э.С.**, к.м.н.; **Котухов А.В.**, **Кузнецов Д.Ф.**, **Лихачевский Д.В.**, к.т.н., **Меженная М.М.**, к.т.н., **Ситник Г.Д.**, к.м.н.; **Смирнов А.В.**, **Смирнов В.Л.**, **Табунов С.Н.**

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Министерство образования Республики Беларусь

Министерство здравоохранения Республики Беларусь

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Белорусская медицинская академия последипломного образования

Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии

Белорусский государственный медицинский университет

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТОД АДАПТИВНОЙ КИНЕЗИТЕРАПИИ ПАЦИЕНТОВ С ТЯЖЕЛЫМИ КООРДИНАТОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫМИ ДЕФЕКТАМИ ПРИ ОСТРОМ НАРУШЕНИИ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ В РАННЕМ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ С.М. Манкевич, В.А. Лукашевич	11
МЕТОД АДАПТИВНОЙ КИНЕЗИТЕРАПИИ ПАЦИЕНТОВ С ЛЕГКИМИ И УМЕРЕННЫМИ КООРДИНАТОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫМИ ДЕФЕКТАМИ ПРИ ОСТРОМ НАРУШЕНИИ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ В РАННЕМ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ С.М. Манкевич, В.А. Лукашевич	16
НОВОЕ В ИММЕДИАТ-ПРОТЕЗИРОВАНИИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ С.П. Рубникович, С.В. Прялкин	22
НИЗКОИНТЕНСИВНЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ УЛЬТРАЗВУК В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ С.П. Рубникович, И.С. Хомич.....	24
ИССЛЕДОВАНИЯ КАПИЛЛЯРНОГО ДАВЛЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ЭНДОПЕРИОДОНТИТОМ Ю.Л. Денисова, Н.И. Росеник, Л.А. Денисов	28
АНАЛИЗ КОМПЬЮТЕРНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ВИСОЧНО- НИЖНЕЧЕЛЮСТНЫХ СУСТАВОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ С.П. Рубникович, И.Н. Барадина, Я.И. Тимчук, Ю.Л. Денисова, Д.М. Бородин	31
ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА T-SCAN В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ЧАСТИЧНОЙ ВТОРИЧНОЙ АДЕНТИЕЙ И БОЛЕЗНЯМИ ПЕРИОДОНТА С.П. Рубникович, А.И. Майзет	35
КЛИНИЧЕСКИЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО АППАРАТА ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА «DENT-35» ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ДЕНТИННО-ПЛОМБИРОВОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ С.П. Рубникович, В.Т. Минченя, Ю.А. Костецкий.....	39
ВЛИЯНИЕ КОМБИНАЦИЙ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА НОЦИЦЕПТИВНЫЕ РЕАКЦИИ КРЫС Н.В. Насибянц, О.Г. Тиханович, Т.М. Юрага.....	43
ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТОФОТОТЕРАПИИ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ БОЛЕЗНЕЙ ПЕРИОДОНТА (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ) С.П. Рубникович, А.И. Майзет	49
МЕТОД И АППАРАТ АУДИОВИЗУАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ «AVS-D» В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ Г.В. Зобнина, Г.Д. Ситник, О.Я. Кузнецов, А.А. Марченко, Г.И. Овсянкина, С.Н. Табунов.....	53

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОСПЕКЛОВ ДЛЯ АНАЛИЗА МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ В ТКАНЯХ С РАЗЛИЧНЫМИ БИОФИЗИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ	
С.К. Дик, И.И. Хлудеев, Д.А. Завацкий, Т.В. Гордейчук, Г.Г. Чистякова, М.М. Меженная.....	55
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «ЭЛЕКТРОННАЯ ОЧЕРЕДЬ» В АМБУЛАТОРНО-ПОЛИКЛИНИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ПОТОКОВ ПАЦИЕНТОВ	
Г.Д. Ситник, О.Я. Кузнецов, А.П. Хрол.....	60
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АПК «АНДРО-ГИН» В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ХРОНИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ	
О.И. Рынейский, С.В. Ионина, В.К. Марцинкевич.....	63
НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ В ТЕРАПИИ СИНДРОМА ХРОНИЧЕСКОЙ ТАЗОВОЙ БОЛИ	
Ю.Ч. Сирицына, Е.Л. Савоневич, К.П. Савоневы	66
ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СРЕД, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЙ ЧАСТОТЫ ЧЕЛОВЕКА	
В.В. Баранов, П.Д. Клименко, А.В. Гусинский, Д.П. Клименко, В.А. Петрович, М.В. Апанасович	70
ПРИМЕНЕНИЕ НОРМОКСИЧЕСКОЙ ЛЕЧЕБНОЙ КОМПРЕССИИ ПРИ ПОСЛЕДСТВИЯХ СПОРТИВНЫХ ТРАВМ, ВОССТАНОВЛЕНИИ И ПОВЫШЕНИИ УРОВНЯ ТРЕНИРОВАННОСТИ СПОРТСМЕНОВ	
П.А.Дринеvский, А.И.Скачко, Д.Н. Савеня.....	73
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОТОМАГНИТОТЕРАПИИ РЕВМАТОИДНОГО АРТРИТА	
А.В. Волотовская, Н.В. Войченко, Т.М. Юрага, Г.И. Иванчик, О.М. Соловей	76
ПРИМЕНЕНИЕ ОЗОНИРОВАННОЙ И МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ «БОРОВАЯ-1» В САНАТОРНОЙ ТЕРАПИИ ХРОНИЧЕСКОГО ГАСТРИТА	
И.С. Ковалькова.....	79
ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ: МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ, ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРЫ, АППАРАТУРА И ТЕХНОЛОГИИ	
И.Г. Ляндерс, А.П. Шкадаревич, С.К. Дик, Л.Н. Хохленков, А.В. Вильковский, И.А. Какшинский	81
СКРИНИНГ КАРДИОВАСКУЛЯРНОЙ ПАТОЛОГИИ СПОРТСМЕНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МИОКАРДА	
Н.Н. Мороз-Водолажская, А.Л. Захаревич, Д.С. Пфейфер, А.С. Кузикеvич, А.Д. Авраменко	86
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ САНАТОРНО-КУРОРТНОГО ЛЕЧЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	
О.А. Михайлов, Г.Н. Хованская, Н.В. Мазур.....	93

ПРОДУКТЫ И ТЕХНОЛОГИИ В КОРРЕКТИРОВКЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ	
О.Л. Богданович, Е.П. Шмерко, О.Н. Копачевская	95
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ «ДУБАЙСКАЯ» В КОМПЛЕКСНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ С ПАТОЛОГИЕЙ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ	
Д.В. Барановский, В.К. Бегеба, Н.В. Мазур, Г.Н. Хованская	98
ОПЫТ КОМБИНИРОВАННОГО КОНСЕРВАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ДИСТРОФИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ СРЕД ГЛАЗА	
Н.П. Радилович, С.М. Логош, Г.Н. Хованская	104
ГРАДИЕНТНО-ОПТИЧЕСКИЕ АНАЛИЗАТОРЫ ГАЗОАЭРОДИСПЕРСНЫХ СРЕД (ОБЗОР)	
Б.Б. Виленчиц, Г.В. Шаронов	105
ЭФФЕКТИВНОЕ КОДИРОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	
А.И. Митюхин, Д.В. Шакинов	109
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ОПЕРАТОРОВ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ НА ОСНОВЕ ПАРАМЕТРОВ КАРДИОРИТМА	
А.Г. Давыдовский	112
РОЛЬ ОПУХОЛЕВЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК В КАНЦЕРОГЕНЕЗЕ НЕЙРОЭПИТЕЛИАЛЬНЫХ ОПУХОЛЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА	
Е.Ю. Черныш, Л.Н. Николаевич, Л.П. Пархач	117
ТЕХНОЛОГИЯ ДОСТАВКИ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК К РАЗЛИЧНЫМ ОТДЕЛАМ ГОЛОВНОГО МОЗГА В ПЕРЕДНЕЙ ИЛИ ЗАДНЕЙ ЧЕРЕПНЫХ ЯМКАХ	
Ю.П. Стукач, Ю.Г. Шанько, Л.П. Пархач, С.Г. Пашкевич, В.А. Кульчицкий	121
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ В УЛЬТРАФИОЛЕТОВОМ ДИАПАЗОНЕ СПЕКТРА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	
В.А. Длугунович, Е.В. Луценко, С.В. Никоненко, О.Б. Тарасова	124
НЕИНВАЗИВНЫЕ МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ДИАГНОСТИКИ САХАРНОГО ДИАБЕТА	
Н.И. Силков, М.М. Борисик, И.М. Король	130
ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ ПРИ МЕТАБОЛИЧЕСКОМ СИНДРОМЕ НА ЭТАПЕ САНАТОРНО-КУРОРТНОГО ЛЕЧЕНИЯ	
Л.Г. Карпишевич, Н.П. Минько, И.А. Бердовская, В.А. Пономарев, Л.А. Пирогова, Н.В. Мазур	133
ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТОТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ «ЭОЛ» («МАГНИТОТУРБОТРОН») У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМ БОЛЕВЫМ СИНДРОМОМ В УСЛОВИЯХ САНАТОРИЯ	
Н.Б. Глазко, А.Н. Демид	137
ПРИМЕНЕНИЕ ПРОТОЧНОЙ ГАЗАЦИИ ОЗОНО-КИСЛОРОДНОЙ СМЕСЬЮ В ПЛАСТИКОВОМ МЕШКЕ («САПОГ») У ПАЦИЕНТОВ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ СОСУДОВ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ САНАТОРИЯ	
А.Н. Демид, Н.Б. Глазко	138

СОСТОЯНИЕ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	
Н.А. Никоненко, А.А. Белов, А.К. Сутурин	139
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПНЕВМОКОМПРЕССИИ И АППАРАТА «ХИВАМАТ» ПОСЛЕ РАДИКАЛЬНОГО ЛЕЧЕНИЯ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ	
И.С. Матюшонок	141
АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ КАРДИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ НА САНАТОРНОМ ЭТАПЕ В УСЛОВИЯХ САНАТОРИЯ «ОЗЕРНЫЙ»	
А.Е. Копать, О.О. Волчек, Н.М. Мазур, В.А. Куратчик, А.В. Орлов.....	143
АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ «КУЛЬТЕВАЯ ШТИФТОВАЯ ВКЛАДКА – ТВЕРДЫЕ ТКАНИ ЗУБА» ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДАХ ШТИФТОВОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ	
С.П. Рубникович, А.Д. Фисюнов, Я.И. Шукевич.....	146
МЕТОД БИОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННО - ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ «ШТИФТОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ - ФИКСИРУЮЩИЙ ЦЕМЕНТ - ТВЕРДЫЕ ТКАНИ ЗУБА»	
С.П. Рубникович, А.Д. Фисюнов, Я.И. Шукевич.....	151
АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВОДИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРИГОДНОСТИ	
О.В. Павловская.....	156
ОПЫТ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ АНКИЛОЗИРУЮЩИМ СПОНДИЛОАРТРИТОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИОПУНКТУРЫ	
С.В. Хидченко , Л.А. Малькевич, Л.В. Подсадчик, А.И. Устинова	161
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЩЕЙ ВОЗДУШНОЙ КРИОТЕРАПИИ В УСЛОВИЯХ САНАТОРИЯ	
Г.А. Сысой, Н.А. Якубович, М.Г. Касацкая, Д.А. Якубович	164
ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ МЕТОДИКАМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ	
П.В. Камлач, В.И. Камлач, Д.А. Мельниченко, В.М. Бондарик, О.В. Ланина.....	166
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИМПЛАНТАТОВ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ	
М.В. Тумилович, В.В. Савич, А.И. Шелухина	171
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА	
К.В. Рак.....	178
СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И РАДИАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ В ЗОНЕ АЭС	
Е.Н. Зацепин, С.В. Дробот.....	180

ФЛУОРЕСЦЕНТНАЯ ДИАГНОСТИКА КАРИЕСА ЗУБОВ

Л.С. Ляшенко, М.П. Самцов, Е.С. Воропай, А. В, Бутвиловский, В.Р. Гайфуллина,
М.В. Бобкова..... 183

**ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ С ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРОМ НА ОСНОВЕ
ТРИКАРБОЦИАНИНОВОГО КРАСИТЕЛЯ С ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЕМ НА МОДЕЛИ
ПЕРЕВИВНЫХ ОПУХОЛЕЙ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ**

М.П. Самцов, Д.С. Тарасов, Л.С. Ляшенко, П.Т. Петров, Е.Н. Александрова,
Ю.П. Истомин, Е.С. Воропай..... 187

МЕТОД АДАПТИВНОЙ КИНЕЗИТЕРАПИИ ПАЦИЕНТОВ С ТЯЖЕЛЫМИ КООРДИНАТОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫМИ ДЕФЕКТАМИ ПРИ ОСТРОМ НАРУШЕНИИ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ В РАННЕМ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ

С.М. МАНКЕВИЧ, В.А. ЛУКАШЕВИЧ

*Белорусская медицинская академия последипломного образования, кафедра рефлексотерапии,
П. Бровка, 3, Минск, 220013, Беларусь*

В ходе проведенного исследования разработаны и клинически апробированы стандартизированные методики адаптивной кинезитерапии пациентов с тяжелыми координаторно-двигательными дефектами в раннем восстановительном периоде, перенесших острые нарушения мозгового кровообращения. Стандартизация достигается посредством этапного назначения гравитационной механотерапии, статической вертикализации и динамической вертикализации. Анализ полученных данных указывает на статистически подтвержденную эффективность адаптивной кинезитерапии, проводимой в отношении пациентов с тяжелыми двигательными и координаторными нарушениями, которая обусловлена достоверным улучшением как структуры целенаправленных (26-40 Гц) и нецеленаправленных движений, так и биокинематической стабилизации действия в условиях двигательного пространства.

Введение.

Ежегодно в мире от нарушений мозгового кровообращения умирает до 6 млн. человек, а около 5 млн. после перенесенной катастрофы остаются инвалидами, зависящими от посторонней помощи. В большинстве развитых стран мира инсульты являются ведущей по значимости причиной смерти и одной из главных причин инвалидности, создавая серьезную экономическую проблему. Тяжелые двигательные и координаторные нарушения, являющиеся результатами инсультов, зачастую приводят к развитию вторичных осложнений снижающих вероятность возвращения пациентов к активной жизни. При этом ранняя реабилитация пациентов с тяжелыми координаторными и двигательными нарушениями в раннем восстановительном периоде обеспечивает снижение вторичных осложнений и увеличивает вероятность частичного восстановления утраченных функций [1-8].

Общепринятым методом реабилитации пациентов с тяжелыми координаторными и двигательными нарушениями является использование роботизированных систем, как правило, выполняющих вертикализацию и частные методы механотерапии, например шаготерапию [9-14].

В настоящее время в Республике Беларусь развивается новый метод адаптивной кинезитерапии для реабилитации пациентов неврологического профиля с координаторно-двигательными нарушениями, основанного на использовании роботизированного кинезитренажера. Разработка проходит в рамках ОНТП «Реабилитация». Адаптивная кинезитерапия (АК) является методом восстановления пространственной ориентации сложных локомоций, посредством создания специфических условий средовой аугментации (совокупность внешнесредовых факторов, способствующих усилению представлений о выполняемом действии). Актуальность разработки продиктована высоким уровнем потребности учреждений здравоохранения в инновационной концепции доступной реабилитации [15-18].

Целью работы является создание системы стандартизированного подхода в выборе лечебной тактики курации пациентов в раннем восстановительном периоде перенесших острые нарушения мозгового кровообращения с тяжелыми координаторно-двигательными дефектами на основе использования роботизированной кинезитерапии.

Материалы и методы.

В исследовании приняли участие 20 здоровых добровольцев (в возрасте от 22 до 53 лет; 9 женщин и 11 мужчин) и 16 пациентов в раннем восстановительном периоде после

острого нарушения мозгового кровообращения с тяжелыми координаторно-двигательными дефектами (в возрасте от 54 до 62 лет; 6 женщин и 10 мужчин).

Критерием включения в группу пациентов являлось невозможность самостоятельной вертикализации. При этом после проведенной терапии пациенты были обследованы в системе двухслойного экзоскелета кинезитренажера с оценкой качественной структуры циклической локомоции шагового движения с составлением биомеханического профиля по нижеприведенной методике (в группе пациентов исследование проводилось до и после лечения).

Так в адаптивной кинезитерапии оценка эффективности локомоций человека осуществляется посредством использования беспроводной системы дистанционного мониторинга локомоций, состоящей из:

- Сенсорного модуля, закрепляемого к различным частям тела.
- Программы анализа входящих данных.

Сенсорный модуль состоит из нескольких пар акселерометров и гироскопов и представляет собой устройство с автономной зарядкой. Программа анализа входящих данных устанавливается на персональный компьютер, и взаимодействует с сенсорным модулем через беспроводной канал связи. При выполнении тестового двигательного задания, программный модуль выполняет раскладку частот, изменения пространственных ускорений различных частей тела обследуемого, в спектр от 1 до 60 Гц. При этом:

1. Полоса от 1 до 10 Гц обозначается как спектр низких частот и характеризует структуру биокинематической стабилизации действия в условиях двигательного пространства.

2. Полоса от 11 до 25 Гц обозначается как спектр средних частот, в пределах которых реализуются нецеленаправленные движения (с биокинематической структурой не соответствующей целевой моторной программе).

3. Полоса от 26 до 40 Гц обозначается как спектр высоких частот №1, и отражает процесс непосредственной реализации моторной программы целенаправленных движений.

4. Полоса от 41 до 60 Гц обозначается как спектр высоких частот №2, и отражает процесс непосредственной реализации моторной программы целенаправленных движений.

По данной методике также были обследованы пациенты в группе здоровых добровольцев.

Лечение пациентов с тяжелыми координаторно-двигательными дефектами при остром нарушении мозгового кровообращения в раннем восстановительном периоде проводилось по следующим стандартизированным методическим подходам, составляющим метод адаптивной кинезитерапии:

I Этап. В адаптивной кинезитерапии пациентов с тяжелыми координаторно-двигательными дефектами при остром нарушении мозгового кровообращения в раннем восстановительном периоде выполняется методика гравитационной механотерапии:

1. Пациента доставляют:

а. для горизонтально ориентированной методики - лежа на каталке (либо тренажер располагают рядом с кроватью, на которой лежит пациент), при этом ножной конец каталки обращен вперед, параллельно тренажеру, либо вовнутрь перпендикулярно ему;

б. для вертикально ориентированной методики – сидя в коляске и располагают внутри контура тренажера фронтально лицом вперед.

2. На выбранный сегмент фиксируют манжету привода. К манжете прикрепляют трос привода.

3. Выполняется определение начального и конечного положения тренируемой конечности в пространстве в соответствии с индивидуальными возможностями.

4. Далее устанавливают требуемые настройки управляющей программы и запускают процесс механического привода.

II Этап. Выполняется методика статической вертикализации:

1. Пациента доставляют сидя в коляске и располагают внутри контура тренажера, лицом вперед.
2. Подвесная система находится в исходном положении. Способ размещения пациента в подвесной системе – стандартный. Подвесная система также может быть размещена на коляске заблаговременно непосредственно перед посадкой пациента.
3. Варианты аппаратного подъема пациента:
 4. для неполного варианта: выполняется аппаратный подъем пациента. В процессе подъема пациент принимает исходное положение, по достижении которого подъем останавливают.
 5. для полного варианта: выполняется аппаратный подъем пациента до состояния полной статической вертикализации - при необходимости высоту подъема регулируют индивидуально.
6. По истечении требуемого времени выполняется аппаратный спуск пациента в коляску.

III Этап. Выполняется методика динамической вертикализации:

1. Пациента доставляют сидя в коляске и располагают внутри контура тренажера, лицом вперед.
2. Подвесная система находится в исходном положении. Способ размещения пациента в подвесной системе – стандартный. Подвесная система также может быть размещена на коляске заблаговременно непосредственно перед посадкой пациента.
3. Далее выполняется аппаратный подъем пациента, в процессе которого он принимает исходное положение. Подъем продолжают до отрыва стоп от опорной поверхности.
4. К одному из передних свободных концов подвесной системы прикрепляется трос привода.
5. Динамическая вертикализация выполняется в двух вариантах:
 6. Пассивный вариант – при котором устанавливают требуемые настройки управляющей программы и запускают процесс механического привода.
 7. Активный вариант – при котором манжета привода (соединенная с тросом привода) располагается на одном из сегментов конечностей. Далее, посредством программной настройки устанавливается начальная точка перемещения (P_{min}). После чего пациент выполняет перемещения тела за счет активных сокращений мышц конечности на которой фиксирована манжета.
8. По истечении требуемого времени выполняется аппаратный спуск пациента в коляску.
9. После спуска пациента необходимо убедиться в безопасном его положении в коляске и, только после этого, отстегнуть карабины передних свободных концов от петель подъемных тросов.
10. Подвесная система извлекается из-под пациента посредством аппаратного подъема.
11. Продолжительность каждого из этапов адаптивной кинезитерапии 3-5 дней, кратность повторения 1-2 раза в день.

Перечень возможных осложнений или ошибок при выполнении и пути их устранения.

Неправильное определение начального и конечного положения тренируемой конечности в пространстве при котором пациент испытывает дискомфорт. Путь устранения – повторное определение начального и конечного положения тренируемой конечности в пространстве.

Полученные в ходе исследования данные представлены в виде медианы (Me), верхнего (UQ) и нижнего (LQ) квартилей. При сравнении двух независимых групп

использовали критерий Манна - Уитни (M-U), при сравнении двух зависимых групп - критерий Вилкоксона (W). При множественных сравнениях для выявления статистически значимых различий перед дальнейшими парными сравнениями использовали критерий Крускала-Уоллиса. Для определения корреляционных связей между явлениями использовали критерий Спирмана с коэффициентом корреляции (R). Альтернативная гипотеза принималась при уровне статистической значимости 0,05.

Результаты и их обсуждения.

При анализе группы здоровых добровольцев получены следующие значения нормальных показателей ускорений при выполнении теста «ходьба на месте» в различных спектрах полос представлены ниже в таблице №1.

Таблица 1 - Значение ускорений в различных полосах частотного спектра в группе здоровых лиц

Полосы частотного спектра		Значение ускорений в мм/с ²)		
№	Значение в Гц	Me	UQ	LQ
1	1-10	16.6	19.0	10.1
2	11-25	6.6	11.4	8.4
3	26-40	5.7	6.9	4.1
4	41-60	3.1	4.9	1.8

При проведении объективной оценки качественной структуры циклической локомоции в группе пациентов с тяжелыми двигательными и координаторными нарушениями установлены следующие значения ускорений нижних конечностей в спектральных полосах: 1-10 Гц – 0,001[0,001/0,001]мм\с²; 11-25 Гц - 0,001[0,001/0,001]мм\с²; 26-40 Гц - 0,001 [0,001/0,001]мм\с²; 41-60 Гц - 0,001 [0,001/0,001]мм\с².

При этом полученные значения статистически различаются с аналогичными показателями в группе здоровых добровольцев по критерию Манна – Уитни, со значением $p=0,0$ и являются достоверно меньшими (по критерию Спирмана, $p = 0,0$) с коэффициентом корреляции $R > 0,8$. Биомеханический профиль группы пациентов с умеренными координаторными нарушениями представлен в нижеприведенной таблице.

Анализ полученных данных указывает на статистически достоверное низкое качество циклической локомоции в группе как в структуре биокинематической стабилизации действия, так и в структуре целенаправленных и нецеленаправленных движений в сравнении с группой здоровых лиц, пациентов с умеренными двигательными и координаторными нарушениями.

После проведения адаптивной кинезитерапии были получены результаты: 1-10 Гц – 0,55[1,13/0,28]мм\с²; 11-25 Гц - 0,2[0,28/0,13]мм\с²; 26-40 Гц - 0,15[0,2/0,1]мм\с²; 41-60 Гц - 0,001[0,001/0,001]мм\с². Биомеханический профиль подгруппы пациентов представлен в нижеприведенной таблице №2.

Таблица 2 – Значение ускорений в различных полосах частотного спектра в группе пациентов с тяжелыми двигательными и координаторными нарушениями, получающих адаптивную кинезитерапию

Полосы частотного спектра		Значение ускорений в групп (мм/с ²)					
		до лечения			после лечения		
№	в Гц	Me	UQ	LQ	Me	UQ	LQ
1	1-10	0.001	0.001	0.001	0.55	1.13	0.28
2	11-25	0.001	0.001	0.001	0.20	0.28	0.13
3	26-40	0.001	0.001	0.001	0.15	0.20	0.10
4	41-60	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

При этом результаты проведенной терапии показывают достоверное (по критерию Вилкоксона), при $p < 0.03$, увеличение (по критерию Спирмана, $p = 0.0$) значений показателей ускорений в частотных полосах 1-10 Гц, 11-25 Гц и 26-40 Гц, с коэффициентом корреляции $R > 0.9$.

Динамическая статистика трансформации биомеханического профиля в подгруппе №10 в ходе проводимого лечения представлена в нижеприведенной таблице №3.

Таблица 3 – Пациенты с тяжелыми двигательными и координаторными нарушениями, получающих адаптивную кинезитерапию: сравнение с группой здоровых добровольцев; сравнение внутри подгруппы до и после лечения

Полосы частотного спектра		При сравнении с группой здоровых добровольцев		При сравнении внутри группы до и после лечения		
		Тест M-W		Тест W	Тест Спирмана	
		P		p	R	p
№	в Гц	до лечения	после лечения			
1	1-10	0.000318	0.000318	0.001474	0.977819	0.000000
2	11-25	0.000318	0.000318	0.027709	0.979083	0.000000
3	26-40	0.000318	0.000318	0.027709	0.980352	0.000000
4	41-60	0.000318	0.000318	-	0.346944	0.145591

Полученные данные свидетельствуют об эффективности проводимой адаптивной кинезитерапии в отношении пациентов с тяжелыми двигательными и координаторными нарушениями. При этом эффективность обусловлена улучшениями как структуры целенаправленных (26-40 Гц) и нецеленаправленных движений, так и биокинематической стабилизации действия в условиях двигательного пространства.

Заключение.

В ходе проведенного исследования разработаны и клинически апробированы стандартизированные методики адаптивной кинезитерапии пациентов с тяжелыми координаторно-двигательными дефектами в раннем восстановительном периоде, перенесших острые нарушения мозгового кровообращения. Стандартизация достигается посредством этапного назначения гравитационной механотерапии, статической вертикализации и динамической вертикализации.

Анализ полученных данных указывает на статистически подтвержденную эффективность адаптивной кинезитерапии, проводимой в отношении пациентов с тяжелыми двигательными и координаторными нарушениями, которая обусловлена достоверным улучшением как структуры целенаправленных (26-40 Гц) и нецеленаправленных движений, так и биокинематической стабилизации действия в условиях двигательного пространства.

Литература

1. Muennig, P.A. What changes in survival rates tell us about US health care / P.A. Muennig, S.A. Glied // Journal of Health Affair. – 2010. – Vol. 29. – P. 2105–2113.
2. Gulley, S.P. If we build it, who will come? Working-age adults with chronic health care needs and the medical home / S.P. Gulley, E.K. Rasch, L. Chan // Journal of Medical Care. – 2011. – Vol. 49. – P. 149–155.
3. Gulley, S.P. Ongoing coverage for ongoing care: access, utilization, and out-of-pocket spending among uninsured working-aged adults with chronic health care needs / S.P. Gulley, E.K. Rasch, L. Chan // The American Journal of Public Health. – 2011. – Vol. 101. – P. 368–375.
4. Goonewardene, S.S. Road traffic collisions-case fatality rate, crash injury rate, and number of motor vehicles: time trends between a developed and developing country / S.S. Goonewardene, K. Baloch, I. Sargeant // The American Surgeon journal. – 2010. – Vol. 76. – P. 977–981.
5. Axelrod, D.A. US Health Care Reform and Transplantation. Part I: overview and impact on access and reimbursement in the private sector / D.A. Axelrod, D. Millman, D.D. Abecassis // American Journal of Transplantation. – 2010. – Vol. 10. – P. 2197–2202.

6. Lloyd-Jones, D. Heart disease and stroke statistics / D. Lloyd-Jones, R. J. Adams, T. M. Brown // Journal of the American Heart Association. – 2010. – Vol. 121. – № 7. – P. 46–215.
7. Smith, D.S. Remedial therapy after stroke: a randomised controlled trial / D. S. Smith, E. Goldenberg, A. Ashburn // The British Medical Journal. – 1981. – Vol. 282. – № 6263. – P. 517–520.
8. Dam, M. The effects of long-term rehabilitation therapy on poststroke hemiplegic patients / M. Dam, P. Tonin, S. Casson et al. // Journal of Stroke. – 1993. – Vol. 24. – № 8. – P. 1186–1191.
9. Westlake, K.P. Pilot study of Lokomat versus manual-assisted treadmill training for locomotor recovery post-stroke / K. P. Westlake, C. Patten // Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. – 2009. – Vol. 6. – № 1. – Article 18.
10. Pohl, M. Repetitive locomotor training and physiotherapy improve walking and basic activities of daily living after stroke: a single-blind, randomized multicentre trial (deutsche gangtrainerstudie, degas) / M. Pohl, C. Werner, M. Holzgraefe, et al. // Journal of Clinical Rehabilitation. – 2007. – Vol. 21. – № 1. – P. 17–27.
11. Peurala, S.H. Effects of intensive therapy using gait trainer or floor walking exercises early after stroke / S.H. Peurala, O. Airaksinen, P. Huuskonen et al. // Journal of Rehabilitation Medicine. – 2009. – Vol. 41. – № 3. – P. 166–173.
12. Hesse, S. Connecting research to the needs of patients and clinicians / S. Hesse, C. Werner // Journal of Brain Research Bulletin. – 2009. – Vol. 78. – № 1. – P. 26–34.
13. Sawicki, G.S. A pneumatically powered knee-ankle-foot orthosis (kafo) with myoelectric activation and inhibition / G.S. Sawicki, D.P. Ferris // Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. – 2009. – Vol. 6. – P. 23.
14. Ferris, D.P. An improved powered ankle-foot orthosis using proportional myoelectric control / D.P. Ferris, K.E. Gordon, G.S. Sawicki, A. Peethambaran // Journal of Gait & Posture. – 2006. – Vol. 23. – № 4. – P. 425–428.
15. Лукашевич В.А., Сиваков А.П. Адаптивная кинезитерапия: инновационное направление восстановительной терапии двигательных нарушений, основанное на оптимизации управления системой пространственного ориентирования сложных локомоций человека // Инновационные технологии в медицине. – 2015. - №1 (04). – С.79-90.
16. Лукашевич В.А., Сиваков А.П. Сравнительная оценка степени трансформации двигательного стереотипа в условиях использования технологии «двухслойного экзоскелета» и сред виртуальной реальности // Инновационные технологии в медицине. – 2015. - №2-3 (5-6). – С.79-90.
17. Лукашевич В.А., Тарасевич М.И. Выделение целенаправленных и нецеленаправленных движений в структуре циклических локомоций // Современные аспекты прикладной кинезиологии в спортивной медицине: сб. науч. ст. междунар. науч.-практ. конф. (Пинск, Республика Беларусь, 15-16 апреля 2016 года). – Пинск : Полесский государственный университет, 2016. – С.36-39.

**МЕТОД АДАПТИВНОЙ КИНЕЗИТЕРАПИИ ПАЦИЕНТОВ С ЛЕГКИМИ И
УМЕРЕННЫМИ КООРДИНАТОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫМИ ДЕФЕКТАМИ ПРИ
ОСТРОМ НАРУШЕНИИ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ В РАННЕМ
ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ**

С.М. МАНКЕВИЧ, В.А. ЛУКАШЕВИЧ

*Белорусская медицинская академия последипломного образования, кафедра рефлексотерапии,
П. Бровки, 3, Минск, 220013, Беларусь*

В ходе проведенного исследования разработаны и клинически апробированы стандартизированные методики адаптивной кинезитерапии пациентов с легкими и умеренными координаторно-двигательными дефектами в раннем восстановительном периоде, перенесших острые нарушения мозгового кровообращения. Стандартизация достигается посредством этапного назначения механотерапии со скольжением, механотерапии с перемещением, темпо-ритмовой коррекции и тренировки опорной функции. Анализ полученных данных указывает на статистически подтвержденную эффективность адаптивной кинезитерапии, проводимой в отношении пациентов с умеренными двигательными нарушениями, которая обусловлена достоверным восстановлением структуры целенаправленных движений (в спектре 26-40 Гц) и нецеленаправленных движений. В результате проводимой терапии отмечается улучшение структуры биокинематической стабилизации действия в условиях двигательного пространства.

Введение.

Высокий уровень двигательных дисфункций при нарушениях мозгового кровообращения определяет прогрессирующий рост инвалидности в Республике Беларусь,

что имеет социальный эффект и являются экономически значимой проблемой государства. Современные технологии автоматизированной реабилитации считаются «золотым стандартом» в восстановительной терапии двигательных нарушений, однако существует целый ряд проблем, ограничивающих их широкое продвижение: высокая стоимость аппаратуры, сложность совмещения нескольких тренажеров в лечении, трудность оценки объективного состояния пациента, большие размеры реабилитационных тренажеров, длительное время подготовки пациента к выполняемой процедуре, отсутствие четких методических рекомендаций и др. Принимая во внимание тот факт, что в Республике живет более 75000 лиц (по данным Национального статистического комитета), нуждающихся в восстановлении двигательных и координаторных дефектов, а также пропускную способность 1 роботизированного тренажера в 150 пациентов за год, то предположительная потребность государства в технологии роботизированной реабилитации составляет как минимум 500 единиц. Технологии роботизированной механотерапии широко используются в крупных медицинских центрах и являются неотъемлемым элементом комплексного лечения широкого спектра нозологий [1-6].

Перспективное решение сложившейся ситуации состоит в разработке и внедрении в практическое здравоохранение нового метода реабилитации пациентов неврологического профиля с координаторно-двигательными нарушениями, основанного на использовании роботизированного кинезитренажера, эффективного с точки зрения доказательной медицины и доступного в экономическом плане.

Адаптивная кинезитерапия является методом восстановления пространственной ориентации сложных локомоций, посредством создания специфических условий среды аугментации (совокупность внешнесредовых факторов, способствующих усилению представлений о выполняемом действии). Метод адаптивной кинезитерапии включает следующие реабилитационные методики: вертикализация, механотерапия, координаторная тренировка, сенсорное программирование двигательных стереотипов [7-9].

Целью работы является разработка системы стандартизированного подхода в выборе лечебной тактики проведения адаптивной кинезитерапии (АК) пациентов в раннем восстановительном периоде, перенесших острые нарушения мозгового кровообращения с легкими и умеренными координаторно-двигательными дефектами на основе использования роботизированной кинезитерапии.

Материалы и методы.

В исследовании приняли участие 20 здоровых добровольцев (в возрасте от 22 до 53 лет; 9 женщин и 11 мужчин) и 26 пациентов в раннем восстановительном периоде после острого нарушения мозгового кровообращения с легкими и умеренными координаторно-двигательными дефектами (в возрасте от 32 до 59 лет; 12 женщин и 14 мужчин).

Всем обследуемым лицам выполнялась оценка качественной структуры циклической локомоции шагового движения с составлением биомеханического профиля по нижеприведенной методике (в группе пациентов исследование проводилось до и после лечения).

Так в адаптивной кинезитерапии оценка эффективности локомоций человека осуществляется посредством использования беспроводной системы дистанционного мониторинга локомоций, состоящей из:

- Сенсорного модуля, закрепляемого к различным частям тела.
- Программы анализа входящих данных.

Сенсорный модуль состоит из нескольких пар акселерометров и гироскопов и представляет собой устройство с автономной зарядкой. Программа анализа входящих данных устанавливается на персональный компьютер, и взаимодействует с сенсорным модулем через беспроводной канал связи. При выполнении тестового двигательного

задания, программный модуль выполняет раскладку частот, изменения пространственных ускорений различных частей тела обследуемого, в спектр от 1 до 60 Гц. При этом:

1. Полоса от 1 до 10 Гц обозначается как спектр низких частот и характеризует структуру биокинематической стабилизации действия в условиях двигательного пространства.

2. Полоса от 11 до 25 Гц обозначается как спектр средних частот, в пределах которых реализуются нецеленаправленные движения (с биокинематической структурой не соответствующей целевой моторной программе).

3. Полоса от 26 до 40 Гц обозначается как спектр высоких частот №1, и отражает процесс непосредственной реализации моторной программы целенаправленных движений.

4. Полоса от 41 до 60 Гц обозначается как спектр высоких частот №2, и отражает процесс непосредственной реализации моторной программы целенаправленных движений.

Лечение пациентов с легкими и умеренными координаторно-двигательными дефектами при остром нарушении мозгового кровообращения в раннем восстановительном периоде по следующим методическим подходам, составляющим метод адаптивной кинезитерапии.

Стандартизированный подход АК включает четыре этапа.

I Этап. В адаптивной кинезитерапии пациентов с легкими и умеренными координаторно-двигательными дефектами при остром нарушении мозгового кровообращения в раннем восстановительном периоде выполняется методика механотерапии со скольжением:

1. Пациент расположен внутри контура тренажера:

- a. для выполнения вентрального скольжения: лицом вперед;
- b. для выполнения дорзального скольжения: лицом кзади.

1. Подвесная система находится в исходном положении с разворотом на 180 градусов. Способ размещения пациента в подвесной системе – стандартный.

2. Выполняется аппаратный подъем пациента до состояния полной статической вертикализации. Контролируется соответствие пациента исходному положению в подвесной системе.

3. На дистальный отдел конечности фиксируют манжету привода. К манжете сзади прикрепляют трос привода.

4. Выполняется определение начального и конечного положения тренируемой конечности в пространстве в соответствии с индивидуальными возможностями.

5. Далее устанавливают требуемые настройки управляющей программы и запускают процесс механического привода.

6. Направления перемещения:

- a. Латеральное
- b. Фронтальное
- c. Медиальное

II Этап. Выполняется методика механотерапии с перемещением:

1. Пациент расположен внутри контура тренажера, лицом вперед.

2. Подвесная система находится в исходном положении. Способ размещения пациента в подвесной системе – стандартный.

3. Выполняется аппаратный подъем пациента до состояния полной статической вертикализации. Контролируется соответствие пациента исходному положению в подвесной системе.

4. На проксимальный отдел конечности фиксируют манжету привода. К манжете прикрепляют трос привода.

5. Выполняется определение начального и конечного положения тренируемой конечности в пространстве в соответствии с индивидуальными возможностями.

6. Далее устанавливаются требуемые настройки управляющей программы и запускают процесс механического привода.

7. Направления перемещения:

- a. Латеральное
- b. Фронтальное
- c. Медиальное

III Этап. Выполняется методика темпо-ритмовой коррекции:

1. Пациент расположен внутри контура тренажера.
2. Подвесная система находится в исходном положении. Способ размещения пациента в подвесной системе – стандартный.

3. Выполняется аппаратный подъем пациента до состояния полной статической вертикализации, при необходимости высоту подъема регулируют индивидуально, при этом контролируется соответствие пациента исходному положению в подвесной системе.

4. На область коленного сустава фиксируют манжету привода. К манжете прикрепляют трос привода.

5. Далее устанавливаются требуемые настройки управляющей программы и запускают процесс механического привода.

6. При выполнении тренирующего упражнения в статическую фазу контралатеральная конечность выполняет активно аналогичную локомоцию.

IV Этап. Выполняется методика тренировки опорной функции:

1. Пациент расположен внутри контура тренажера.
2. Далее на верхний плечевой пояс одевается страхующая подвесная система, фиксированная к петлям подъемного троса.

3. На область коленного либо голеностопного сустава фиксируют манжету привода. К манжете прикрепляют трос привода.

4. Далее устанавливаются требуемые настройки управляющей программы и запускают процесс механического привода.

5. При выполнении тренирующего упражнения в динамическую фазу контралатеральная конечность удерживает статическое равновесие.

Продолжительность каждого из этапов адаптивной кинезитерапии 3-5 дней, кратность повторения 1-2 раза в день.

Перечень возможных осложнений или ошибок при выполнении и пути их устранения: неправильное определение начального и конечного положения тренируемой конечности в пространстве при котором пациент испытывает дискомфорт. Путь устранения – повторное определение начального и конечного положения тренируемой конечности в пространстве.

Полученные в ходе исследования данные представлены в виде медианы (Me), верхнего (UQ) и нижнего (LQ) квартилей. При сравнении двух независимых групп использовали критерий Манна - Уитни (M-U), при сравнении двух зависимых групп - критерий Вилкоксона (W). При множественных сравнениях для выявления статистически значимых различий перед дальнейшими парными сравнениями использовали критерий Крускала-Уоллиса. Для определения корреляционных связей между явлениями использовали критерий Спирмана с коэффициентом корреляции (R). Альтернативная гипотеза принималась при уровне статистической значимости 0,05.

Результаты и их обсуждения.

При анализе группы здоровых добровольцев получены следующие значения нормальных показателей ускорений при выполнении теста «ходьба на месте» в различных спектрах полос представлены ниже в таблице.

Таблица 1 - Значение ускорений в различных полосах частотного спектра в группе здоровых лиц

Полосы частотного спектра		Значение ускорений в мм/с ²)		
№	Значение в Гц	Me	UQ	LQ
1	1-10	16.6	19.0	10.1
2	11-25	6.6	11.4	8.4
3	26-40	5.7	6.9	4.1
4	41-60	3.1	4.9	1.8

При проведении объективной оценки качественной структуры циклической локомоции в группе пациентов с легкими и умеренными координаторно-двигательными дефектами установлены значения ускорений нижних конечностей представленные в таблице №2. При этом полученные значения статистически различаются с аналогичными показателями в группе здоровых добровольцев (по критерию Манна – Уитни, $p = 0,0$) и являются достоверно меньшими (по критерию Спирмана, $p = 0,0$) с коэффициентом корреляции $R > 0,8$. Биомеханический профиль группы пациентов с легкими и умеренными координаторно-двигательными дефектами представлен в нижеприведенной таблице №2.

Таблица 2 – Значение ускорений в различных полосах частотного спектра в группе пациентов

Полосы частотного спектра		Значение ускорений в мм/с ²			При сравнении с группой здоровых добровольцев		
					Тест М-В		Тест Спирмана
№	в Гц	Me	UQ	LQ	p	R	p
1	1-10	3.9	2.95	2.55	0.0	-0.731	0.0
2	11-25	2.2	3.25	1.3	0.0	-0.715	0.0
3	26-40	0.9	1.9	0.2	0.0	-0.725	0.0
4	41-60	0.3	0.6	0.1	0.0	-0.724	0.0

Анализ полученных данных указывает на достоверно низкое качество циклической локомоции в группе пациентов как в структуре биокинематической стабилизации действия, так и в структуре целенаправленных и нецеленаправленных движений в сравнении с группой здоровых лиц.

После проведения адаптивной кинезитерапии полученные результаты представлены в нижеприведенной таблице №3.

Таблица 3 – Значение ускорений в различных полосах частотного спектра в подгруппе пациентов до и после лечения

Полосы частотного спектра		Значение ускорений в подгруппе (мм/с ²)					
		до лечения			после лечения		
№	в Гц	Me	UQ	LQ	Me	UQ	LQ
1	1-10	3.9	2.9	2.5	9.2	13.3	7.5
2	11-25	2.2	3.2	1.3	6.5	7.7	5.7
3	26-40	0.9	1.9	0.2	3.9	5.8	2.1
4	41-60	0.3	0.6	0.1	0.4	0.7	0.1

При этом установлены статистически значимые различия внутри группы до и после адаптивной кинезитерапии в частотном спектре 1-10 Гц, 11-25 Гц и 26-40 Гц (при $p=0.001496$, по критерию Вилкоксона) с достоверно большими (по критерию Спирмана, $p = 0,0$) значениями после проводимой терапии с коэффициентом корреляции $R > 0,7$. Динамическая статистика трансформации биомеханического профиля пациентов в ходе проводимого лечения представлена в нижеприведенной таблице №4.

Таблица 4 – Динамическая статистика трансформации биомеханического профиля пациентов в ходе проводимого лечения

Полосы частотного спектра		При сравнении внутри группы до и после лечения		
		Тест W	Тест Спирмана	
№	в Гц	p	R	p
1	1-10	0.001496	0.7155	0.000000
2	11-25	0.001496	0.790	0.000000
3	26-40	0.001496	0.758	0.000000
4	41-60	0.449692	0.727	0.487940

Полученные данные свидетельствуют об эффективности проводимой терапии в отношении пациентов с умеренными двигательными нарушениями, объективно восстанавливающей частичную структуру целенаправленных и структуру нецеленаправленных движений. В результате проводимой терапии также восстанавливаются структура биокинематической стабилизации действия в условиях двигательного пространства, при $p=0.001496$ (по критерию Вилкоксона).

Заключение. В ходе проведенного исследования разработаны и клинически апробированы стандартизированные методики адаптивной кинезитерапии пациентов с легкими и умеренными координаторно-двигательными дефектами в раннем восстановительном периоде, перенесших острые нарушения мозгового кровообращения. Стандартизация достигается посредством этапного назначения механотерапии со скольжением, механотерапии с перемещением, темпо-ритмовой коррекции и тренировки опорной функции. Анализ полученных данных указывает на статистически подтвержденную эффективность адаптивной кинезитерапии, проводимой в отношении пациентов с умеренными двигательными нарушениями, которая обусловлена достоверным восстановлением структуры целенаправленных движений (в спектре 26-40 Гц) и нецеленаправленных движений. В результате проводимой терапии отмечается улучшение структуры биокинематической стабилизации действия в условиях двигательного пространства.

Литература

1. J. Hidler, D. Nichols, M. Pelliccio et al., Multicenter randomized clinical trial evaluating the effectiveness of the Lokomat in subacute stroke / J. Hidler, D. Nichols, M. Pelliccio et al. // Journal of Neurorehabilitation and Neural Repair. – 2009. – Vol. 23 – № 1. – P. 5–13.
2. Westlake, K.P. Pilot study of Lokomat versus manual-assisted treadmill training for locomotor recovery post-stroke / K. P. Westlake, C. Patten // Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. – 2009. – Vol. 6. – № 1. – Article 18.
3. Colombo, G. Treadmill training of paraplegic patients using a robotic orthosis / G. Colombo, M. Joerg, R. Schreier, V. Dietz // Journal of Rehabilitation Research and Development. – 2000. – Vol. 37. – № 6. – P. 693–700.
4. Colombo, G. Driven gait orthosis for improvement of locomotor training in paraplegic patients / G. Colombo, M. Wirz, V. Dietz // Journal of Spinal Cord. – 2001. – Vol. 39. – № 5. – P. 252–255.
5. Freivogel, S. Gait training with the newly developed “LokoHelp”-system is feasible for non-ambulatory patients after stroke, spinal cord and brain injury. A feasibility study / S. Freivogel, J. Mehrholz, T. Husak-Sotomayor, D. Schmalohr // Journal of Brain Injury. – 2008. – Vol. 22. – № 7–8. – P. 625–632.
6. Freivogel, S. Improved walking ability and reduced therapeutic stress with an electromechanical gait device / S. Freivogel, D. Schmalohr, J. Mehrholz // Journal of Rehabilitation Medicine. – 2009. – Vol. 41. – № 9. – P. 734–739.
7. Лукашевич В.А., Сиваков А.П. Адаптивная кинезитерапия: инновационное направление восстановительной терапии двигательных нарушений, основанное на оптимизации управления системой пространственного ориентирования сложных локомоций человека // Инновационные технологии в медицине. – 2015. - №1 (04). – С.79-90.
8. Лукашевич В.А., Сиваков А.П. Сравнительная оценка степени трансформации двигательного стереотипа в условиях использования технологии «двухслойного экзоскелета» и сред виртуальной реальности // Инновационные технологии в медицине. – 2015. - №2-3 (5-6). – С.79-90.
9. Лукашевич В.А., Тарасевич М.И. Выделение целенаправленных и нецеленаправленных движений в структуре циклических локомоций // Современные аспекты прикладной кинезиологии в спортивной медицине: сб. науч. ст. междунар. науч.-практ. конф. (Пинск, Республика Беларусь, 15-16 апреля 2016 года). – Пинск : Полесский государственный университет, 2016. – С.36-39.

НОВОЕ В ИММЕДИАТ-ПРОТЕЗИРОВАНИИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ

С.П. Рубникович, С.В. Прялкин

*Белорусская медицинская академия последипломного образования
ул. П. Бровки 3, к.3, каф. ортопедической стоматологии и ортодонтии с курсом детской стоматологии, 220113, г. Минск, Республика Беларусь, тел. +375173286495*

В публикации рассматриваются вопросы применения имедиат-протезов у пациентов в комплексной подготовке полости рта перед постоянным протезированием. Приведены данные ортопедического лечения 20 пациентов, которым изготавливались имедиат-протезы на верхнюю и нижнюю челюсть в рамках подготовки полости рта перед изготовлением постоянных протезов. Оценена эффективность имедиат-протезирования в комплексной подготовке полости рта перед постоянным ортопедическим лечением.

Введение.

Восстановление функции и эстетики в кратчайшие сроки у пациентов при удалении большого количества зубов при хирургической санации полости рта всегда является приоритетным при выборе метода лечения и уменьшения сроков реабилитации. Замещение дефектов зубного ряда может проводиться временными и постоянными зубными протезами.

Теоретический анализ.

Временные съёмные протезы накладываются в полости рта после эпителизации лунки удалённого зуба, либо эпителизация лунки зуба проходит под базисом съёмного протеза. В таком случае временный съёмный протез называется непосредственным съёмным протезом. Непосредственное протезирование по-другому называется имедиат-протезированием. В качестве непосредственных протезов могут использоваться частичные и полные съёмные протезы. Сроки наложения непосредственных съёмных протезов по литературным данным составляют от нескольких часов до 7 дней после удаления зубов.

Цель исследования: оценить эффективность применения имедиат-протезов у стоматологических пациентов в комплексной подготовке полости рта перед постоянным протезированием

Методика и экспериментальная часть.

В основу клинической части работы положены данные ортопедического лечения 20 пациентов, обратившихся на кафедру ортопедической стоматологии БелМАПО, с целью протезирования. Пациентам изготавливались имедиат-протезы на верхнюю и нижнюю челюсть в рамках подготовки полости рта перед постоянным протезированием.

Для отображения последовательности действий при изготовлении имедиат-протезов приведём клинический пример изготовления имедиат-протеза на нижнюю челюсть.

Клинический пример: пациент Б., обратившийся с целью ортопедического лечения на нижней челюсти. Диагноз: хронический сложный периодонтит, ЧВА – в/ч 1 класс по Кеннеди, н/ч 3 класс по Кеннеди, резорбция костной ткани в области зубов 4.2, 4.1, 3.1, 3.2 более 3/4, подвижность зубов 4.2, 4.1, 3.1, 3.2 3-й степени по Энтину. Пациенту были получены оттиски верхней и нижней челюсти, изготовлены рабочие и вспомогательные модели. Полученные модели были загипсованы в артикулятор с фиксацией межальвеолярной высоты. На рабочей гипсовой модели зубов было проведено удаление зубов 4.2, 4.1, 3.1, 3.2, был нивелирован альвеолярный гребень с вестибулярной стороны на 3-4 мм. Был изготовлен частичный имедиат-протез.

На нижней челюсти было проведено удаление зубов 4.2, 4.1, 3.1, 3.2, проведён гемостаз, имедиат- протез нижней челюсти был припасован и наложен, проведена первичная коррекция протеза. Пациенту были даны рекомендации по эксплуатации и уходу за протезом.

При контрольном осмотре через 3 дня после удаления: фиксация полного съёмного протеза нижней челюсти удовлетворительная, лунки удалённых зубов гранулируют, проведена незначительная окклюзионная коррекция съёмного протеза.

При контрольном осмотре через 1 месяц: пациент жалоб существенных не предъявляет, межальвеолярная высота фиксирована, фиксация съёмного протеза нижней челюсти удовлетворительная, функции жевания и речи восстановлены. Постоянное протезирование проводилось через 2 месяца после удаления 4.2, 4.1, 3.1, 3.2.



Рисунок 1 – Клиническая картина в полости рта на момент обращения



Рисунок 2 – Вид непосредственного частичного протеза нижней челюсти



Рисунок 3 – Клиническая картина в полости рта после удаления зубов 4.2, 4.1, 3.1, 3.2



Рисунок 4 – Наложение имедиат-протеза на нижнюю челюсть



Рисунок 5 – Клиническая картина в полости рта после окончания ортопедического лечения

Результаты исследования и их обсуждение.

Все пациенты назначались на контрольный осмотр через 3-5 дней после наложения протезов: оценивалась фиксация съёмных протезов, состояние лунок удалённых зубов, проводилась окклюзионная коррекция и коррекция базиса протеза при необходимости.

В среднем через 1-1,5 месяца протезное ложе было полностью сформировано и пациентам изготавливались постоянные съёмные протезы или же, согласно плану ортопедического лечения, планировалась дентальная имплантация с учётом сроков регенерации костной ткани челюстных костей.

Заключение

1. Изготовление имедиат-протезов при удалении большого количества зубов у пациентов является актуальным в комплексной подготовке полости рта перед постоянным протезированием.

2. Это позволяет защитить раневую поверхность базисом протеза, восстановить дефекты зубных рядов, способствует скорейшей психологической и социальной адаптации пациента, восстановлению функции жевания и речи.

3. Так же это позволяет проводить подготовительные мероприятия в полости рта перед предстоящим протезированием: определение топографии окклюзионной плоскости, вестибулопластика, хирургический шаблон для дентальной имплантации.

Литература

1. Временные конструкции зубных протезов в ортопедической стоматологии: учеб. -метод пособие / С.П. Рубникович, Ю.А. Костецкий, [и др.]. - Минск: БелМАПО, 2016. -26с.
2. Планирование дентальной имплантации: учеб. - метод пособие / Рубникович С.П., Куница А.В, [и др.]. - Минск: БелМАПО, 2016. – 25 с.
3. Рубникович, С.П. Иммедиаг-протезирование у пациентов с болезнями периодонта / С.П. Рубникович, С. В. Прялкин // Стоматолог. Минск. – 2016 - № 2 (21). – С.55
4. Тони Джонсон, Дункан Дж. Вуд Методики изготовления полных съёмных протезов. – Пер. с англ.- Львов: ГалДент, 2013.- 136 с.

НИЗКОИНТЕНСИВНЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ УЛЬТРАЗВУК В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

С.П. Рубникович, И.С. Хомич

*Белорусская медицинская академия последипломного образования
Республика Беларусь, 220013, г. Минск, ул. П. Бровки, д. 3, корп. 3*

Проведена сравнительная оценка ближайших и отдаленных результатов лечения пациентов с частичной вторичной адентией, которым осуществлена дентальная имплантация с применением низкоинтенсивного импульсного ультразвука.

Разработанные режимы комбинированного воздействия низкоинтенсивным импульсным ультразвуком способствовали нормализации изученных показателей клинического состояния пациентов в первые дни от начала лечения, а также более быстрому восстановлению микроциркуляции в послеоперационный период, в то время как при традиционном лечении эти показатели не восстановились до конца лечения.

Введение.

Проблема повышения эффективности лечения пациентов с частичной вторичной адентией остается актуальной вследствие высокой распространенности этого заболевания, недостаточной эффективности их диагностики и терапии, что диктует необходимость совершенствования методов диагностики, лечения и профилактики [12, 16].

Дентальная имплантация позволяет повысить результаты восстановления жевательной эффективности при протезировании дефектов зубного ряда, улучшить фиксацию съёмных зубных протезов, а при частичном отсутствии зубов заменить их на несъёмные [6, 7, 17].

Теоретический анализ.

Одним из приоритетных направлений научных исследований в области восстановительной медицины является разработка немедикаментозных технологий, используемых в реабилитации пациентов, особенно после хирургических вмешательств для повышения функциональных и адаптивных резервов организма. Это направление актуально в ортопедической стоматологии, основанное на применении внутрикостных имплантатов, что повышает эффективность восстановления жевательной функции и эстетического эффекта при частичной или полной адентии [13 - 15].

Несмотря на многочисленный ряд методик оперативного вмешательства, касающихся как подходов к применению новых имплантатов, так и техники проведения дентальной имплантации остается проблема сохранения и укрепления установленных дентальных имплантатов и профилактики развития послеоперационных воспалительных осложнений [4, 8].

С этой целью достаточно широко применяют методы физиотерапии, направленные на усиление противовоспалительного, регенерационного и иммунокорректирующего эффекта, что является достаточно обоснованным для применения, в дентальной имплантации, а также в стоматологии в целом. Общепринятое лечение пациентов с частичной вторичной адентией имеет много спорных и нерешенных вопросов. Эффективность лечения данной категории пациентов зависит от включения дополнительных лечебно-профилактических мероприятий. Среди множества лечебно-профилактических мероприятий, используемых при лечении частичной вторичной адентией большое значение имеет применение физических факторов. Они широко применяются на различных этапах терапии, профилактики и реабилитации стоматологических заболеваний. В связи с этим представляется важным и необходимым определение оптимальных режимов воздействия низкоинтенсивного импульсного ультразвука с целью ускорения репаративно-регенеративных процессов тканей периодонта при дентальной имплантации [1 – 3, 5]. Цель исследования: провести сравнительную оценку ближайших и отдаленных результатов лечения дентальной имплантации с применением комбинированного воздействия низкоинтенсивного импульсного ультразвука у пациентов с частичной вторичной адентией.

Методика и экспериментальная часть.

Проведено лечение у 61 пациента в возрасте 35 – 44 года, которых распределили на 2 группы в зависимости от примененного лечения. Состав групп был однотипен по степени тяжести частичной вторичной адентией, возрасту и полу пациентов. Контрольную группу составили 30 практически здоровых добровольцев без частичной вторичной адентии, которым не проводили лечение.

Первую группу составили 30 (8,6 %) пациентов с частичной вторичной адентией, которым проводили только имплантологическое лечение. Во вторую группу вошел 31 (8,9 %) пациент, которым наряду с дентальной имплантацией включили комбинированное воздействие низкоинтенсивного импульсного ультразвука на дентальные имплантаты и периимплантные ткани. Всем пациентам второй группы проводили лечение согласно инструкции по применению Министерства здравоохранения Республики Беларусь №056–0615 от 18.06.2015.

При проведении исследования зубочелюстной системы у пациентов для постановки диагноза и выбора плана лечения использовали методики, позволяющие точно классифицировать адентию зубных рядов. Проводился сбор анамнеза и детальное исследование зубочелюстной системы – анализ ортопантомограмм, КЛКТ, функциональная диагностика. Окончательный диагноз ставили на основании клинорентгенологических данных, используя классификацию МКБ-10. Проводили оценку состояния слизистой оболочки периимплантных тканей с учетом показателей микроциркуляции с применением лазерно-оптическую диагностику (ЛОДцф) [9 - 11, 18]. Далее проводили имплантологическое лечение. После завершения лечения все пациенты находились на поддерживающем этапе лечения.

Статистическая обработка данных выполнена в соответствии с современными требованиями к проведению медико-биологических исследований с использованием программы Statistica 6.0. Проверка соответствия их нормальному распределению осуществлялась по критерию Шапиро–Уилкса. Качественные показатели представлены в виде таблиц частот с указанием абсолютной и относительной частот. Сравнения между группами для количественных показателей выполнялись с использованием параметрического t-критерия Стьюдента для несвязанных групп (с учетом критерия Левена) и непараметрических критериев Вилкоксона, Фишера, коэффициент ранговой корреляции Спирмера. Граничным уровнем статистической значимости принят $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение.

Клиническое состояние до лечения у пациентов двух групп было сходным. У всех пациентов определяли сходную сниженную плотность костной ткани челюсти и снижение интенсивности микроциркуляции периимплантных тканей ($p < 0,001$).

По результатам клинического наблюдения первой группы в первые 8 суток после дентальной имплантации произошло ухудшение показателей, характеризующих воспаление и состояние микроциркуляции в периимплантных тканях. Кроме этого через 2 месяца после установки имплантатов у всех пациентов первой группы было выявлено еще более выраженное снижение локальной плотности костной ткани челюстей вокруг установленных дентальных имплантатов и на протяжении всего периода наблюдения присутствовали выраженные микроциркуляторные нарушения.

Установка дентальных имплантатов и последующее протезирование у пациентов первой группы через 3 месяца способствовало устранению частичной вторичной адентии, и как следствие, улучшению эстетического и функционального состояния зубочелюстной системы.

В процессе наблюдения за второй группой пациентов с частичной вторичной адентией установлено лечебное действие комплекса имплантологических мероприятий с применением комбинированного воздействия низкоинтенсивного импульсного ультразвука.

Установлена положительная динамика снижения интенсивности воспаления в ближайшие сроки наблюдения, начиная с 3-х суток после воздействия низкоинтенсивного импульсного ультразвука, и к 8-м суткам наблюдения показатели достигали максимальных значений. При этом показатели микроциркуляции периодонта по данным интенсивности микроциркуляции улучшились в 1,2 раза ($p < 0,05$) по сравнению с исходными показателями без назначения местной лекарственной противовоспалительной терапии.

У всех пациентов второй группы через 2 месяца установили достоверное повышение плотности костной ткани альвеолярного отростка в 1,7 раза ($p < 0,001$) по сравнению со значением до лечения и с первой группой, что подтверждает оптимизацию процессов остеоинтеграции дентальных имплантатов. В связи с тем, уже в этом сроке наблюдения проведен второй хирургический этап дентальной имплантации с последующим протезированием несъемными металлокерамическими конструкциями с опорой на установленные дентальные имплантаты (рис. 1, 2).

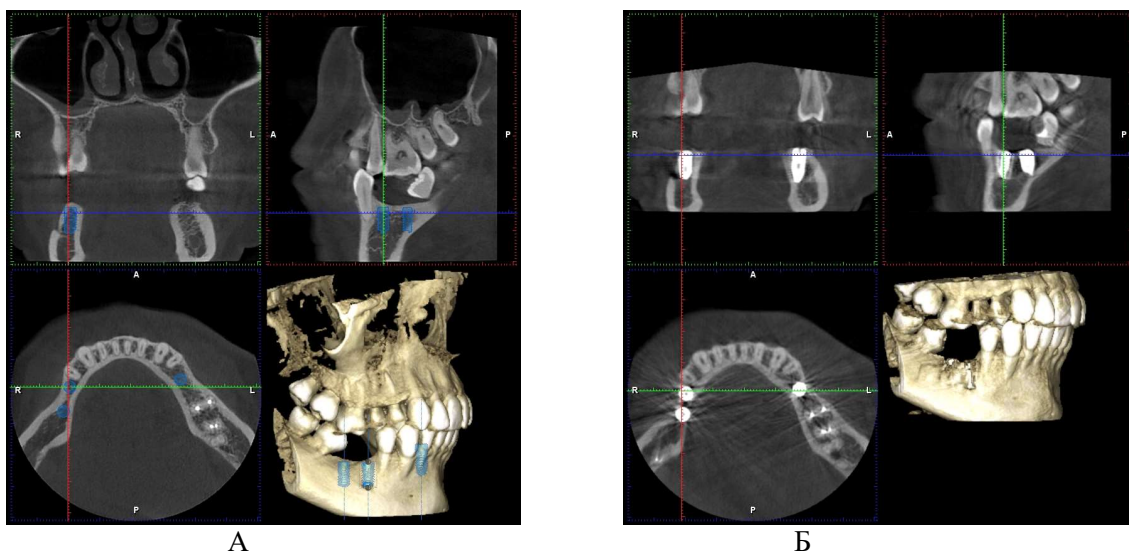


Рисунок 1 – Компьютерная томограмма пациента М.

А – до лечения (на этапе планирования дентальной имплантации); Б – через 2 месяца после дентальной имплантации с включением низкоинтенсивного импульсного ультразвука

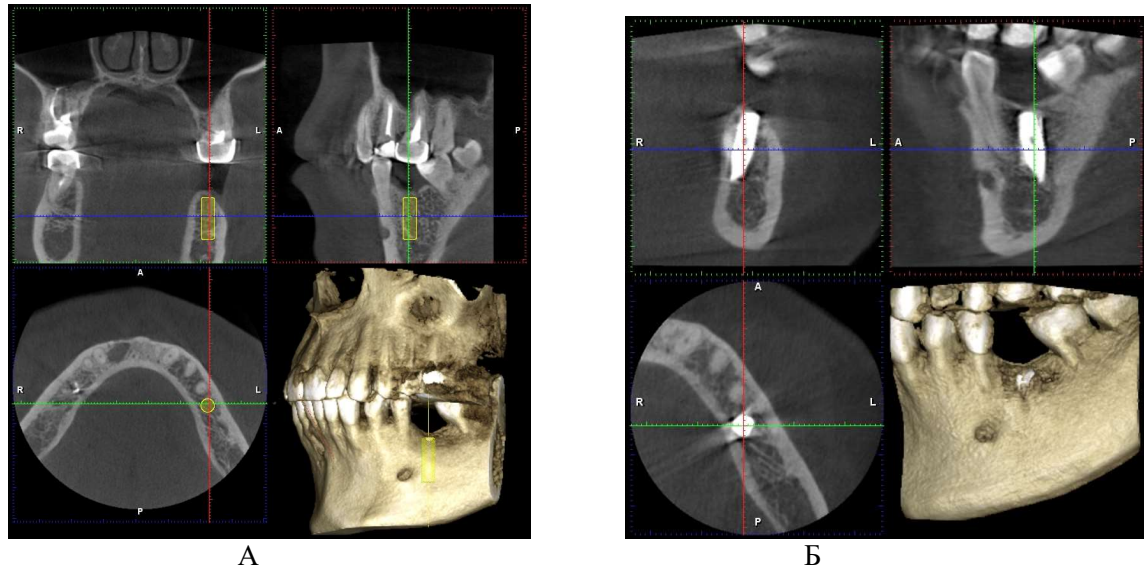


Рисунок 2 – Компьютерная томограмма пациента С.
 А – до лечения (на этапе планирования дентальной имплантации); Б – через 2 месяца после дентальной имплантации с включением низкоинтенсивного импульсного ультразвука

Улучшение состояния периимплантных тканей после лечения установлено у 96,7% пациентов в ближайшие и отдаленные сроки наблюдения (12 – 18 месяцев). При этом показатель микроциркуляции периодонта по данным интенсивности микроциркуляции улучшился в 1,7 раза по сравнению с таковыми исходными ($p < 0,001$).

Разработанный метод лечения с включением низкоинтенсивного импульсного ультразвука облегчает переносимость дентальной имплантации, способствует стойкому восстановлению нормального состояния периимплантных тканей, способствует сохранению объема и улучшению качества периимплантной кости, оптимизирует процессы остеоинтеграции и повышает эффективность имплантологического лечения в целом, что обуславливает целесообразность использования разработанного метода в стоматологии.

Заключение

После имплантации в области частичной вторичной адентии установлено наличие воспаления в периимплантных тканях в первые 8 суток после установки имплантата, через 2 месяца – снижение плотности костной ткани челюстей и ухудшение состояния микроциркуляции по сравнению со здоровыми пациентами.

Разработанные режимы комбинированного воздействия низкоинтенсивным импульсным ультразвуком способствовали нормализации изученных показателей клинического состояния пациентов в первые дни от начала лечения, а также более быстрому восстановлению микроциркуляции в послеоперационный период, в то время как при традиционном лечении эти показатели не восстановились до конца лечения.

Исследования показали, что комплекс имплантологических, физических и физиотерапевтических мероприятий оказывает выраженное лечебное действие характеризуется в: оптимизации процессов остеоинтеграции (по плотности периимплантной костной ткани альвеолярного отростка в 1,7 раза); ослаблении воспалительных явлений (по клиническим показателям); стимуляции процессов микроциркуляции слизистой оболочки периимплантных тканей (по показателю ИМП); сокращении сроков постимплантологического состояния (в среднем до 2,4 суток), времени лечения (на 29,2 дней); а также восстановлению целостности зубного ряда и жевательной функции зубочелюстной системы.

Литература

1. Дедова, Л.Н. Лекарственная вакуум-дарсонвализация – новый метод лечения воспалительных болезней периодонта / Л.Н. Дедова, Л.А. Никифоренков // Медицинский журнал. – 2006. – №4(18). – С.42-45.
2. Денисова, Ю.Л. Применение вакуум-УФО-терапии в комплексном лечении пациентов с хроническим периодонтитом в сочетании с зубочелюстными деформациями / Ю.Л. Денисова // Мед. журн. – 2012. – № 3. – С. 46–49.
3. Денисова, Ю.Л. Влияние вакуум-лазеротерапии на гемодинамику периодонта. // Минск. – Медицинский журнал.- №1(3). – 2003. – С. 35-37.
4. Параскевич, В.Л. Дентальная имплантология.– М.: ООО «Медико-информационное агентство», 2006. – 400 с.
5. Миш, К.Е. Ортопедическое лечение с опорой на дентальные имплантаты / К.Е. Миш. – М.: «Рид Элсивер», 2010.-616 с.
6. Рубникович, С.П. Лазерно-оптическая диагностика болезней периодонта и обоснование методов их лечения / С.П.Рубникович // Стоматолог. Минск – 2012. – № 1 (4). – С. 15–19.
7. Рубникович, С.П. Применение лазерно-оптического метода и коррекция нарушений микроциркуляции у пациентов с хроническим гингивитом. //Минск. - Медицинский журнал. - №2(36). – 2011 – С. 88-92
8. Рубникович, С.П. Применение лазерно-оптического метода при коррекции нарушений микроциркуляции у пациентов с хроническим гингивитом // Минск. – Стоматолог. Минск - №1(4). – 2012 – С. 15-19.
9. Рубникович, С.П. Лечение пациентов с полной адентией верхней челюсти съёмными протезами с опорой на дентальные имплантаты/ С.П. Рубникович // Стоматолог. Минск – 2015. – № 3 (18). – С. 29–36.
10. Рубникович, С.П. Применение современных остеопластических материалов хирургической стоматологии / С.П. Рубникович, И.С. Хомич // Стоматолог. Минск – 2014. – № 4(15). – С. 56-57.
11. Рубникович, С.П. Костные трансплантаты и заменители для устранения дефектов и аугментации челюстных костей в имплантологии и периодонтологии / С.П. Рубникович, И.С. Хомич // Стоматолог. Минск. – 2014. – № 1(12). – С. 77-86.
12. Хомич, И.С. Методика синуслифтинга с созданием аутокостной основы нижней стенки верхнечелюстной пазухи и аугментацией альвеолярного отростка / И.С. Хомич, С.П. Рубникович, С.Ф. Хомич // Стоматолог. Минск. – 2014. – № 2(13). – С. 11-18.
13. Хомич И.С., Дентальная имплантация и протезирование у пациента с сахарным диабетом / И.С. Хомич, С.П. Рубникович, С.Ф. Хомич // Стоматолог. Минск. – 2014. – № 3(14). – С. 67-69.
14. Branemark, P.I. Osseointegration and its experimental background. J Prosthet. Dent. – 1983. – №50: P. 399-410.
15. Real-time blood micro-circulation analysis in living tissues by dynamic speckle technique / Bazulev N.B., Fomin N.A., Lavinskaya E.I., Rubnikovich S.P.// Acta of Bioengineering and Biomechanics. – 2002. T.4. № S1 – С.510.

ИССЛЕДОВАНИЯ КАПИЛЛЯРНОГО ДАВЛЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ЭНДОПЕРИОДОНТИТОМ

Ю.Л. Денисова¹, Н.И. Росеник¹, Л.А. Денисов²

¹*Белорусский государственный медицинский университет
Сухая, 28, Минск, 220004, Беларусь*

²*Белорусская медицинская академия последипломного образования
П. Бровки, 3, Минск, 220013, Беларусь*

Применено устройство для определения капиллярного давления периодонта у пациентов с эндопериодонтитом. Доказано, что для пациентов с эндопериодонтитом характерно повышение капиллярного давления в периодонте в 1,5 раза.

Введение

Механизм развития болезней периодонта диктует необходимость расширенной диагностики, включая определение состояния микроциркуляции периодонта.

Важным звеном в развитии микроциркуляторных нарушений является расстройство капиллярного кровотока, от снижения его интенсивности до капиллярного стаза микроциркуляторного русла. Вместе с тем, артериальное давление в сосудах, в том числе в капиллярах является одним из основных информаторов состояния зубочелюстной системы [1].

Теоретический анализ

В настоящее время в стоматологии среди функциональных методов исследования широко распространена реография, которая графически регистрирует пульсовые колебания электрического сопротивления тканей и определяет не только деятельностью сердца, но и состояние периферических сосудов. Однако данный метод достаточно трудоемкий и его проведение требует выполнения определенных условий.

Применение лазерно-оптической диагностики на основе цифровой спекл-фотографии для определения изменений микроциркуляции в периодонте весьма перспективно для широкого применения вследствие своей высокой чувствительности, относительной доступности, неинвазивного, безболезненного и бесконтактного характера [2].

Целью исследования является применение устройства для определения капиллярного давления в периодонте у пациентов с эндопериодонтитом.

Методика эксперимента.

Для выполнения поставленной цели было применено устройство для определения капиллярного давления в тканях периодонта, которое содержит элемент дозирования нагрузки и нагрузочное средство, соединенные между собой. Элемент дозирования нагрузки, выполнен в виде пневматической системы, содержит включающийся пневматический нагнетатель, ресивер, манометр и соединительные трубки. Нагрузочное средство представляет собой трубчатый наконечник цилиндрической формы, один конец которого присоединен к ресиверу, а второй снабжен закрепленной на нем эластичной мембраной.

Трубчатый наконечник с мембраной – одноразовые инструменты. Эластичная мембрана в рабочем состоянии образует рабочую камеру и принимает форму полусферы радиусом от 2,5 до 3,5 мм. К трубчатому наконечнику присоединен упор, препятствующий непосредственному контакту торца наконечника с тканями периодонта. В трубчатый наконечник воздух поступает через штуцер и может быть оборудован съемными креплениями, предназначенными для установки дополнительного оборудования, необходимого для проведения измерений.

Перед исследованием пневматическую систему проверяли на герметичность. Для этого поднимали давление до 40 – 50 мм рт. ст. и выдерживали систему в течение 5–10 мин. Если давление не менялось, считали систему достаточно герметичной. Пневматический нагнетатель обеспечивал подачу воздуха по соединительным трубкам через ресивер в трубчатый наконечник, где создавалось давление в пределах 20 – 70 мм рт. ст. Воздух поступал в рабочую камеру и, доходя до эластичной мембраны, формировал из нее полусферу радиусом от 2,5 до 3,5 мм.

Под действием дозированной нагрузки десна меняла окраску, что свидетельствовало об изменении кровенаполнения капилляров. Минимальная величина давления, обусловленная выдавливанием крови из капилляров, которая вызывает изменение цвета десны, соответствовала величине давления крови в капиллярах десны.

В процессе проведения исследований прикладывали эластичную мембрану рабочей камеры трубчатого наконечника к тканям исследуемого участка периодонта. В систему нагнетателем вводили воздух до давления, близкого при нормальных условиях к внутрикапиллярному давлению, измеряемому манометром. Постепенно повышали давление в системе и нажимали эластичной мембраной на ткани исследуемого участка периодонта до тех пор, пока не обнаруживали прекращение капиллярного кровотока. Во

время всего исследования максимально сохраняли направление перпендикулярности трубчатого наконечника к изучаемому участку периодонта.

Поскольку во время исследований нагнетатель, ресивер с манометром и рабочая камера трубчатого наконечника объединены соединительными шлангами в замкнутую систему, выдавливание крови из капилляров "зажатых" тканей сопровождается уменьшением объема рабочей камеры (полусферы, образуемой эластичной мембраной) и, следовательно, повышением давления в системе. Такое повышение, отображаемое на манометре, позволяет определить действительное давление внутри капилляров и служит количественной оценкой состояния капилляров периодонта. Чтобы результат был более точным, процедуру повторяли несколько раз, измеряя давление и сопоставляя полученные данные.

Для изучения капиллярного давления в тканях периодонта обследованы 24 пациента в возрасте 20–44 года обоих полов. Контрольную группу составили 30 пациентов с интактным периодонтом. Исследовали десну в области зубов с эндопериодонтитом.

Результаты и их обсуждение.

Показатель капиллярного давления десны у лиц контрольной группы с интактным периодонтом составил $20,3 \pm 0,43$ мм рт. ст.

Капиллярное давление десны у пациентов с хроническим генерализованным сложным периодонтитом в сочетании с эндопериодонтитом при легкой степени тяжести было $28,83 \pm 1,01$ мм рт. ст., при средней – $29,78 \pm 0,4$ мм рт. ст., а при тяжелой – $35,33 \pm 0,74$ мм рт. ст. Среднее значение капиллярного давления по группе отмечено $31,29 \pm 1,0$ мм рт. ст., что в 1,5 раза ($p < 0,001$) больше по сравнению со здоровыми тканями периодонта.

Необходимо отметить, что предложенный метод определения капиллярного давления в тканях периодонта чувствителен (100 %) к изменениям капиллярного давления, что важно для ранней диагностики болезней периодонта.

Закключение.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что апробировано устройство для определения капиллярного давления у пациентов с эндопериодонтитом. Доказано его значительное повышение в 1,5 раза при хроническом сложном периодонтите в сочетании с эндопериодонтитом.

Таким образом, устройство целесообразно использовать для определения капиллярного давления крови в периодонте в норме и при эндопериодонтите. Разработанная методика позволяет повысить точность, достоверность показателей измерения давления в капиллярах тканей периодонта, снижая трудоемкость процесса измерения и повышая удобство работы исследователя.

Список литературы

1. Устройство для определения капиллярного давления в тканях периодонта. Денисова Ю.Л./ Патент РБ на изобретение №15437/ МПК А 61 В5/02 // опубл. 28.02.2012.
2. Базылев, Н.Б. Лазерное зондирование биотканей методами динамической спекл-фотографии в квазиреальном времени / Н.Б. Базылев, Е.И. Лавинская, С.А. Наумович и др. / Доклады национальной академии наук Беларуси. — 2003. — №4 (47). — С. 46–50.
3. Дедова, Л.Н. Эндопериодонтит — новое в классификации болезней периодонта / Л.Н. Дедова, Ю.Л. Денисова, Л.А. Денисов // Стоматолог. Минск. — 2012. — №3 (6). — С. 16–21.
4. Дедова, Л.Н. Распространенность болезней периодонта, кариеса корня зуба, чувствительности дентина и зубочелюстных деформаций в Республике Беларусь по результатам обследования населения в возрастных группах 35–44, 45–54 и 55–64 года / Л.Н. Дедова, Ю.Л. Денисова, О.В. Кандрукевич, А.С. Соломевич, Н.И. Росеник // Стоматолог. Минск. — 2016. — №1. — С. 9–15.
5. Денисова, Ю.Л. Современные вопросы эндопериодонтальных поражений / Ю.Л. Денисова, Н.И. Росеник // Стоматолог. Минск. — 2016. — №3. — С. 25–30.

АНАЛИЗ КОМПЬЮТЕРНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНЫХ СУСТАВОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ

С.П. Рубникович¹, И.Н. Барадина¹, Я.И. Тимчук¹, Ю.Л. Денисова², Д.М. Бородин²

¹ГУО Белорусская медицинская академия последипломного образования

²УО Белорусский государственный медицинский университет

Ул. П. Бровки д3, к3, кафедра ортопедической стоматологии и ортодонтии с курсом детской стоматологии, 220013, г. Минск, Республика Беларусь, тел. +375173286495

Для улучшения результатов диагностики пациентов с заболеваниями височно-нижнечелюстных суставов разработана методика в программе «Osteovizor» с визуализацией и анализом компьютерного изображения при выявлении изменений в костно-суставной системе височно-нижнечелюстных суставов (ВНЧС). Приведен сравнительный анализ результатов исследования 60 конусно-лучевых компьютерных томограмм (КЛКТ) с заболеваниями ВНЧС традиционным методом диагностики (30) и предложенной нами методикой (30) анализа компьютерного изображения в программе «Osteovizor», который показал, что коэффициент вариации оказался равным 3.21% у метода, разработанного нами, а у традиционного метода - 13.16%. Это позволяет утверждать, что предлагаемый нами метод обладает большей диагностической воспроизводимостью. При оценке затрачиваемого времени на анализ рентгенологического исследования одного КЛКТ ВНЧС установлено, что время, затрачиваемое на анализ предложенным нами способом в 3,4 раза меньше традиционного.

Введение.

Заболевания височно-нижнечелюстных суставов (ВНЧС) являются наиболее одной из распространенных форм патологии органов и тканей в стоматологии являются. По данным исследователей, они встречаются в среднем от 28 до 56% взрослого населения, из них дисфункции ВНЧС составляют 95%. С возрастом распространенность и интенсивность заболевания увеличивается [1, 3, 5-10].

Теоретический анализ.

Наиболее перспективным и современным методом диагностики в настоящее время заболеваний ВНЧС является конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ). Однако в практическом здравоохранении он считается дополнительным методом исследования ВНЧС, и применение его имеет определенные трудности в оценке и трактовке анатомо-топографических изменений в ВНЧС.

Цель исследования: повысить эффективность диагностики заболеваний ВНЧС путем разработки и применения новой методики визуализации и анализа рентгеновских изображений на основании данных КЛКТ.

Методика и экспериментальная часть.

Для решения поставленной цели исследования проведен анализ 60 КЛКТ ВНЧС с ортогнатическим прикусом в двух плоскостях сагиттальной и фронтальной с использованием традиционной общепринятой методики анализа и предложенной нами методики в оценке ВНЧС данных КЛКТ. Нами проводился анализ КЛКТ на компьютерном томографе «ProMax-3D» Planmeca ВНЧС в программе «Osteovizor» на 960 измерениях расстояний параметра **b** в КЛКТ ВНЧС исследователями, во время проведения измерений верхней суставной щели произвели 480 измерений затраченного времени (оценивали общее время на проведение измерения параметра верхнесуставной щели ВНЧС).

При проведении КЛКТ ВНЧС изучали суставные элементы и положение нижней челюсти в привычной окклюзии, а также при максимально открытом рте. Исследование позволяло получить четкую информацию о суставах в двух плоскостях: сагиттальной, фронтальной.

Обработка полученных результатов заключалась в реконструированном изображении каждого в отдельности ВНЧС в сагиттальной плоскости, проходящей через центр суставной впадины в положении центральной окклюзии. А также в реконструктивном изображении

положения суставов (обоих одновременно) во фронтальной и аксиальной плоскости, проходящей через центры суставных головок в положении центральной окклюзии.

Анализ полученных рентгенограмм в прикусе проводили по комбинированной методике (Н.А. Рабухина, А.П. Аржанцев, 2002, Л.С. Персин, 2015) изучали расположение суставных элементов в ВНЧС. На полученных поперечных срезах оценивали состояние поверхности суставной головки и суставной ямки, а на реконструктивных сагиттальных и фронтальных изображениях ВНЧС производили определение размеров суставной щели, таких как высота переднего, верхнего, заднего, внутреннего отделов суставной щели [3, 6].

При анализе рентгенограмм ВНЧС изучали расположение суставных элементов в ВНЧС: на рентгенограмме проводили горизонтальную линию АВ от нижнего края отверстия наружного слухового прохода (на линии края височной кости точка В) до вершины суставного бугорка (точка А). В суставной впадине из верхней самой глубокой точки L опускали перпендикуляр на эту линию и отмечали точку пересечения точкой К, а точкой М отмечали на этом отрезке вершину мышелкового отростка. Отмечали точкой А₁ (место пересечения переднего края суставной головки нижней челюсти на отрезке КА) и В₁ (место пересечения заднего края суставной головки нижней челюсти на отрезке КВ). Из точки К под углом 45° слева и справа проводили прямые линии до пересечения с суставной впадиной и отмечали точки С и D, таким образом получали расстояние, которое маркировали как отрезок *a* и *c*. Затем проводили из точки К перпендикуляр и получали расстояние или отрезок *b*. Из нижней точки вырезки нижней челюсти чертили перпендикуляр на продолжение линии LN, и место пересечения обозначали точкой N. Проводили изучение следующих параметров ВНЧС: длину мышелкового отростка (NM); высоту головки нижней челюсти (KM); ширину головки нижней челюсти А₁ В₁; ширину суставной щели: у входа в переднем отделе А А₁, у входа в заднем отделе В В₁, под углом 45° в переднем отделе (*a*) и под углом 45° в заднем отделе (*c*), в верхнем отделе (*b*). Ширину суставной впадины измеряли горизонтальной линией между точками А и В (рис. 1).

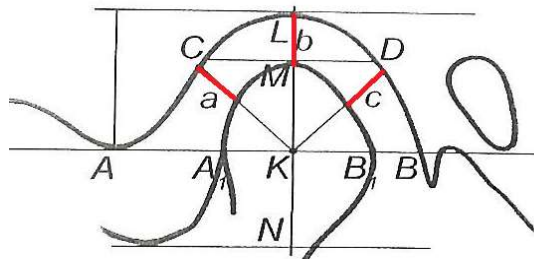


Рисунок 1 – Схема расчета расположения суставных элементов в боковой проекции в височно-нижнечелюстном суставе на рентгенограмме при закрытом рте пациента.

Статистический анализ выполняли на языке программирования R (Выпуск: 3.2.1 от 18 июня 2015 года, лицензия: GNU GPL 2).

Применялись методы статистической обработки: для оценки согласованности получаемых измерений использовали одновыборочный t-критерий статистического отличия от нуля разности значений двух методов измерений, для оценки воспроизводимости считали коэффициенты вариации, а для оценки затрачиваемого времени применили однофакторный дисперсионный анализ [3, 6].

Результаты и их обсуждение.

Нами была разработана методика анализа компьютерного изображения с учетом диагностических критериев в определении состояния ВНЧС. Диагностическими критериями в разработанной нами методике служили следующие параметры: 1) размер

суставной щели в переднем, верхнем и заднем направлениях; 2) наличие деструкции костных элементов и выявление остеофитов, оксалатов и прочих отложений на поверхности суставной головки.

Методика анализа компьютерного изображения заключалась в следующем: для получения результатов врачу необходимо загрузить КЛКТ, определить линию среза или зону исследования, затем программа проводит детализацию изображения. Получив детализацию изображения врачу нужно выделить участок исследования (рис. 2).

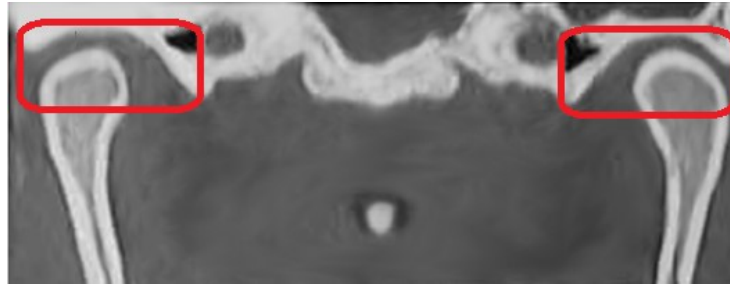


Рисунок 2 – КЛКТ ВНЧС пациентки Б. в возрасте 24 лет с обозначенным участком для исследования.

В обоих височно-нижнечелюстных суставах осуществляли расчет параметров следующим образом: для оценки размеров суставной щели в переднем (а), верхнем (б) и заднем (с) направлениях (рис. 2) по выводным графикам которые отображаются на мониторе компьютера. В своем исследовании для одинаковой трактовки показателей мы рассчитывали расстояние **b** – верхне-суставную щель височно-нижнечелюстного сустава, так как это расстояние одинаково во всех проекциях КЛКТ рисунок 3.

Для определения расстояния **b** в суставной щели между суставными поверхностями в ВНЧС на графике выбирали точку (голубого цвета), отмеченную на рисунке 3а, которая соответствует вершине суставной головки, и определяли ее координату по оси абсцисс (серая линия). На гистограмме рисунок 3б отмечали абсциссу этой точки и определяли соответствующее значение расстояния в мм по оси ординат. Стоит отметить, что определяли расстояния **b** для удобства статистической обработки, так как это расстояние наиболее информативно для сравнения нашего метода и традиционного общепринятого.

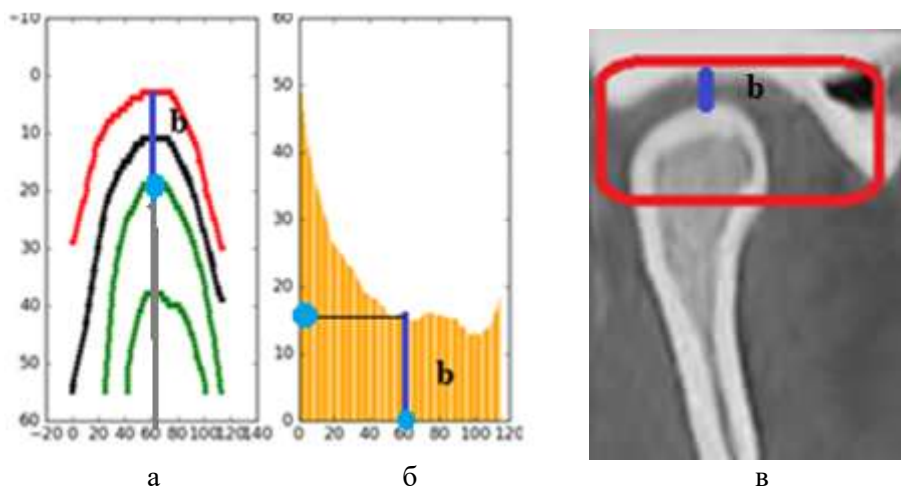


Рисунок 3 – Пример расчета верхнесуставной суставной щели (b) левого ВНЧС пациентки Б. в возрасте 24 лет

Разработанный в нашем методе алгоритм можно применить к любой проекции любого сустава для оценки размера суставной щели на любом отрезке суставной полости, и

позволяет получить значительно больше параметров, которые не измеряются по другим методикам, а также дает на выходе информативные графики, позволяющие быстро сформировать выводы (например, в норме графики должны быть зеркальными отображениями друг друга, а также иметь ровный контур). Для определения наличия структурных изменений в костно-суставной системе изменения в структуре костной ткани оценивали в графике по измененному рельефу в виде зазубрин на гистограммах. Зазубрины в виде выпячивания на гистограмме свидетельствуют о деструкции костной ткани, а в виде впадин о наличии остеофитов. Сглаженный рельеф указывает на деструкцию суставной головки и определяется как артроз ВНЧС.

При оценке согласованности получаемых измерений использовали одновыборочный t-критерий статистического отличия от нуля разности значений двух методов измерений. Нулевая гипотеза относительно отсутствия отличия между стандартным и предлагаемым нами методом подтвердилась. Так разности значений двух методов измерений статистически не отличается от нуля $t = -0.43623$, $df = 959$, $p\text{-value} = 0.6628$.

Воспроизводимость оценивали при помощи коэффициентов вариации. У метода, разработанного нами коэффициент вариации оказался равным 3,21%, а у стандартного метода равным 13,16%. Это позволяет утверждать, что предлагаемый нами метод обладает большей диагностической воспроизводимостью.

Затрачиваемое время на анализ рентгенологического исследования оценивали при помощи однофакторного дисперсионного анализа. Время, затрачиваемое на анализ одной КЛКТ (обоих суставов) при традиционном стандартном способе составило 432.47 ± 49.94 сек, а предложенным нами способом составляло 126.96 ± 16.80 сек., что в 3,41 раза меньше. Стоит отметить, что основные временные затраты нового метода связаны не с расчетами, а с открытием файлов в директориях. Сам расчет заданных параметров осуществляется в течение нескольких секунд. При статистической обработке коэффициент F оказался равным 24001, а уровень значимости $p = 2 \cdot 10^{-16}$, что доказывает достоверное различие по времени. Для визуализации временных отличий воспользовались графиком бокс-плот (рис. 4).

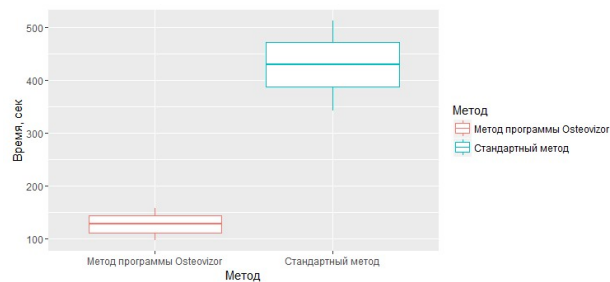


Рисунок 4 – Результаты сопоставления временных затрат при диагностике традиционным стандартным методом и предложенным нами алгоритмом

Заключение.

1. Анализ согласованности полученных данных разработанного нами алгоритма оценки состояния ВНЧС и традиционного общепринятого метода показал, что данные полученные обоими методами согласованы и разность значений двух методов измерений статистически не отличается от нуля.

2. В разработанный нами методике алгоритм оценки состояния суставной щели и структурных элементов ВНЧС имеет высокую воспроизводимость, что улучшает диагностику пациентов с заболеваниями височно-нижнечелюстных суставов и повышает эффективность лечения.

3. Анализ временных затрат двумя методиками измерения, традиционной общепринятой и разработанной нами методикой алгоритма определения состояния ВНЧС и

выявления патологических изменений в ВНЧС показал, что предлагаемый нами алгоритм автоматической оценки оказался в 3,4 раза ($p = 2 \cdot 10^{-16}$) быстрее, что приводит к уменьшению затрат во времени на выполнение диагностической манипуляции.

Литература

1. Артюшкевич, А. С. Заболевания височно-нижнечелюстного сустава / А. С. Артюшкевич // Современ. стоматология. – 2014. – № 1. – С. 11–14.
2. Барадина, И.Н. Лечебно-диагностические мероприятия у пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстных суставов. / И.Н. Барадина // Стоматолог.– №2.– 2014. – С. 23-25
3. Гелетин, П. Н. Сравнительная характеристика способов визуализации элементов височно-нижнечелюстного сустава / П. Н. Гелетин, Д. В. Рогоцкий // Ин-т стоматологии. – 2011. – № 3. – С. 56–57.
4. Гланц, С.С. Медико-биологическая статистика. Mc Graw-Hill, 1994; М.: Практика, 1998. — 459 с
5. Манаква, Я. Л. Возможности спиральной компьютерной и магнитно-резонансной томографии в диагностике ревматоидного артрита височно-нижнечелюстного сустава / Я. Л. Манаква, А. П. Дергилев, Л. А. Богодерева // Мед. визуализация. – 2006. – № 2. – С. 94–97.
6. Персин, Л. С. Ортодонтия. Диагностика и лечение зубочелюстно-лицевых аномалий и деформаций: учебник / Л. С. Персин. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 640 с.
7. Рабухина, Н. А. Стоматология и челюстно-лицевая хирургия: атлас рентгенограмм / Н. А. Рабухина, А. П. Аржанцев. – М. :МИА, 2002. –302 с.
8. Рубникович, С. П. Инновационные технологии лечения пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстных суставов / С. П. Рубникович, И. Н. Барадина // Кубанск. науч. вестн. – 2014. – № 4. – С. 98–102.
9. Рубникович, С. П. Современные технологии в лечении пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстных суставов / С. П. Рубникович, И. Н. Барадина // Инновационные технологии в медицине. – 2014. – № 2. – С. 111–118.
10. Рубникович, С. П. Лечение пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстных суставов / С. П. Рубникович, И. Н. Барадина // Стоматолог. – 2015. – № 2. – С. 26–30.

ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА T-SCAN В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ЧАСТИЧНОЙ ВТОРИЧНОЙ АДЕНТИЕЙ И БОЛЕЗНЯМИ ПЕРИОДОНТА

С.П. Рубникович, А.И. Майзет

*Белорусская медицинская академия последипломного образования
ул. П. Бровки 3, к.3, каф. ортопедической стоматологии и ортодонтии с курсом детской стоматологии, 220113, г. Минск, Республика Беларусь, тел. +375173286495*

Анализ статической и динамической окклюзии на различных этапах протезирования является ключевой задачей врача стоматолога – ортопеда. Для регистрации окклюзионных контактов применяются целые группы различных материалов: артикуляционные бумаги различной толщины от 200 микрон до артикуляционной фольги толщиной 8 микрон, восковые пластинки, термопластичные и силиконовые массы для получения отображения окклюзионных отпечатков – окклюдограммы. Также важным критерием оценки распределения жевательных сил является индекс окклюдограммы (ИОКГ), который позволяет количественно оценить состояние окклюзии до, в процессе и после лечения пациентов [1]. Однако, используя данные методики остаются неизученными важные показатели окклюзии при протезировании пациентов, такие как определение первичного окклюзионного контакта и дальнейшая последовательность распространения окклюзионных контактов, направление вектора силы, процентное соотношение нагрузки на правой и левой стороне, не всегда удается точно установить локализацию точки максимального контакта [2-6].

Введение.

Для достижения прогнозируемого долгосрочного результата ортопедического лечения стоматологических пациентов, особенно с сопутствующими заболеваниями периодонта важную роль играет создание рационального распределения окклюзионных контактов. Максимальное устранение травматической «чрезмерной» нагрузки в

периодонте путем перенаправления вектора действия силы на зуб, распределения адекватной нагрузки на опорные элементы конструкций зубных протезов, устранения нежелательных балансирующих и гипербалансирующих супраконтактов, а также создания множественных двусторонних контактов во всех видах окклюзии, с сохранением бугоркового перекрытия жевательной группы зубов являются важными и ответственными этапами протезирования пациентов для врача стоматолога ортопеда [7].

Нерациональные окклюзионные контакты на искусственных коронках и мостовидных протезах могут стать причиной развития хронической окклюзионной травмы опорных зубов. Из-за чрезмерных и нефизиологических нагрузок ткани периодонта теряют свои резервные способности. Это приводит к резорбции костной ткани вокруг периодонтальной связки, что приводит к расширению периодонтальной щели и появлению повышенной подвижности опорных зубов. По мере снижения резервных сил периодонта даже естественная нагрузка становится чрезмерной и травмирующей. Ускоренная резорбция альвеолярного отростка изменяет соотношение внеальвеолярной и внутриальвеолярной части зуба и увеличивает рычажное воздействие на зубы. Нерациональное распределение нагрузки на опорные зубы ортопедической конструкции вызывают удлинение волокон периодонтальной связки, изменяется топография микрососудов, в последующем происходит их тромбоз, геморрагии и некроз периодонтальной связки [7, 8].

Такие осложнения как дефекты твердых тканей зубов (клиновидные дефекты), острые и хронические формы пульпитов и периодонтитов зачастую проявляются в ближайшие и отдаленные сроки протезирования пациентов с частичной вторичной адентией [7]. По данным исследований, своевременное выявление и устранение предрасполагающих факторов нарушения окклюзии повышают эффективность комплексного лечения пациентов с заболеваниями тканей периодонта, а также снижают количество осложнений в ближайшие и отдаленные сроки протезирования [8-11].

Современным и наглядным методом определения окклюзионных контактов является цифровая система диагностики окклюзионных контактов от компании Tekscan T-Scan. Аппарат T-Scan состоит из ручного блока управления, в котором закрепляется многоразовая сенсорная пластина в форме зубной дуги. Блок управления подключается к персональному компьютеру. В базу данных программы вносятся данные стоматологических пациентов, проходящих обследование (ФИО пациентов, зубная формула, ширина зубов). Пациента при проведении исследования усаживают в кресле в максимально вертикальном положении, вводят в полость рта сенсорную пластину, располагая позиционер блока управления между центральными резцами верхней челюсти и прижимают пластину к верхнему зубному ряду. После нажатия кнопки REC на блоке управления пациент закрывает и открывает рот в привычном ему положении и просят больного сомкнуть и разомкнуть челюсти привычным для него образом. После нескольких смыканий челюстей останавливают запись еще одним нажатием кнопки REC. Компьютерная программа отображает на мониторе полученные данные. Во основном окне отображается 2Д-изображение, где при помощи различной цветовой маркировки (от синего, где имеется слабый контакт, до красного, где контакт максимальный) отображены плоскостные контакты в зависимости от силы сжатия, а также распределение нагрузки в процентах на каждый отдельный зуб, на фронтальный жевательный отдел, на левую и правую стороны. В центре 2Д окна находится изображение суммарного вектора окклюзионной нагрузки, где изображен график траектории вектора силы, которая рисуется в зависимости от индивидуальной последовательности возникновения окклюзионных контактов. Вектор может иметь различные направления в зависимости от характера преждевременных контактов. При сбалансированных формах окклюзии эта траектория имеет форму прямой линии, направляющаяся сверху вниз от точки между центральными

резцами к условной точке пересечения средней линии и горизонтальной линии, проведенной на уровне дистального края первых премоляров в центре 2Д изображения и заканчивающаяся в центре светлого овального окна. Расположение линии в центре изображения означает сбалансированность контактов между группами и сторонами, а ровная прямая сверху вниз, что первый контакты происходят во фронтальном отделе и распространяются в жевательном. В трехмерном изображении окклюзионных контактов наиболее информативно отображены проблемные участки и зоны супраконтактов с помощью объемных столбиков, окрашенных по тому же принципы, что и на 2Д изображении [12,13].

Методика эксперимента.

Перед началом ортопедического лечения стоматологических пациентов проводят стандартное стоматологическое обследование, которое включает: опрос, осмотр по общепринятой методике, а также изучение объективных показателей, которое включало определение основных гигиенических, десневых и периодонтологических индексов (ОНИ-S, GI, КПИ), а также определение интенсивности микроциркуляции в тканях периодонта на основе лазерно-оптической диагностики (ЛОДцсф) [14]. После проведения предварительных подготовительных терапевтических и периодонтологических мероприятий приступают непосредственно к протезированию. Проверку окклюзионных взаимоотношений производят на этапах припасовки временных пластмассовых конструкций, припасовке и сдаче постоянных металлокерамических и безметалловых конструкций, через неделю, месяц, 6 месяцев и один год. После получения данных устраняют асимметрию распределения площади контактов по группам и сторонам максимально приближаясь в процентном к 0% и соотношению силы к 50:50. Далее проводят коррекцию графического изображения траектории вектора силы. После этого определяют длину окклюзионного времени, которая отражает временной интервал, с момента первого контакта между зубами до того момента, когда достигается и сохраняется статический фиссурно-бугорковый контакт. Оно показывает, насколько быстро и одновременно зубы смыкаются. Чем короче окклюзионное время, тем меньше времени требуется для достижения контакта между всеми зубами. Согласно рекомендациям, окклюзионное время должно составлять менее 0,25 сек. Далее анализировали время дисокклюзии при клыковом и резцовом ведении. Увеличение временного интервала от начала экскурсии нижней челюсти до полного размыкания в боковых отделах более чем 0,4 сек, указывает на наличие супраконтактов в области жевательных зубов [15, 16].

Исходя из полученных данных цифровой окклюдодиаграммы убирают точки супраконтактов с красной и желтой маркировкой путем избирательного пришлифовывания.

Все данные пациентов сохраняют в персональном компьютере и используют в дальнейшем для объективного контроля состояния пациентов после лечения.

Результаты и их обсуждение.

Использование программы T-Scan позволяет моментально оценить функциональные нагрузки и нагрузки, выходящие за пределы функциональных, временную последовательность возникновения контактов и давление на окклюзионную поверхность, возникающее при взаимодействии зубов верхней и нижней челюстей во время движений нижней челюсти. Использование современных методов диагностики и рациональное сбалансированное распределение окклюзионных контактов между опорными элементами, зубами – антагонистами, а также правой и левой сторонами существенно снижает число осложнений, рецидивов и обострений заболеваний тканей периодонта опорных зубов у людей с частичной вторичной адентией и болезнями периодонта в ближайшие и отдаленные сроки протезирования, что увеличивает сроки службы ортопедических конструкций и повышает качество изготовленной работы.

Заключение.

Таким образом, точное определение супраконтактов с помощью цифровых технологий при ортопедическом лечении во время первичной диагностики на этапах припасовки или фиксации несъемной ортопедической конструкции позволяет значительно уменьшить количество возможных ошибок. Применение цифрового аппарата T-Scan возможно на всех этапах ортопедического лечения стоматологических пациентов и решает ряд тех клинических задач, которые невозможно решить с применением стандартных методик определения окклюзионных контактов. Компьютерный объемный 3Д анализ окклюзионных взаимоотношений позволяет провести наиболее точную диагностику для коррекции межокклюзионных соотношений, которую невозможно получить при применении одних стандартных методов с применением артикуляционной бумаги.

Список литературы

1. Рубникович С.П.; Барадина И.Н.; Денисова Ю.Л. Диагностика заболеваний височно-нижнечелюстных суставов. // Минск. – кафедра ортопедической стоматологии с курсом детской стоматологии БелМАПО. - Учебно-методическое пособие. – 2015.
2. Мамедова Л.А., Осипов А.В., Смотрова А.Б. Анализ окклюзионных контактов при восстановлении жевательных зубов с помощью компьютерной программы T-scan.// Москва. – Стоматология для всех. - №2. – 2009. – С. 22-25.
3. Булычева Е.А., Булычева Д.С. Использование диагностического сканера «T-SCAN» для анализа окклюзионных взаимоотношений зубных рядов в практике врача-стоматолога ортопеда.// Белгород. – Сборник стоматология славянских государств. – 2015. – С. 50-53.
4. Мамедова Л.А., Ефимович О.И. Сочетанное применение электромиографии и программы T-scan для коррекции окклюзионных нарушений при заболеваниях пародонта и миофасциальном синдроме.// Москва. – Военно-медицинский журнал. - №6. – 2014. – С. 65-67.
5. Грицай И.Г., Козицына С.И., Алпатова В.Г. Анализ применения аппарата T-SCAN в стоматологической практике при окклюзионных нарушениях.// СПб. – Институт стоматологии. - №4. – 2015. – С.58-61.
6. Юрченко С.Ю., Шумский А.В., Мацкевич А.А. T-Scan в диагностике неврогенных заболеваний полости рта // Москва. – Клиническая стоматология. - №2(58). – 2011. – С. 76-798
7. Дедова Л.Н., Соломевич А.С., Денисова Ю.Л. Окклюзионная травма. // Минск. – 3я кафедра терапевтической стоматологии БГМУ. - Учебно-методическое пособие. – 2013. –С.6-8.
8. Дедова, Л.Н. Диагностика болезней пародонта: Учебно-метод. пособие / Белор. госуд. мед. унив.; Сост. Л.Н.Дедова – Минск, 2004. – 70с.
9. Рубникович, С.П. Комплексное лечение болезней пародонта (пародонта) и зубочелюстных аномалий на основе лазерно-оптической диагностики / С.П.Рубникович, Ю.Л. Денисова // Маэстро стоматологии. – 2011. – № 4. – С. 78–82.
10. Шотт И.Е., Юрис О.В., Долин В.И. Диагностика окклюзионных взаимоотношений. // Минск. – Кафедра общей стоматологии БелМАПО. - Учебно-методическое пособие. – 2013. – С. 19-22.
11. Долгалев А.А. Методика определения площади окклюзионных контактов с использованием программного обеспечения Adobe Photoshop и Universal Desktop Ruler. // Москва.– Стоматология.– 2007.– №2.– С. 68–72.
12. Юрис О.В. Особенности окклюзионных нарушений у пациентов с различными нозологическими формами болезней пародонта. // Минск.– Медицинские новости.– 2015.– №11.– С. 53-56.
13. Throckmorton G.S., Rasmussen J., Caloss R. Calibration of T-Scan sensors for recording bite forces in denture patients.// Dallas. - Journal of oral rehabilitation. – Volume 36, Issue 9. – 2009. – P. 636-644.
14. Рубникович, С.П. Применение лазерно-оптического метода выявления и коррекции нарушений микроциркуляции на основе спекл-фотографического анализа при лечении пациентов с хроническим пародонтитом / С.П.Рубникович, Л.Н. Дедова // Минск.– Пародонтология. – 2011. Т.16– № 3. – С. 12–16.
15. Y.-L. WANG, J. CHENG, Y.-M. CHEN, K. H.-K. YIP, R. J. SMALES, X.-M. YIN. Patterns and forces of occlusal contacts during lateral excursions recorded by the T-Scan II system in young Chinese adults with normal occlusions.// Dallas. - Journal of oral rehabilitation. – Volume 38, Issue 8. – 2011. – P. 571-578.
16. Kerstein, R.B., Grundset, K., Obtaining Bilateral Simultaneous Occlusal Contacts With Computer Analyzed and Guided Occlusal Adjustments. Quintessence Int. 2001;32:7-18.

КЛИНИЧЕСКИЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО АППАРАТА ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА «DENT-35» ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ДЕНТИННО-ПЛОМБИРОВОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ

С.П. Рубникович, В.Т Минченя, Ю.А. Костецкий

*Белорусская медицинская академия последипломного образования
Кафедра ортопедической стоматологии и ортодонтии с курсом детской стоматологии
Республика Беларусь, г. Минск, ул. П. Бровки 3/3*

В данной статье рассматриваются вопросы поиска новых методов эффективного эндодонтического лечения зубов. В частности, к способу герметизации корневых каналов зубов с помощью низкочастотного ультразвука. По данным исследований, проведенных на кафедре ортопедической стоматологии и ортодонтии с курсом детской стоматологии БелМАПО, метод герметизации корневых каналов с помощью низкочастотного ультразвука способствует формированию дентино-пломбированного соединения с различными силерами. Применение низкочастотных колебаний акустических позволяет повысить качество эндодонтического лечения зубов. Низкочастотный ультразвуковой стоматологический аппарат «DENT-35» был впервые применён в клинической практике.

Введение

Ультразвуковая терапия, по мнению многих ученых и специалистов, считается одним из наиболее распространенных и высокоэффективных методов современной физиотерапии и активной терапии, используемых в комплексном лечении широкого спектра заболеваний не только стоматологии, но и в других отраслях практического здравоохранения [1,2,3]. Значительное место, при этом, отводится низкочастотной ультразвуковой хирургии и консервативной терапии, которые на протяжении трех последних десятилетий обогатились рядом клинико-физиологических и экспериментальных исследований. Биологическое действие низкочастотного ультразвука, происходящее в озвучиваемой среде, может быть обусловлено как прямым действием ультразвука (кавитацией, акустическими потоками, переменным звуковым давлением и пр.), так и непрямым действием, то есть вторичными эффектами воздействия (биохимическими, тепловыми, электро-физическими и др.) [3]. Разработка перспективных методов лечения, использующих энергию низкочастотного ультразвука, выявление адекватных режимов, интенсивностей и экспозиций озвучивания биообъектов в соответствии со спецификой заболевания и индивидуальными особенностями организма остается актуальной задачей практического здравоохранения [4,5].

Теоретический анализ.

Целью проводимого исследования являлись оценка клинической эффективности и эксплуатационных характеристик разработанного отечественного аппарата стоматологического «DENT-35» ТУ ВУ 100232486.044, а также возможности его широкого клинического применения для эндодонтического лечения зубов.

Задачи проводимого исследования:

1. Изучить соответствие декларируемой способности стоматологического аппарата «DENT-35» обеспечивать заявляемую функциональность её фактической реализации.
2. Оценить функциональные свойства стоматологического аппарата «DENT-35» и их соответствие техническим характеристикам по параметрам:
 - общей функциональности;
 - удобства практического применения;
 - общей безопасности.
3. Оценить полноту, правильность и доступность изложения информации в руководстве по эксплуатации.

4. Провести сравнительный анализ «DENT-35» с аналогичными изделиями, зарегистрированными в Республике Беларусь.

Методика и экспериментальная часть.

Для оценки клинической эффективности эндодонтического лечения зубов использовался ультразвуковой стоматологический аппарат «DENT-35».

Аппарат стоматологический низкочастотный ультразвуковой «DENT-35» для формирования дентинно-пломбировочного соединения применяется при пломбировании корневых каналов зубов с целью устранения избыточного содержания воздуха в структуре корневой пломбы, эффективного заполнения внутренней полости корневого канала и микроканалов корня зуба, при котором пломбировочный материал образует герметичное соединение с дентином канала корня зуба.

Практическое применение разработанного устройства основано на воздействии низкочастотным ультразвуком через сменный эндодонтический волновод на эндодонтические пломбировочные материалы (силеры) в корневом канале зуба. Низкочастотный ультразвук способствует возникновению сдвиговых акустических волн, в результате чего формируется комбинация продольных и поперечных акустических потоков, которая при воздействии на силеры способствует увеличению их адгезии к дентину корня зуба [4,5,6].

Методика клинических испытаний заключалась в оценке таких параметров как: оценка общей безопасности и функциональности ультразвукового стоматологического аппарата; оценка информативности руководства по эксплуатации; нежелательные явления, связанные с применением испытуемых изделий; оценка эффективности применения ультразвукового стоматологического аппарата при эндодонтическом лечении зубов.

Ультразвуковой аппарат и инструментарий обладают как большой универсальностью, так и высокоточной производительностью, кроме того, он обеспечивает контроль частоты и амплитуды колебаний. Такая способность позволяет в области эндодонтии, где применение большого разнообразия насадок, отличающихся по жёсткости, форме, длине, размеру и материалу, из которого они изготовлены, работать в разных режимах.

Ультразвуковой аппарат «DENT-35» обладает следующими свойствами:

1. Удобный наконечник для клинического применения.
2. Автоматическое отслеживание частоты, обеспечивающее стабильную и устойчивую работу прибора на протяжении всех этапов лечения.
3. Съёмный наконечник, который может стерилизоваться в автоклаве при высокой температуре до 135°C и давлении до 0,22МПа.
4. Цифровое программное управление, обеспечивающее легкость в обращении и более эффективное пломбирование корневого канала.

Эти свойства делают «DENT-35» продуктом нового поколения на мировом рынке стоматологической продукции [7,8].

Следуя данным критериям оценки, в настоящее время для нужд практического здравоохранения в Республике Беларусь был разработан и прошёл клинические испытания комплект ультразвукового оборудования «DENT-35» для эндодонтического лечения зубов (рисунок №1).



Рисунок 1 – Ультразвуковой генератор DENT-35

Клинические испытания проводились в учреждениях здравоохранения г. Минска: УЗ «7-я городская стоматологическая поликлиника», УЗ «12-я городская клиническая стоматологическая поликлиника», ГУ «Республиканская клиническая стоматологическая поликлиника». Согласно критериям включения (Inclusion criteria), указанных в программе испытаний, были сформированы три группы пациентов в количестве 30 человек, которым проводилось эндодонтическое лечение и пломбирование корневых каналов зубов при помощи ультразвукового стоматологического аппарата «DENT-35».

Оценка эффективности и безопасности проводилась по факту соответствия испытуемого стоматологического аппарата «DENT-35» его заявленным характеристикам согласно перечню индивидуальных регистрационных карт и анкет. Сбор данных осуществлялся путем физикального обследования, анкетирования персонала исследовательской базы. Ведение записей осуществлялась в регистрационной карте испытуемого врачом-исследователем. Оформление результатов записывалось в протокол и акты приёмочных клинических испытаний. Результаты оформлялись отчётом о проведении клинических испытаний.

Статистическая обработка и анализ данных исследования выполнялся методом непараметрической статистики (расчёт медианы и 1-го, 3-го процентилей) – для расчёта параметров надёжности, прочности, эргономичности и удобства практического применения после его ранговой оценки. Контроль качества проведения клинических испытаний осуществлялся на всех этапах работы с данными, с целью обеспечения их достоверности и правильности обработки (таблица №1).

Таблица 1 Статистические результаты исследований

ИЗДЕЛИЕ	ПАРАМЕТР	РЕЗУЛЬТАТЫ			РЕФЕРЕНТНОЕ ЗНАЧЕНИЕ	ЗАКЛЮЧЕНИЕ
		Медиана	1-й процентиль	3-й процентиль		
«DENT-35»	Надёжность	5	5	5	≥ 4	соответствует
	Прочность	5	5	5	≥ 4	соответствует
	Эргономичность	5	5	5	≥ 4	соответствует
	Удобство в эксплуатации	5	5	5	≥ 4	соответствует

Результаты и их обсуждение.

Проведенные клинические испытания отечественного ультразвукового стоматологического аппарата «DENT-35» и комплектующих его гибких волноводов для эндодонтического лечения зубов показали, что они полностью соответствуют своему назначению, не вызывают побочных реакций и не оказывают повреждающего действия на

ткани периодонта и твёрдые ткани зубов. Уровень клинической эффективности стоматологического аппарата «DENT-35» в достаточной мере соответствует дорогостоящим зарубежным аналогам и значительно расширяет спектр своего применения в практическом здравоохранении [7,9].

Современный ультразвуковой стоматологический аппарата «DENT-35», воплощающий в жизнь продвинутое достижения в стоматологии выполнен с использованием цифровых технологий и задуман для эффективного и простого лечебно-профилактического использования. Комплект медицинского назначения «DENT-35» предназначен пломбирования корневых каналов зубов, хотя имеет в себе потенциал, предназначенный для проведения обработки и очистки корневых каналов зуба. Съёмный наконечник-волновод выполнен из прочного материала, что позволяет его автоклавируют при температуре 135 °С.

Преимущества:

- **Эргономичность.** Удобные формы наконечников-волноводов и облегченный вес оборудования снижают ежедневные нагрузки специалиста.

- **Безопасность.** Все съёмные соединения автоклавируются, а поверхности дезинфицируются, исключая риск перекрестных инфекций.

- **Совместимость.** Возможность использования взаимозаменяемых эндоинструментов зарубежных производителей позволяет использовать в работе привычные инструменты, сокращая затраты.

- **Эффективность.** Клинические результаты использования оборудования соответствуют показателям европейских аналогов.

- **Экономичность.** Стоимость оборудования позволяет существенно сокращать затраты на оснащение стоматологического кабинета.

- **Удобство.** Наглядный цифровой контроль частоты позволяет точно настраивать требуемые режимы.

Заключение.

Учитывая полученные результаты клинических испытаний ультразвукового стоматологического аппарата «DENT-35», их достоверность, целесообразно рекомендовать использование указанного комплекса медицинского оборудования для широкого применения с целью повышения эффективности эндодонтического лечения зубов и снижения себестоимости лечебно-профилактических мероприятий при лечении воспалительных заболеваний пульпы зуба.

Литература

1. Белогород, М. Применение ультразвука в эндодонтии /М.Белогород/ ДентАрт. -2008. -N4. - С.20-26.
2. Трофимова Е.К., Стрельцова Е.А. Применение ультразвука при повторном эндодонтическом лечении. Стоматологический журнал. –2006. №1. –С.24-27.
3. Акоюн, В.Б. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами. Ультразвук в медицине, ветеринарии и экспериментальной биологии / В.Б. Акоюн, Ю.А. Ершов, С.И. Щукина -М., 2005. -224 с.
4. Берутти, Э. Кантаторе Дж., Кастеллуччи, А. Новые ультразвуковые насадки для эндодонтии Старт-Икс /Э. Берутти, Дж. Кантаторе, А. Кастеллуччи/ ДентАрт. – 2010. – №1.
5. Белогород, М. Применение ультразвука в традиционной эндодонтии /М.Белогород/ Эндодонтическая практика. - 2010. - №2. - С.11-16.
6. Колмыкова, И. Клиническая оценка эффективности ультразвуковой обработки корневых каналов при пульпитах и хронических периодонтитах /И. Колмыкова/ ДентАрт. – 2004. – №2. – С. 37-40.
7. Горни, Ф. Использование ультразвука в эндодонтии /Ф. Горни/ - Режим доступа: <http://endoforum.ru/doc/Gorny.pdf>
8. ГОСТ 12.1.001-89 Система стандартов безопасности труда. Ультразвук. Общие требования безопасности.
9. Учебно-методическое пособие «Использование ультразвука в стоматологии» /Рубникович С.П., Костецкий Ю.А.// печ. л. 1,5. Уч. – изд. л. 1,14. Тираж 100 экз., -2014.

ВЛИЯНИЕ КОМБИНАЦИЙ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА НОЦИЦЕПТИВНЫЕ РЕАКЦИИ КРЫС.

Н.В. Насибянец¹, О.Г. Тиханович², Т.М. Юрага³

¹ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования», г. Минск, Беларусь.

²НИИ Физиологии НАН РБ

³ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования», г.Минск, Беларусь.

Актуальность исследования: Безболезненность всех диагностических и лечебных манипуляций является важнейшим условием эффективного лечения стоматологических заболеваний. Однако, к сожалению, до сих пор у многих пациентов визит к стоматологу ассоциируется в первую очередь с болью. Болезненность стоматологических манипуляций может приводить к так называемому «ятрогенному» стрессу – состоянию, вызванному действием медицинских факторов [6-16].

Выраженность болевого симптома обеспечивают анатомо-физиологические особенности челюстно-лицевой области: большая концентрация рецепторов на единицу поверхности твердых тканей зуба и пульпы, широкая иррадиация болевого раздражителя по подкорковым структурам. Болевые ощущения во время стоматологических процедур доставляют беспокойство как пациенту, так и врачу, не позволяя выполнить полный объем вмешательства, снижая качество выполняемой работы, способствуя формированию у пациента негативного отношения к посещению стоматологического кабинета и развитию дентофобии. Кроме того, сама атмосфера стоматологического кабинета, даже в условиях эмоционально-нейтральной ситуации, способствует появлению у пациентов заметных негативных вегетативных реакций. Психоэмоциональное напряжение приводит к изменению силы, ритма и частоты сердечных сокращений (ЧСС), частоты дыхания (ЧД), уровня артериального давления (АД) [10]. При эмоциональном напряжении повышаются также кожно-гальванический рефлекс, потоотделение, уровень сахара и гистамина в крови, меняется обмен веществ, электрокожное сопротивление, отмечаются сухость во рту, диарея, изменяется картина крови [11]. Наличие выраженного психоэмоционального напряжения у стоматологических больных находит свое отражение в изменениях функции симпато-адреналовой и гипофизарно-надпочечниковой систем и в характерных изменениях физиологических функций организма, которые регулируют эти системы. Эти изменения повышают степень риска, особенно у пациентов с хроническими заболеваниями и могут привести к ряду ранних и поздних осложнений при проведении анестезии [14, 16].

Боль служит наиболее частым, а иногда единственным симптомом большинства нозологических форм в стоматологии. Не вызывает сомнений и факт чрезвычайной болезненности самих стоматологических манипуляций. В болевой реакции условно выделяют четыре компонента: психоэмоциональный, сенсорный, вегетативный и двигательный [12].

В соответствии с данным пониманием болевой реакции адекватным является обезболивание, корригирующее имеющиеся исходные изменения в данных компонентах (развивающиеся при различных патологических процессах в организме) и блокирующее нежелательные изменения при проведении вмешательства. В применении к амбулаторной практике это означает, что адекватным является обезболивание, позволяющее провести вмешательство в условиях эмоционального спокойствия пациента, безболезненно и без осложнений, т.е. комфортно для пациента и врача. В настоящий момент практически всем данным условиям соответствует так называемое комбинированное обезболивание [6].

Комбинированное обезболивание позволяет, применяя различные препараты, селективно воздействовать на следующие компоненты болевой реакции пациента: эмоциональный (чувство страха, тревожности перед вмешательством); сенсорный,

корректирующийся и частично блокирующийся применением анальгетических препаратов (как правило, ненаркотического действия), особенно если у пациента имеется исходное состояние гипералгезии; вегетативный (реакции на боль, опосредованные вегетативной нервной системой), блокирующийся препаратами холинолитической группы или препаратами спазмолитического действия в зависимости от того, тонус какого из отделов вегетативной нервной системы у данного пациента преобладает исходно, применение данных препаратов стабилизирует гемодинамику и дыхание, блокирует нежелательные вазовагальные реакции; двигательный, представляющий собой двигательную реакцию мышц в ответ на болевой стимул; при надежной блокаде сенсорного и коррекции психоэмоционального компонентов, при стабилизированной гемодинамике и дыхании двигательных реакций, как правило, не возникает. Местная анестезия с использованием современных препаратов в большинстве случаев надежно блокирует компоненты болевой реакции в нужной врачу анатомической области.

Для пролонгации эффективности во время обезболивания к местным анестетикам добавляют другие препараты (например, дексаметазон, фентанил, морфин и др.). Добавление дополнительных агентов (адреналин, опиоиды или клонидин) способствует снижению эффективной дозы местных анестетиков и улучшает качество анальгезии [12].

В последнее время с внедрением в Республике Беларусь современных анестетиков и карпульной технологии ситуация кардинально меняется. Однако одновременно повышаются и требования пациентов к качеству анестезиологического обеспечения. Если ранее боль являлась неременным атрибутом стоматологических манипуляций и воспринималась как неизбежность, то в настоящее время для большинства пациентов приемлемо лишь полностью безболезненное стоматологическое вмешательство.

Современные пациенты уже не готовы испытывать какие-либо неприятные ощущения во время визита к стоматологу. Адекватное обезболивание стоматологических манипуляций является важной составляющей комплексного врачебного воздействия на организм больного, направленный не только на устранение болевых ощущений, но и на предупреждение осложнений общего порядка, которые наблюдаются в стоматологической практике у 0,5-1,2% больных [6, 11-13]. Одним из требований к местноанестезирующим препаратам является клиническая эффективность и соотношение между эффективностью и токсичностью. Основной целью сочетанного применения лекарственных средств (комбинаций) является усиление и расширение спектра лечебного действия и снижения побочных эффектов. Актуальность таких работ определяется потребностью практического здравоохранения [6-16]. В рамках ГПНИ «Фундаментальные и прикладные науки - медицине» по заданию 3.11. (2016-2018гг) «Разработать новые методики местного обезболивания у стоматологических пациентов», нами исследована острая болевая чувствительность экспериментальных животных (крысы) и потенциального анальгезирующего эффекта новых комбинаций фармакологических препаратов с лигандами адрено-, гистаминовых и допаминовых рецепторов.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ: апробировать методы местной анестезии челюстно-лицевой области у крыс с применением комбинаций анестетиков с лигандами адренорецепторов, гистаминовых рецепторов, допаминовых рецепторов; в модели аллергии определить условия безопасного применения комбинации анальгетических, седативных и антигистаминных препаратов для местной анестезии челюстно-лицевой области у крыс.

ЗАДАЧИ: определить латентные периоды ноцицептивной чувствительности в тесте «hot plate» – «горячая пластина» при введении разных комбинаций фармакологических препаратов; изучить нейронную активность в главном тройничном сенсорном ядре продолговатого мозга, изменения сердечного и дыхательного ритмов после местной анестезии десны верхней челюсти комбинациями препаратов в модели аллергии у крыс.

Материалы и методы: Программа экспериментальных исследований выполнена: в соответствии с Хельсинской Декларацией обращения с животными, международными этическими и научными стандартами качества планирования и проведения исследований на животных и ТКП 125-2008 *(02040) [2,3]. (ГОСТ Р 53434-2009, ГОСТ Р 52249-2009) [1,-5]. Эксперименты выполнены на 55 аутбредных белых крысах самцах линии Вистар массой 280-300грамм. Комбинации растворов исследуемых веществ в объеме 0,2 мл вводили медленно с помощью инъекционной иглы диаметром 0,3 мм в мягкие ткани десны горизонтально под углом 30° к альвеолярному отростку. Скос иглы обращен к кости. Зона введения: верхушка переходной складки над апексом зуба, который необходимо обезболить. Громецин (глицин, аминокислотная кислота, таблетки сублингвальные, 100мг, Код АТХ: N07XX, РУП «Белмедпрепараты») вводили внутривенно при помощи тонкого металлического атравматического зонда.

Для оценки поведенческих защитных реакций крыс в условиях применения комбинаций анестетиков с лигандами адренорецепторов, гистаминовых рецепторов, допаминовых рецепторов регистрировали латентные периоды ноцицептивных рефлексов (тест «горячая» пластина) [3]. Латентный период измеряли в секундах с помощью анальгезиметра («Hot plate», Stoelting, США). «Горячая пластина» является классическим тестом для изучения болевой чувствительности грызунов и анальгезирующего эффекта различных фармакологических препаратов. Тест оценивает пороговую чувствительность к острой боли.

В данном тесте учитывается латентное время с момента помещения животного на горячую поверхность до первого облизывания передних и затем задних лап, а также латентное время первого подпрыгивания. Данная методика позволяет определять следующие показатели: анальгетическая активность тестируемого объекта, пиковое время анальгезии, длительность анальгезии.

Перед проведением в течение 10 минут тест-система включается и нагревается в комнате для проведения исследования. Термостат анальгезиметра устанавливают на температуру 50°С.

Экспериментальные животные (крысы) были распределены на группы в зависимости от получения лекарственных комбинаций фармакологических препаратов (таблица 1).

Таблица 1. Группы экспериментальных животных

№ п/п	Название эксперимента и схема его проведения	Вид, количество животных	Сроки наблюдения
1	I группа (лидокаин)		
1.1.	Введение в дозе 0,15 мл в мягкие ткани десны	Крысы, n=7	15, 30, 60, 90 мин
2	II группа (лидокаин + димедрол)		
2.1.	Введение в дозе 0,15 мл лидокаина +0,04 мл димедрола (в/д)	Крысы, n=7	15, 30, 60, 90 мин
3	III группа (лидокаин + допамин)		
3.1.	Введение в дозе 0,17 мл лидокаина + 0,012 мл допамина (в/д)	Крысы, n=7	15, 30, 60, 90 мин
4	IV группа (лидокаин + громецин)		
4.1	Введение в дозе 5 мг громецина (в/ж) + 0,12 мл лидокаина (в/д)	Крысы, n=7	15, 30, 60, 90 мин
5	V группа (интактные)		
5.1		Крысы, n=7	15, 30, 60, 90 мин

Электрофизиологические показатели.

Исследование проведено на стереотаксически фиксированных наркотизированных внутрибрюшинно (30 мг/кг нембутала и 500 мг/кг уретана) белых крысах самца линии Вистар массой 250-350 г (n=15). Черепные ориентиры лямбда и брегма устанавливали на одной горизонтали. Координаты главного сенсорного ядра тройничного нерва (ГТС) рассчитывали по данным стереотаксического атласа [18].

В проекции *nucl. Sensorius principalis n. trigemini* (Pr 5 на уровне Lambda, lat-3 mm, h-7,5-8,5 mm) в черепе при помощи микродрели сверлили отверстие диаметром 2 мм. После оценки функционального состояния животного и глубины наркоза для регистрации нейронной активности в ГТС через трепанационное отверстие с помощью микроманипулятора погружали в ткань мозга изолированный стеклом вольфрамовый микроэлектрод (диаметр кончика 3–5 мкм, длина неизолированной части кончика 20 мкм, сопротивление электрода R = 1-2 МОм).

Тестирование клеток в главном сенсорном ядре тройничного нерва проводили путем прикосновения стеклянной палочкой к вибриссам или шерсти верхней губы животного. Регистрацию нейронной активности осуществляли только от тех клеток, которые реагировали на тест повышением или понижением частоты электрических разрядов, что свидетельствовало о принадлежности этих нейронов к системе тройничного нерва. В ГТС располагаются проекции первичных афферентных волокон от чувствительных рецепторов полости рта. Введение раствора местного анестетика блокирует возбудимость периферического рецепторного аппарата нервной системы и распространение возбуждения по тонким немиелинизированным волокнам С-типа, проводящим болевую чувствительность.

Комбинации растворов исследуемых веществ в объеме 0,2 мл вводили медленно (30 с) с помощью инъекционной иглы диаметром 0,3 мм в мягкие ткани десны горизонтально под углом 30° к альвеолярному отростку через 2,5 часа после внутривенной (*v.femoralis*) инъекции ЛПС *E. Coli* в дозе 1 мкг/кг/мл (моделирование аллергии) [17]. Для точного дозирования объема вводимых веществ использовали карпульный шприц. Раствор громецина в дозе 5 мг/мл вводили внутрижелудочно при помощи тонкого металлического атравматического зонда. Регистрацию электрофизиологических показателей осуществляли в течение 30 мин после инъекции исследуемых веществ.

Запись электрокардиограммы (ЭКГ) осуществляли во II стандартном отведении с помощью наложенных на лапы животного пластинчатых нетравмирующих электродов из нержавеющей стали. Инфракрасный датчик для оценки экскурсий грудной клетки размещали в проекции грудины. Сигналы от датчика дыхания, ЭКГ, нейронная активность, а также отметки электростимуляции вводили в компьютер автоматизированного аппаратно-программного комплекса через 12-разрядный аналогово-цифровой преобразователь. Частоту сердечных сокращений (ЧСС) оценивали путем автоматизированного программного подсчета интервалов между зубцами R-R ЭКГ.

Сигнал об экскурсии грудной клетки подвергали обработке для оценки частоты дыхания. Ректальную температуру измеряли электронным термометром. Оценка результатов проведена в соответствии с полученными данными экспериментальных исследований по изменению показателей ЧСС, ЧД и частоты разрядов нейронов ГТС после обработки методами математической статистики с использованием непараметрического критерия Фридмана при уровне достоверности $p < 0,05$ («STATISTIKA 6.0»).

Результаты исследований.

На данном этапе в экспериментах на крысах-самцах линии Вистар в тесте «горячая пластина» проведена оценка анальгетического действия анестетика лидокаина и его комбинаций с лигандами адренорецепторов, гистаминовых и допаминовых рецепторов до и через 15, 30, 60, 90 мин после локальной инъекции.

Таблица 2 – Латентный период ноцицептивной реакции у крыс

Препараты, дозы, время	Кол-во крыс (n)	Латентный период ноцицептивной реакции ЛПНР (сек)
Контроль		
0 минут	7	7,00±2,41
15 минут	7	4,36±1,96
30 минут	7	7,01±1,98
60 минут	7	5,70±2,23
90 минут	7	5,16±1,60
до введения	7	6,85±3,10
15 минут	7	7,77±2,06**
30 минут	7	10,53±2,94*
60 минут	7	10,30±1,97**
90 минут	7	10,68±2,85**
до введения	7	8,16±1,95
15 минут	7	8,18±1,39**
30 минут	7	6,89±2,00
60 минут	7	6,70±1,57
90 минут	7	5,48±1,90
до введения	7	7,23±2,70
15 минут	7	8,08±1,86**
30 минут	7	7,78±2,64
60 минут	7	6,87±2,03
90 минут	7	6,38±1,14
до введения	7	5,00±1,83
15 минут	7	10,30±5,30*
30 минут	7	8,32±3,50
60 минут	7	6,62±2,60
90 минут	7	6,70±2,30

Эксперименты на белых крысах - самцах показали, что: комбинация «лидокаин + димедрол» вызывает эффект, близкий к эффекту чистого лидокаина, но более выраженный; комбинация «лидокаин + громецин» характеризуется быстропроходящим анальгетическим эффектом; комбинация «лидокаин + допамин» вызывает эффект подавления сенсорной чувствительности, аналогичный эффекту чистого лидокаина, но более продолжительный по сравнению к другим смесям.

Анализ экспериментальных данных позволил заключить, что после однократного введения в мягкие ткани десны лидокаина и комбинаций препаратов лидокаина с димедролом, громецином и допамином у крыс-самцов отмечен гипоалгезический эффект, на что указывает достоверное увеличение латентного периода ноцицептивной реакции.

При определении условий безопасного применения комбинации анальгетических, седативных и антигистаминных препаратов для местной анестезии челюстно-лицевой области у крыс была изучена электрическая активность нейронов главного сенсорного ядра тройничного нерва продолговатого мозга, получающих проекции нервных волокон от рецепторов полости рта, изменения сердечного и дыхательного ритмов до и после процедуры введения комбинаций анестетика с дополнительными агентами в мягкие ткани десны верхней челюсти на фоне предварительного моделирования аллергии.

В ходе выполнения исследований были зафиксированы электрофизиологические показатели, значения которых отражены в таблицах 3 – 5.

Таблица 3 – Средние величины ($X \pm Sx$) частоты разряда нейронов главного сенсорного ядра тройничного нерва (импульс в секунду)

Группа наблюдения	До инъекции	После инъекции
лидокаин (n=5)	11,7±2,9	6,6±3,8*
лидокаин + димедрол (n=5)	16,2±2,5	3,9±2,1*
лидокаин + допамин (n=5)	15,3±4,1	13,9±0,7
лидокаин + громецин (n=5)	8,4±1,72	9,2±1,2

* – достоверно при $p < 0,05$ по сравнению с контролем;

Таблица 4 – Средние величины ($X \pm Sx$) частоты сердечных сокращений (кол-во в секунду)

Группа наблюдения	До инъекции	После инъекции
лидокаин (n=5)	5,9±1,27	5,4±1,51
лидокаин + димедрол (n=5)	5,6±1,23	4,9±1,12*
лидокаин + допамин (n=5)	6,1±1,37	5,8±1,24
лидокаин + громецин (n=5)	6,2±1,19	6,1±1,32

* – достоверно при $p < 0,05$ по сравнению с контролем;

Таблица 5 – Средние величины ($X \pm Sx$) частоты дыхания (кол-во в секунду)

Группа наблюдения	До инъекции	После инъекции
лидокаин (n=5)	1,32±0,13	1,09±0,17*
лидокаин + димедрол (n=5)	1,27±0,15	1,13±0,14*
лидокаин + допамин (n=5)	1,25±0,19	1,22±0,23
лидокаин + громецин (n=5)	1,18±0,15	1,19±0,22

* – достоверно при $p < 0,05$ по сравнению с контролем;

В результате анализа данных, полученных в электрофизиологических экспериментах на лабораторных животных было установлено, что сдвиги электрической активности нейронов главного сенсорного ядра тройничного нерва зависят от компонентов анестезирующей смеси. Максимальный эффект подавления ноцицептивной чувствительности вызывает комбинация лидокаина с димедролом. Достоверных изменений в работе кардио-респираторной системы при применении комбинаций «лидокаин+громецин» и «лидокаин+допамин» не зафиксировано.

Литература

1. ГОСТ Р 53434-2009 «Принципы надлежащей лабораторной практики».
2. ГОСТ Р 52249-2009 «Правила производства и контроля качества лекарственных средств».
3. *In vivo* модели для изучения анальгетической активности / Бондаренко Д.А. [и др.] // Биомедицина. – 2011. – № 2. – С. 84–94.
4. Хельсинская Декларация «Всемирной Медицинской Ассоциации» «Этические принципы медицинских исследований с учетом человека в качестве испытуемого»: принята июнь 1964г. Генеральной ассамблеей Всемир. ассоц. врач.; пересмотр. 52 Генеральной ассамблеей Всемир. ассоц. врач. Эдинбург, окт. 2000г. – Эдинбург, 2000. – с.50.
5. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. / Под ред. Р.У. Хабриева. – 2-изд., перераб. и доп. – М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2005. – 832 с.
6. А.С. Артюшкевич, Насибянец Н.В., Перспективы разработки новых анестетиков в стоматологии, материалы 5 съезда стоматологов 2004г. С.231-232.
7. Насибянец Н.В. Изучение местноанестезирующей активности комбинации «лидокаин + димедрол» при моделировании истинной аллергии в эксперименте.», /Новости медико-биологических наук Т. 12, № 3. 2015г С. 45-46 Сборник материалов международной научной конференции «Нейрофизиология боли в эксперименте и клинике».

8. Насибянец Н.В., Юрага Т.М, Устимчук А.М. «Программа доклинических исследований нейромедиаторов»/Сборник научных статей международной научно-технической конференции Медэлектроника -2015, Минск, Беларусь , 4-5 декабря 2015г, с 79-82./
9. Насибянец Н.В. «Динамика показателей катехоламинов при моделировании инфльтрационной анестезии в эксперименте», Крымский терапевтический журнал №3 (30), 2016г. С 43-47
10. Гажва, С.И. Методы обезболивания в стоматологии при сердечно-сосудистых заболеваниях: монография / С.И. Гажва, В.В. Пичугин, В.В. Соколов // Н.Новгород: Издательство НГМА. – 2008. – 124 с.
11. Зорян, Е.В. Ошибки и осложнения при проведении местной анестезии в стоматологии (Проблемы и решения). Ч. I. Практическое руководство для врачей-стоматологов / Е.В. Зорян, С.А. Рабинович, Е.Г. Матвеева // М.: МГМСУ. – 2007. – 92 с.
12. Рабинович, С.А. Проблема боли и обезболивания в стоматологии. Современное состояние стоматологической анестезиологии и перспективы ее развития/ С.А. Рабинович, О.Н. Московец // Боль. – 2009. – № 3 (24). – С. 12–17.
13. Рабинович, С.А. Современные технологии местного обезболивания в стоматологии / С.А. Рабинович // М.: ВУНМЦ МЗ РФ. – 2000. – 144 с.
14. Столяренко, П.Ю. Клинические особенности современных местных анестетиков / П.Ю. Столяренко // Стоматолог-практик. – 2009. – №3. – С. 56–58.
15. Стягайло, С.В. Проблема недостаточной эффективности местного обезболивания в клинике терапевтической стоматологии / С.В. Стягайло // Стоматология. – 2006. – № 6. – С. 6–10.
16. Фазылова, Ю.В. Современные аспекты анестезиологииЧЕСКОГО пособия в клинике терапевтической стоматологии / Ю.В. Фазылова, Г.Р. Рувинская, Ю.Н. Шарафутдинова // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – С. 1–6.
17. Paxinos, Y. The Rat Brain In Stereotaxic Coordinates / Y. Paxinos, C. Watson. – San Diego : Academic Press, 1998. – 256 p.

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТОФОТОТЕРАПИИ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ БОЛЕЗНЕЙ ПЕРИОДОНТА (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

С.П. Рубникович, А.И. Майзет

*Белорусская медицинская академия последипломного образования,
П. Бровки 3, к.3, каф. ортопедической стоматологии и ортодонтии с курсом детской
стоматологии, 220113, г. Минск, Республика Беларусь*

С целью исследования сочетанного влияния низкоинтенсивного магнитного поля в сочетании с поляризованным светом на звенья микроциркуляторного русла в тканях периодонта при проведении ортопедического лечения несъемными конструкциями зубных протезов у пациентов с частичной вторичной адентией и болезнями периодонта был проведен эксперимент на лабораторных животных. Проведена сравнительная оценка ближайших и отдаленных результатов лечения периодонтита у животных с применением магнитофототерапии. Динамический анализ морфологических изменений в тканях патологически измененного периодонта в трех группах животных показал, что, по сравнению с остальными животными, у крыс в экспериментальной группе под влиянием магнитофототерапии в эксперименте происходит более быстрая регенерация, а также полная эпителизация десневого кармана.

Введение

Распространенность болезней периодонта, по данным эпидемиологического исследования населения Республики Беларусь, остаётся высокой и составляет $92,5 \pm 1,27$ % (в 1996 году – 100 %). Эффективность комплексного лечения пациентов с болезнями периодонта зависит от включения дополнительных лечебно-профилактических мероприятий [1 – 3].

Применение физических факторов лечебного воздействия при комплексном лечении заболеваний воспалительного генеза является необходимой составной частью комплексного лечения. Комбинированным, либо сочетанным физиотерапевтическое лечение болезней периодонта обладает целым рядом преимуществ: потенцированное действие нескольких факторов обладает более выраженным лечебным эффектом; снижение

интенсивности и продолжительности, как самих процедур, так и курса лечения; происходит взаимовлияние физических факторов на биологических, физических и физико-химических стадиях их действия [4 – 6]. Комбинированным, либо сочетанным физиотерапевтическое лечение болезней периодонта обладает целым рядом преимуществ: потенцированное действие нескольких факторов обладает более выраженным лечебным эффектом; снижение интенсивности и продолжительности, как самих процедур, так и курса лечения; происходит взаимовлияние физических факторов на биологических, физических и физико-химических стадиях их действия [4 – 6]. Многочисленные современные отечественные и зарубежные исследования доказывают высокую клиническую эффективность применения низкоинтенсивного магнитного поля в сочетании с поляризованным светом различной длины волны (синего, красного и инфракрасного областей спектра). Магнитофототерапия оказывает обезболивающий, гипотензивный эффекты, а также выраженное противовоспалительное и противовоспалительное действие в тканях. Действие и эффективность магнитофототерапии определяется с одной стороны физиологическими и лечебными эффектами сочетаемых физических факторов, т.е. света и магнитного поля, и с другой стороны взаимодействием этих факторов и вызываемых сдвигов в организме.

Применение магнитофототерапии на этапах лечения стоматологических пациентов стимулирует биосинтетические процессы и образования богатых энергией фосфатов, усиливает регионарное кровообращение и микроциркуляцию, стимулирует эритропоэз, уменьшает агрегацию тромбоцитов, повышает кислородную емкость крови и т.д. При сочетанном применении магнитного поля и светового излучения образуется магнитофотоэлектрический эффект (эффект Кикоина–Носкова), при котором в тканях образуется наведенная мощная электродвижущая сила. Магнитные поля способствуют более глубокому проникновению в ткани оптического излучения, расширяет диапазон восприятия клетками оптического излучения. Под действием магнитных полей в тканях возникает расщепление энергетических уровней и спектральных линий атомных систем, вследствие чего они приобретают дополнительную энергию (эффект Зеемана). Сочетанное воздействие света и магнитного поля приводит к усилению действия каждого из факторов и повышению суммарной терапевтической активности метода [8 – 10].

Методика эксперимента

Для достижения поставленной цели использовали 107 рандомбранных крыс обоего пола, массой 209 – 243 г, которых разделили на 3 группы.

Перед началом проведения эксперимента животные находились под карантинным наблюдением в течение двух недель в виварии НИЛ БелМАПО. Для эксперимента были отобраны внешне здоровые, активные животные с гладким, блестящим шерстным покровом, нормальной физиологической окраской видимых слизистых оболочек, с нормальным аппетитом, охотно поедающих корм. В день проведения экспериментов проводили дополнительное обследование и взвешивание животных. Подопытные животные распределялись по группам наблюдения исходя из значений их массы тела и пола.

Для содержания всех животных были созданы абсолютно идентичные условия: они находились на обычном рационе вивария в течение 45 – 52 дней. Доказано, что при “подавлении рефлекса свободы” у крыс, находящихся на обычном рационе вивария, развивается периодонтит (спонтанный пародонтит), который можно использовать как своеобразную модель подобного заболевания у человека [11 – 13].

При проведении эксперимента все исследования проводились в соответствии с правилами по работе с экспериментальными животными с полным соблюдением всех принципов биоэтики на наркотизированных животных [14, 15]. Для введения в наркоз использовали смесь 1 мл 0,005% р-ра фентанила и 2 мл 0,25% р-ра дроперидола. После наркотизации животных фиксировали на спине на специальных станках для быстрого и стандартизированного выполнения манипуляций.

В контрольной группе (5 рандомбредных крыс) проводили исследование тканей периодонта, у которых определяли состояние здоровой десны с последующей патоморфологической оценкой биоптата здоровой десны.

В группе сравнения (42 рандомбредные крысы) находились лабораторные животные у которых был инициирован экспериментальный периодонтит, у которых не применяли лечение с применением магнитофототерапии с последующей патоморфологической оценкой биоптата.

В опытную группу (60 рандомбредных крыс) определялись лабораторные животные с экспериментальным периодонтитом, которым проводили процедуры лечебной магнитофототерапии с последующей патоморфологической оценкой биоптата непосредственно после воздействия физических факторов, через 1 час, через 2 часа, через 3 часа, а также каждые сутки в период 1 – 8 дней после проведения лечебных процедур. При этом определяли характер патоморфологических изменений в тканях патологически измененного периодонта под влиянием магнитофототерапии.)

Проводили физическое воздействие на область десны, центральных резцов нижней челюсти животных с периодонтитом. Для магнитофототерапии использовали аппарат для магнитофототерапии с индукцией магнитного поля от 15 до 25 мТл, длиной волны излучения от 460 до 960 нм, мощностью потока оптического излучения от 1,5 до 4,5 мВт.

Выведение из эксперимента, по истечении срока наблюдения животных (опытной и группы сравнения), производилось путем мгновенной декапитации на фоне внутрибрюшинного тиопенталового наркоза из расчета 1 мл 5% тиопентала натрия на 100 грамм веса животного, с соблюдением принципов биоэтики (в соответствии со стандартами GLP). Забор материала для микроскопических исследований проводили непосредственно после воздействия магнитофототерапии, через 1 час, через 2 часа, через 3 часа, а также каждые сутки в период 1 – 8 дней после проведения лечебных процедур.

Для морфологического исследования получали слизисто-надкостничный лоскут (14 – 15мм²) отростка нижней челюсти, после чего иссеченные участки десны крысы фиксировали в 10% нейтральном формалине в течение 48 часов. Затем промывали в проточной воде в течение 24 часов, обезвоживали в спиртах восходящей концентрации (70, 80, 96, абсолютный спирт). Далее материал проводили через спирт–хлороформ, хлороформ, хлороформ-парафин и заливали в парафин. Из парафиновых блоков изготавливали срезы толщиной 4-5 мкм, которые окрашивали гематоксилином и эозином. Для исследования полученных микропрепаратов и изготовление их микрофотографий использовали микроскоп DMLS с программным обеспечением («Leica», Германия).

Результаты и их обсуждение.

Установлены особенности микроскопических изменений десны и их динамики, заметно отличающиеся от микроструктуры десны крыс как группы сравнения, так и в экспериментальной группы:

1. Непосредственно после воздействия прослеживали коагуляции и вапоризацию (частичная или полная) воспалительного экссудата десневой борозды/десневого кармана и клеток воспаления собственной пластинки десны, предкоагуляционные изменения многослойного плоского эпителия свободной и прикрепленной частей десны.

2. Динамика микроскопической структуры десны наблюдалась через 1 час после воздействия и включала: полную элиминацию воспалительного экссудата десневого кармана и клеток воспаления собственной пластинки десны или предкоагуляционные изменения сохранившихся; через 2 часа – начинающуюся регенерацию десневого кармана (отграничение узким тяжем зрелой волокнистой ткани); через 3 часа – восстановление клеточной структуры эпителия десны, частичную эпителизацию десневого кармана, более выраженную через сутки и почти полную через 2 суток.

3. Эктазия (и полнокровие) кровеносных и лимфатических синусоидных капилляров собственной пластинки десны с задержкой мононуклеаров в последних отмечена через 3 часа с умеренным нарастанием интенсивности в последующие сроки наблюдения и сохранением данного признака до 8 суток.

Заключение.

Таким образом, после воздействия магнитофототерапии установлена ранняя элиминация воспаления (через 1 час после прекращения воздействия) во всех компонентах десны и перифокальных структурах за счет вапоризации воспалительных клеток, активация сосудов (полнокровие, заметное нарастание их количества), а регенерация и полная эпителизация десневого кармана была завершена через 2 суток после прекращения воздействия магнитофототерапии.

Литература

1. Рубникович, С.П. Комплексное лечение болезней пародонта (пародонта) и зубочелюстных аномалий на основе лазерно-оптической диагностики / С.П. Рубникович, Ю.Л. Денисова // *Маэстро стоматологии.* – 2011. – № 4. – С. 78–82.
2. Real-time blood micro-circulation analysis in living tissues by dynamic speckle technique / Bazulev N.B., Fomin N.A., Lavinskaya E.I., Rubnikovich S.P. // *Acta of bioengineering and Biomechanics.* – 2002. Т4. № S1 – С.510.
3. Рубникович, С.П. Применение лазерно-оптического метода выявления и коррекции нарушений микроциркуляции на основе спекл-фотографического анализа при лечении пациентов с хроническим пародонтитом / С.П. Рубникович, Л.Н. Дедова // *Пародонтология.* – 2011. Т.16– № 3. – С. 12–16.
4. Улащик, В.С. Медико-биологические аспекты сочетанного использования лазерного излучения. // *Минск. – ARS medica.* – №3(58). – 2012. – С. 4– 8.
5. Ахмедов, Г.Д. Гемодинамическая и регенеративная эффективность магнитотерапии в послеоперационном периоде дентальной имплантации. / Г.Д. Ахмедов и соавтр. // *Москва. – Институт стоматологии.* – №3. – 2011. – С. 62– 64.
6. Башкова, Л.В. Иммунологические и иммуногистохимические критерии оценки эффективности комплексного лечения быстро прогрессирующего пародонтита с применением комбинированных физиотерапевтических методов. / Л.В. Башкова // *Саратов. - автореф. на соиск. уч. ст. докт. мед наук.* – 2011.
7. Дедова, Л.Н. Заболевания пародонта. Теоретические основы / Л.Н. Дедова // *Здравоохранение.* – 2003. – №5. – С.41.
8. Дедова, Л.Н. Морфологическая характеристика экспериментального пародонтита // *Стоматологический журнал.* – 2005. – Т.3. – С.12.
9. Войченко, Н.В. Сравнение действия магнито- и фотомагнитотерапии при экспериментальном артрите / Н.В. Войченко и соавтр. // *Минск. – Новости медико-биологических наук.* – №2. – 2012. – С. 129 – 136.
10. Илюкевич, Г.В. Метод фотомагнитовоздействия в интенсивной терапии пациентов с ожоговой болезнью / Г.В. Илюкевич, С.В. Коньков, С.В. Плетнев // *Минск. – УМП, БелМАПО.* – 2013. – С. 4 – 6.
11. Рубникович, С.П. Моделирование экспериментального пародонтита у животных / С.П. Рубникович, Т.Э. Владимирская, И.А. Швед, Н.Н. Веялкина // *Минск. – Медицинский журнал.* – №1 (35).- 2011.- С. 97-101.
12. Денисова Ю.Л., Владимирская Т.Э. Экспериментальное обоснование применения вакуум-УФО-терапии в комплексном лечении пациентов с болезнями пародонта в сочетании с зубочелюстными деформациями. // *Минск. – Медицинский журнал.* – №3. – 2012. – С. 70– 74.
13. Денисова Ю.Л., Владимирская Т.Э. Экспериментальное обоснование применения вакуум-лазеротерапии в комплексном лечении пациентов с болезнями пародонта в сочетании с зубочелюстными аномалиями и деформациями. // *Минск. – Военная медицина.* – №1. – 2013. – С. 103– 107.
14. Обезболивание животных в эксперименте: метод. рек. М., 1985. – 54 с.
15. Денисов С.Д. Требования к научному эксперименту с использованием животных. //С.Д. Денисов, Т.С. Морозкина // *Здравоохранение.* – 2001. – №4. – С. 40.

МЕТОД И АППАРАТ АУДИОВИЗУАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ «AVS-D» В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

*Г.В. Зобнина¹, Г.Д. Ситник², О.Я. Кузнецов³, А.А. Марченко⁴,
Г.И. Овсянкина^{1, 5} С.Н. Табунов*

¹Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии,
ул. Ф. Скорины, 24, Минск, 220114, Беларусь

²Белорусская медицинская академия последипломного образования,
П. Бровки, 3, корп.3, Минск, 220013, Беларусь

³Учреждение здравоохранения «5-ая городская клиническая поликлиника»,
ул. С. Есенина, 21., г. Минск, Беларусь

⁴Санаторий «Железнодорожный»
Малые Летцы, Витебский район, 211230, Беларусь

⁵Санаторий «Лесное», п/о «Лесное»,
Докишицкий р-н, Витебская обл., 211741, Беларусь

Аудиовизуальная стимуляция является эффективным современным методом для лечения невротических, соматоформных расстройств, для профилактического воздействия при эмоциональных и психосоциальных нагрузках. Представлены положительные результаты проведенных клинических испытаний нового аппарата аудиовизуальной стимуляции (ААС) «AVS-D» производства НПФ «Диполь» (Республика Беларусь), оценка клинической эффективности и эксплуатационных характеристик при лечении и реабилитации пациентов неврологического профиля, с сопутствующими невротическими состояниями.

Введение

Метод аудиовизуальной стимуляции основан на сочетании воздействия многоцветной визуальной стимуляции и звуковых сигналов с частотой в диапазоне биоэлектрической активности головного мозга. Аудиовизуальная стимуляция оказывает биоритмостимулирующее влияние на биоэлектрическую активность центральной нервной системы и тем самым вызывает седативный, снотворный, миорелаксирующий, психостимулирующий и антидепрессивный эффекты. При лечебной стимуляции слуха и зрения происходит воздействие на лимбико-ретикулярную формацию ствола мозга, которая влияет на функциональную активность всего мозга через активирующие и тормозящие системы. Аудиовизуальная стимуляция может эффективно применяться для лечения невротических, соматоформных и связанных со стрессом расстройств, комплексном лечении зависимостей, для профилактического воздействия при эмоциональных и психосоциальных нагрузках, нормализации сна, повышении внимания, работоспособности в условиях лечебно-профилактических учреждений широкого профиля

Нами проведены клинические испытания нового аппарата аудиовизуальной стимуляции (ААС) «AVS-D» производства НПФ «Диполь» (Республика Беларусь) с целью оценки клинической эффективности и эксплуатационных характеристик при лечении и реабилитации пациентов с неврологической патологией, а также возможности их более широкого клинического применения. От известных аналогов (Biolight, Voyager XL, Dream Voyager, Thought Stream, Ритм-Полет и др.) данные аппараты отличаются наличием цветных минидисплеев для воспроизводства динамической картины, а также возможностью суггестивного воздействия с помощью микрофона в отдельных режимах работы.

Цель данного исследования является изучение соответствия декларируемой способности аппарата аудиовизуальной стимуляции «AVS-D» обеспечивать лечебное воздействие на организм; оценка правильности, полноты и доступности изложения информации в инструкции по эксплуатации; оценка эксплуатационных свойств аппарата аудиовизуальной стимуляции «AVS-D» по параметрам общей функциональности и удобства практического применения.

Основная часть.

Нами проведено обследование и лечение «AVS-D» 25 пациентов. Показаниями для применения метода являлось наличие у пациентов неврологического профиля, проходящих курс лечения в РНПЦ неврологии и нейрохирургии, сопутствующих невротических состояний, психоэмоционального напряжения, нарушения сна неорганической природы, астенического синдрома, синдрома хронической усталости и др.

Продолжительность процедур в каждом конкретном случае определялось Инструкцией по медицинскому применению ААС «AVS-D». Курс лечения включал в себя 5-15 сеансов.

До и после проведения курса процедур проводилась оценка объективной (врачом-исследователем) и субъективной клинической симптоматики (оценка пациентом) заболевания. Производилась также оценка безопасности, надежности, прочности, эргономичности и удобства эксплуатации ААС, тест на устойчивость к дезинфекции.

Для количественной оценки состояния пациента использовались: тестирование тревожности по шкале Спилбергера-Ханина, по шкале тревоги Тейлора (по Норакидзе).

Оценка параметров надежности, прочности, эргономичности и удобства эксплуатации, теста на устойчивость к дезинфекции, оценка информативности руководства по эксплуатации и общей безопасности проводилась методом непараметрической статистики (расчет медианы и 1-го, 3-го квартилей). Испытания проведены по протоколу простого открытого исследования.

Установлено, что у пациентов после курса лечения отмечается снижение психоэмоционального напряжения, улучшается настроение, контроль над эмоциями. Уровень тревожности по шкале Спилбергера-Ханина составил 11 баллов, по шкале тревоги Тейлора (по Норакидзе) - 16 баллов. Процедура удовлетворительно переносилась, побочных и отрицательных реакций не выявлено.

Аппараты аудиовизуальной стимуляции «AVS-D» производства НПФ «Диполь» (Республика Беларусь) соответствуют своему функциональному назначению, выполняют заявленные функции в полном объеме, безопасны, портативны, удобны в эксплуатации, информация по применению изложена доступно, ясно, в полном объеме.

Заключение.

Таким образом, аппараты аудиовизуальной стимуляции ААС «AVS-D» могут применяться для лечения невротических, соматоформных и связанных со стрессом расстройств, комплексном лечении зависимостей, а также для профилактического воздействия при эмоциональных и психосоциальных нагрузках, нормализации сна, повышения внимания, работоспособности в условиях лечебно-профилактических учреждений широкого профиля.

Литература

1. Гойденко В.С., Лугова А.М., Зверев В.А. и др. Визуальная цветостимуляция в рефлексологии, неврологии, терапии и офтальмологии. / М. РМА. – 2000.
2. Никитин И.А. Метод биологической обратной связи и аудиовизуальной стимуляции в лечении детей с синдромом дефицита внимания/гиперактивности. / Автореф. дисс. канд.мед.наук. – Санкт-Петербург, 2009.
3. Макаров С.В., Шубина О.С. Бюллетень СО РАМН. – 2004, №3, С. 38-44.
4. Шаров Р.А. Использование аудиовизуальной стимуляции для оптимизации военно-профессиональной адаптации курсантов военного вуза. / Автореф. дисс. канд. мед. наук. – Санкт-Петербург, 2009.
5. Бундзен П.В., Коротков К.Г., Унесталь Л.Э. и др. Сборник методических рекомендаций для училищ олимпийского резерва России. – Орел, 2004, С.42-61.
6. Голуб Я.В., Жуков В.М. Медико-психологические аспекты применения свето-звуковой стимуляции и биологически обратной связи. – Санкт-Петербург, 2007.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОСПЕКЛОВ ДЛЯ АНАЛИЗА МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ
В ТКАНЯХ С РАЗЛИЧНЫМИ БИОФИЗИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ****С.К. Дик¹, И.И. Хлудеев², Д.А. Завацкий¹, Т.В. Гордейчук¹,
Г.Г. Чистякова³, М.М. Меженная¹**¹*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П.Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь*²*Белорусский государственный университет, Минск, 220030 Беларусь ;*³*Белорусский государственный медицинский университет,
пр. Дзержинского, 83, Минск, 220116, Беларусь;*

В данной работе представлены результаты проведённых экспериментов по определению возможности мониторинга микроциркуляции крови различных тканей человека посредством регистрации и анализа динамической спекл-картины. Приведены результаты анализа гемодинамики, полученные для кожи человека в нормальном и патологическом состояниях. Проведена оценка скорости тока жидкости внутри зубного фантома. Обсуждаются проблемы и перспективы мониторинга микрогемодинамики кожного покрова и пульпы зуба методом анализа контраста лазерных спеклов.

Введение. Характер микроциркуляции определяется преимущественно параметрами кровотока в артериолах, капиллярах и венах [1]. Микроциркуляция играет важную физиологическую роль в обеспечении процессов оксигенации и обмена веществ в тканях, а также влияет, например, на оптические свойства кожи. Скорость кожного кровотока зависит от множества факторов, в том числе патологических: гипо- и гипертермия, посттравматическое нарушение кровоснабжения, диабетическая микроангиопатия, онкологические заболевания и др. [2]. Кроме того, микроциркуляция кожи чувствительна к большинству фармакологических и косметологических воздействий. Осуществляя мониторинг состояния микрогемодинамики, можно оценить степень патологического состояния, эффективность лечения. В то же время, микроциркуляторное русло пульпы зуба, в особенности микрососуды, является центром действия патогенных факторов при развитии болезней периодонта воспалительного характера, что позволяет использовать состояние микрососудов в качестве индикатора ещё до появления клинических симптомов воспаления в тканях периодонта. Известно, что развитие патологического процесса при болезнях периодонта сопровождается выраженным нарушением микроциркуляции. При прогрессировании заболевания важными патогенетическими факторами является повышение посткапиллярного сопротивления, снижение числа функционирующих капилляров, нарушение трофики периодонта и, как следствие, накопление в тканях вазоактивных и биологически активных веществ, что усугубляет гемодинамические и реологические сдвиги [3].

Для исследования тканей человека широко используются различные оптические методы, позволяющие провести оценку состояния биологических тканей на различной глубине и с различной пространственной и временной разрешающей способностью. Основными преимуществами оптических методов по сравнению с иными используемыми в медицинской практике методами являются неинвазивность, безопасность, как для пациента, так и для медицинского персонала, малые размеры оборудования, оперативность получения результата. В то же время большинство современных оптических методов (дерматоскопия, оптический видеомониторинг, оптическая топометрия, 3D-моделирование кожи, оптическая когерентная томография) нацелены на анализ морфологических характеристик тканей. Многие из этих методов основаны на анализе характеристик распространения света в биологических тканях. Однако, биоткани оптически неоднородны, поэтому при распространении излучения в них существенную роль играют процессы светорассеяния. Рассеянное излучение несет информацию о формирующих биоткань факторах, таких как размеры и форма структурных элементов, их ориентация,

оптические постоянные и другие параметры. Но для того, чтобы иметь возможность извлечь эту информацию и интерпретировать результаты измерений по светорассеянию, необходимо построить адекватную оптическую модель соответствующей биоткани и на ее основе решить задачу распространения излучения в данной среде. Точная теория о поглощении и рассеянии света биологическими тканями и частицами произвольных размеров и структур до настоящего времени не разработана, однако важную информацию об их оптических свойствах можно получить на основе исследования взаимодействия излучения с соответствующими модельными объектами.

Сложность строения биотканей, высокая концентрация рассеивающих частиц, неоднородность их размеров, формы и оптических постоянных делает задачу построения адекватной оптической модели довольно сложной. Например, мягкие ткани образованы плотноупакованными группами клеток, заключёнными в волокнистую матрицу, сквозь которую может фильтроваться тканевая жидкость. В микроскопических масштабах компоненты ткани не имеют чётко выраженных границ. Их можно представить в виде непрерывной структуры с пространственными вариациями коэффициента преломления. Вследствие этого обычно используются два основных подхода к моделированию биоткани: представление биоткани средой с непрерывным случайным пространственным распределением оптических параметров и представление в виде дискретных рассеивателей. Выбор того или иного подхода диктуется как особенностями исследуемой биоткани, так типом характеристик светорассеяния, которые необходимо получить в результате моделирования.

Необходимость учета специфических особенностей строения биологических тканей существенно усложняет техническую реализацию ныне используемых оптических методов, затрудняет их унификацию и повышает стоимость [2], [4], [5]. В связи с этим актуальной является задача разработки методов и технических средств, реализующих возможность проведения экспресс-диагностики ряда заболеваний, сопровождающихся системными нарушениями микроциркуляции в различных биологических тканях, а также позволяющих осуществлять контроль эффективности терапевтических процедур. Одним из перспективных направлений является развитие методов, основанных на анализе биоспеклов, получаемых при взаимодействии лазерного излучения с тканями живого организма.

В данной работе с помощью сконструированной установки проведена оценка перспектив использования модифицированного метода анализа контраста лазерных спеклов [6] для измерения параметров микроциркуляции в различных биотканях.

Описание метода. В основе использованного метода лежит регистрация и анализ спекл-картины, образованной в результате интерференции рассеянного на клетках биообъекта лазерного излучения. При освещении диффузного тела высококогерентным источником света, генерируемого лазером, можно наблюдать множество ярких хаотически расположенных точек, светлых и тёмных пятен – спеклов, а полученную картину принято называть спекл-картиной. Она образуется в результате интерференции множества когерентных лучей с различающимися фазами, возникающими, например, вследствие рассеяния на шероховатой поверхности, неровности которой сопоставимы с длиной волны лазера. Поскольку на микроскопическом уровне структура поверхностей объектов сложна и индивидуальна, образуется неровный и сложный волновой фронт, покидающий объект. Вследствие этого для описания свойств спекл-картины необходимо применять статистические методы, и наиболее важной характеристикой считается плотность распределения интенсивности I [7]. Если рассеяние лазерного пучка происходит в условиях неподвижности компонентов системы излучатель-рассеиватель-экран, то спеклы остаются неизменными в плоскости экрана (статическая картина). В случае смещения рассеивающей поверхности относительно лазерного пучка в поперечном направлении образуется новая

спекл-картина. Если смещение невелико по сравнению с диаметром пучка, то корреляция первоначальной спекл-картины и новообразованной будет сохранена (поскольку они сформировались в схожих условиях). При этом небольшой участок рассеивающей поверхности выходит из области освещения с одного края, а с противоположного края в область освещения входит новый участок, но центральная часть освещаемой поверхности остается неизменной, лишь смещаясь относительно центра пучка. В результате такого перемещения происходит частичная декорреляция спеклов. Одна спекл-картина полностью сменит другую, когда все прежние центры рассеивания уйдут из области освещения, а им на смену придут новые, то есть когда величина смещения равна или превышает диаметр измерительного пучка. При непрерывном движении шероховатой поверхности очертания световых пятен постоянно видоизменяются, а спекл-картины сменяются одна за другой. Таким образом, рассматриваемая спекл-структура очень чувствительна к изменению положения объекта, на котором происходит рассеивание лазерного излучения: спекл-структура смещается следом за малейшими движениями объекта (корреляция сохраняется), а при значительных движениях происходит декорреляция и спекл-структура изменяется полностью [8]. Скорость изменения спекл-картины определяется скоростью движения рассеивающего объекта и источника света относительно друг друга.

В случае анализа биологических тканей формирование спекл-картины определяется размерами и формой основных структурных элементов, а также их оптическими свойствами. Но стационарные компоненты биологических тканей не влияют на динамичность спекл-картины, поскольку последняя определяется наличием и динамикой изменения положения подвижных компонентов тканей. В роли таких компонентов могут выступать клетки крови и белковые макромолекулы плазмы крови и лимфы.

В проведенных экспериментах в качестве источника лазерного излучения использовали полупроводниковый лазер с длиной волны 660 нм и мощностью 130 мВт, световой пучок которого был расфокусирован и освещал поле площадью порядка 5 см². Регистрацию осуществляли при помощи специализированной монохромной CCD камеры, управляемой ПК. Полученные видеофайлы обрабатывали и анализировали с помощью разработанного программного обеспечения, основанного на модифицированном методе анализа контраста лазерных спеклов. Данный метод впервые был предложен в 1980 г. А.Ф. Ферчером [9], а позднее Брайерс, используя монохромную CCD матрицу и плату АЦП для подключения к компьютеру, реализовал цифровой вариант метода, получивший название Laser Speckle Contrast Analysis (LASCA) [6]. Созданная нами система обеспечивает захват камерой, управляемой компьютером, цифрового изображения, при анализе которого затем осуществляется расчёт значений локального контраста для блока из N×N пикселей. Контраст C в точке i, j рассчитывается по следующей формуле:

$$C_{i,j} = \frac{\sqrt{\frac{1}{(n+1)^2} \cdot \sum_{x=i-\frac{n}{2}}^{i+\frac{n}{2}} \sum_{y=j-\frac{n}{2}}^{j+\frac{n}{2}} I_{x,y}^2 - \left(\frac{1}{(n+1)^2} \cdot \sum_{x'=i-\frac{n}{2}}^{i+\frac{n}{2}} \sum_{y'=j-\frac{n}{2}}^{j+\frac{n}{2}} I_{x',y'} \right)^2}}{\frac{1}{(n+1)^2} \cdot \sum_{x=i-\frac{n}{2}}^{i+\frac{n}{2}} \sum_{y=j-\frac{n}{2}}^{j+\frac{n}{2}} I_{x,y}}, \tag{1}$$

где $I_{x,y}$ – значение яркости пикселя с координатами x, y ;

$n + 1$ – размер окна, для которого осуществляется расчёт контраста.

Таким образом, результирующая карта контрастности формируется на основе исходных значениях яркости пикселей некоторой области. Для того, чтобы обеспечить получение воспроизводимых и достоверных результатов, был проведен поиск оптимальных

параметров съёмки. Предварительные эксперименты показали, что этим требованиям отвечают частота кадров равная 120 Гц и значения выдержки в диапазоне от 1 мс до 7 мс, которые подбираются в зависимости от характеристик исследуемых объектов и условий съёмки.

Оценка состояния кожи человека. В качестве объекта исследований был выбран участок кожи на внутренней стороне запястья человека размером 20×20 (мм), наблюдение за которым проводили параллельно с использованием нашей установки и цифровой фотокамеры. После регистрации параметров исходного состояния поверхности кожи, половина исследуемого участка подвергалась механическому раздражению. В результате в месте воздействия наблюдалась легкая гиперемия, связанная с усилением микроциркуляции в обработанном участке кожи. По истечении определенного времени после воздействия проводили повторную съёмку исследуемых участков кожи. Приведенные на рисунке 1 в качестве иллюстрации результаты одного из экспериментов показывают, что усиление кровотока в раздраженных участках кожи сопровождается значительными изменениями параметров спекл-картины.

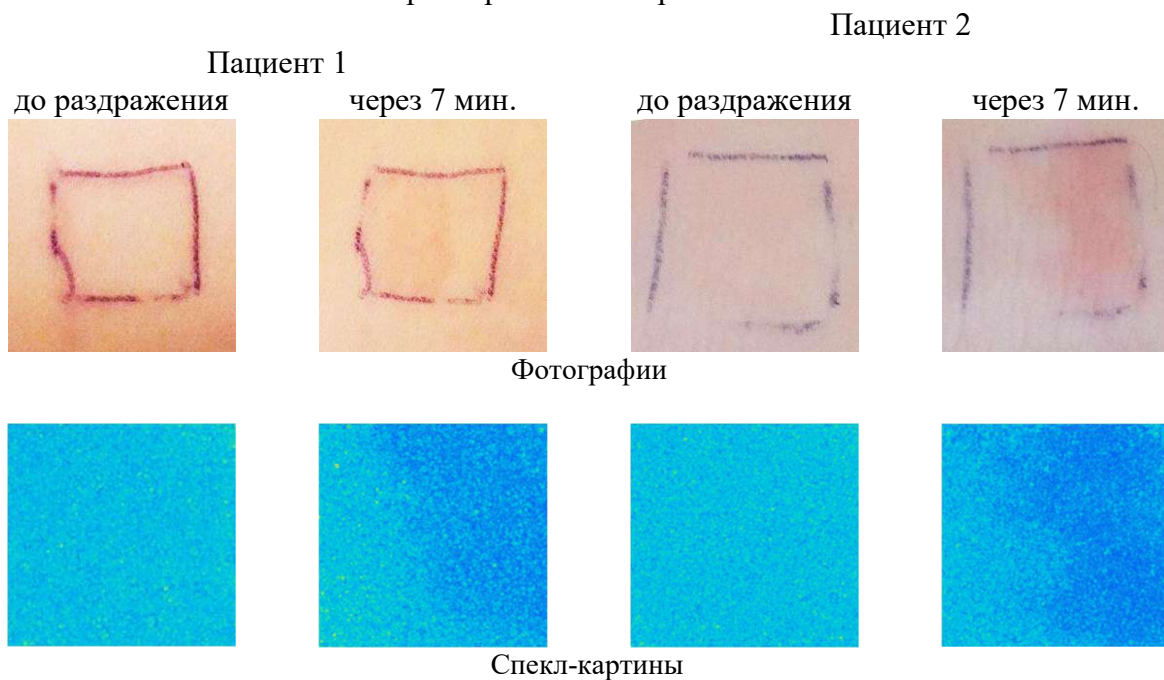


Рисунок 1 – Фотографии и соответствующие им спекл-картины участка поверхности кожи пациентов до и после механического раздражения кожи [10].

Оценка скорости тока жидкости внутри зубного фантома.

Изучение параметров микроциркуляции в зубах представляет собой малоизученную область исследований в стоматологии, поскольку особенности строения зубной ткани с точки зрения прохождения через нее света осложняют использование лазерных спекл-метрических методов. Твердая часть зуба состоит из двух основных компонентов – эмали и дентина, причем первая представляет собой сравнительно прозрачную ткань, поэтому оптические свойства зуба (поглощение, рассеяние, цвет) определяются преимущественно дентином. Дентин построен из основного вещества, пронизанного канальцами, которые берут начало в пульпе, около внутренней поверхности дентина, и веерообразно расходясь, заканчиваются на его наружной поверхности. Внутренний слой стенки дентиновых канальцев содержит много волокон, которые в сравнении с остальным веществом дентина сильно минерализованы. Диаметр дентиновых канальцев составляет 1–5 мкм, плотность их распределения колеблется в диапазоне $3 \times 10^6 - 7,5 \times 10^6 \text{ см}^{-2}$. Основными поглотителями света в дентине являются различные белковые молекулы, а рассеивателями – кристаллы

гидроксиапатита диаметром 2,0 – 3,5 нм и длиной до 100 нм. Таким образом, строение зуба представляет собой набор пучков согласованных природных световодов, извитая форма которых обеспечивает высокую эффективность освещения пульпы практически независимо от способа подачи света на внешнюю поверхность зуба. При падении света на поверхность эмали происходит его рассеяние на неоднородностях и частичный захват оптическими волноводами, роль которых в эмали выполняют эмалевые призмы, а в дентине – область дентина между канальцами. Волноводы обеспечивают эффективный транспорт световой энергии от поверхности эмали к пульпе. Каждая точка поверхности эмали оказывается оптически связанной с вполне определенной точкой полости зуба.

Нами проведен ряд модельных экспериментов с использованием в качестве объекта исследования фантома человеческого зуба. Для его изготовления в удалённом моляре человека сделали сквозное тонкое отверстие по направлению от корня к коронке, и через полученный канал протянули капиллярную трубку, ток жидкости через которую имитировал микроциркуляцию в зубе. Используемая жидкость представляла собой разбавленный коллоидный раствор молочного казеина, мицеллы которого имеют размер от 50 до 300 нм. Фантом располагали на оптической оси между источником и приёмником лазерного излучения. Для оценки изменения контрастности в зависимости от изменения скорости движения рассеивающих центров, измерения производили при различных условиях: в статике, при низкой, средней и высокой скорости тока жидкости в фантоме. Для каждой из скоростей регистрация проводилась при установленной выдержке камеры 50 мс и 10 мс.

Проинтегрированные для интересующей области размером 100×100 точек значения карты контрастности спекл-поля для всех типов условий отображены на графике (рисунок 2).

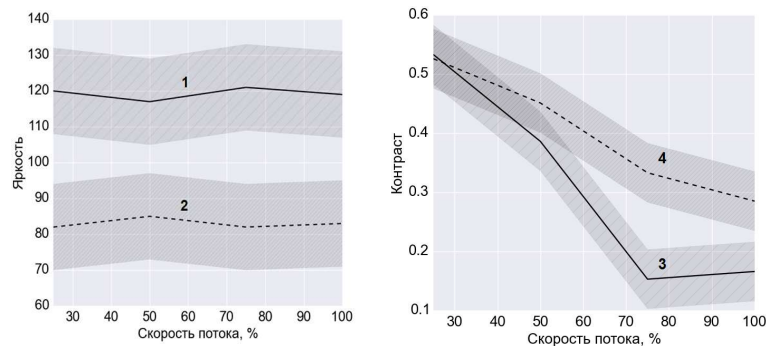


Рисунок 2 – Влияние относительной скорости тока жидкости в фантоме зуба на величину средних значений контраста и яркости спекл-картины.

1,2 – яркость, 3,4 – контраст. 1,3 получены при выдержке камеры 50 мс, 2,4 – при выдержке 10 мс.

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что средние значения яркости спеклов не зависят от скорости потока жидкости, но определяются условиями съемки (величиной выдержки). Средние значения контраста значительно уменьшаются при возрастании скорости движения жидкости в капилляре. Длительность экспозиции может влиять на точность измерений: при использовании малых значений экспозиции зависимость среднего значения контрастности от скорости потока жидкости имеет вид, близкий к линейному.

Заключение. В результате проведенных экспериментов установлено, что при исследовании механического раздражения поверхности кожи человека, а также при мониторинге тока жидкости внутри зубного фантома наблюдается отрицательная корреляция между величиной контрастности и скоростью движения рассеивающих центров. Также было выявлено, что средняя яркость спекл-картины практически не зависит

от состояния исследуемого объекта. В целом полученные результаты свидетельствуют о перспективности дальнейшего использования разработанных методик исследования для анализа микроциркуляции в тканях человека с значительно различающимися биофизическими характеристиками.

Литература

1. Каро К., Педли Т., Шротер Р., Сид У. Механика кровообращения. – М.: Мир, 1981.
2. Шебалин, А. Состояние организма по биоспеклам кожи – Фотоника, №1, 2008, с.14-18.
3. Рубникович, С.П., Денисова, Ю.Л. Лазерно-оптический метод исследования в диагностике микроциркуляции десны у пациентов с болезнями пародонта // Стоматологический журнал. – 2008. – №2. – С. 166-169.
4. Дик, С. К. Лазерно-оптические методы и технические средства контроля функционального состояния биообъектов / С. К. Дик. – Минск : БГУИР, 2014. – 235 с.
5. Штиршнайдер, Ю. Ю. Современные неинвазивные технологии визуализации в дерматологии / Ю. Ю. Штиршнайдер, А. В. Минченко, О. Р. Катунина, А. Р. Зубарев. – Вестник дерматологии и венерологии, вып. №5, 2011, с. 41-53.
6. Briers, J.D. Webster, S. // Journal of Biomedical Optics. 1996. Vol. 1(2). P. 174-179.
7. Гудмен, Дж. Статистическая оптика / под ред. Г.В. Скромного. – М.: Мир, 1988.
8. Briers, J.D. Laser Doppler, speckle and related techniques for blood perfusion mapping and imaging // Physiological Measurement. – 2001. – Vol. 22, no. 4. – P. R38.
9. Le, T. M. // IEEE Transactions on Medical Imaging. 2007. Vol. 26(6). P.833-842.
10. Дик С.К., Меженная М.М., Завацкий Д.А., Гордейчук Т.В., Счастливая Н.И. Цифровая обработка спекл-изображений в лазерной диагностике биологических тканей Сборник материалов Второй Международной Научно-Практической Конференции «BIG DATA and Advanced Analytics BIG DATA и анализ высокого уровня» 15 — 17 июня, 2016 Минск, Беларусь. – С.282-289.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «ЭЛЕКТРОННАЯ ОЧЕРЕДЬ» В АМБУЛАТОРНО-ПОЛИКЛИНИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ПОТОКОВ ПАЦИЕНТОВ

Г.Д. Ситник¹, О.Я. Кузнецов², А.П. Хрол²

¹*Белорусская медицинская академия последипломного образования,*

П. Бровки, 3, корп.3, Минск, 220013, Беларусь

²*5-ая городская клиническая поликлиника,*

С. Есенина, 21, Минск, 220025, Беларусь

Программно-технические комплексы являются важным компонентом обеспечения доступности амбулаторно-поликлинической помощи населению. Представлены техническое описание, принцип работы и возможности комплекса «Электронная очередь», производства УП «ИЦТ Горизонт» (г. Минск), анализ статистических данных работы регистратуры поликлиники. Внедрение комплекса позволило значительно оптимизировать и повысить эффективность работы лечебно-профилактического учреждения.

Введение

В наши дни нередко наблюдаются очереди за записью к специалистам в поликлинике. Это становится настоящей проблемой. Долгое пребывание в очереди создает неблагоприятную эмоциональную обстановку и требуют повышенных затрат времени и сил как со стороны пациента, так и со стороны персонала медучреждения. Одним из путей решения данной проблемы является установка системы управления очередью, которая направлена на обеспечение комфорта пациентов путем оптимизации работы по их обслуживанию [1,2,3,4,5].

Основная часть. Наибольшее распространение в лечебно-профилактических учреждениях республики получили программно-технические комплексы (ПТК)

«Электронная очередь», производства УП «ИЦТ Горизонт» (г. Минск). Данный комплекс представляет собой программно-техническую и организационно-административную систему оптимизированного управления потоками и очередями пациентов поликлиники, диспансера и больницы.

В состав комплекса входят:

1. Терминал, который представлен:

- Модуль регистрации.

Выполнен на базе сенсорного напольного вандалостойкого терминала с сенсорным стеклом.

- Медиа-сервер.

Имеет совместимость с терминалом, а также предусмотрены следующие характеристики: возможность трансляции HD-контента; тактовая частота 1,9 GHz; кэш-память 2-го уровня 512 Kb; ОЗУ 4.0 Gb; жесткий диск 320 Gb(SATA); интегрированная сетевая карта 100/1000 Мбит/с.; Wi-Fi; USB 3.0; лицензия Windows; mini-ITX).

- Термопринтер.

Скорость печати 1000 знаков в минуту, с автообрезчиком.

2. Главное информационное табло - ЖКИ телевизор со следующими характеристиками:

- видео-формат (соотношение сторон) 16:9;

- разрешение 1920x1080;

- поддержка телевизионных стандартов PAL, SECAM, NTSC;

- DVB-T2, DVB-C;

- входы: AV, аудио, VGA, HDMI.

3. Табло над входом в кабинеты - LCD-панель, которая имеет:

- количество строк - 1;

- количество знаков - 6;

- высота знаков 100мм;

- цвет свечения элементов: красный, желтый;

- интерфейс - TCP/IP посредством беспроводной сети стандарта 802.11.b/g/n.

4. Пульт управления – сенсорный пульт медицинского персонала в защитном чехле, на котором представлено:

- наличие индикации номера посетителя;

- отображение отсчета времени от момента вызова посетителя до начала обслуживания;

- управление – «Начало обслуживания», «Пауза», «Следующий посетитель».

5. Акустическая система, которая обладает возможностью голосового сообщения.

6. Комплект сети обмена данными представлены встроенными беспроводными адаптерами стандарта 802.11.b/g/n и УТВ кабелем подключения терминала к локальной вычислительной сети поликлиники.

Принцип работы ПТК «Электронная очередь» заключается в следующем.

Пациент подходит к терминалу с сенсорным экраном. Из отображенного на экране перечня медицинских услуг выбирает желаемую, прикоснувшись к соответствующей панели на экране. Пациент получает отпечатанный талон с информацией: номер талона, наименование медицинской услуги, дата и время получения талона и медицинской услуги. При посещении врача или кабинета поликлиники пациент ожидает, когда его номер талона высветится на центральном информационном табло (рядом с номером талона указывается номер кабинета) или на табло над входом в кабинет. Сотрудник поликлиники видит на мониторе физического пульта время пациента и нажимает кнопку вызова.

Статистика на сервере ПТК «Электронная очередь» ведется по следующим параметрам:

1. Среднее время обслуживания пациентов (по всем услугам, по отдельным услугам, кабинетам).

2. Среднее время ожидания в очереди (по всем услугам, по отдельным услугам, кабинетам).

3. Количество выданных талонов; количество обслуженных пациентов.

Проведен анализ статистических данных работы регистратуры поликлиники и ПТК «Электронная очередь» и получены следующие данные.

Распределение пациентов по вариантам обращения в поликлинику.

Вариант первый – 34,3%. Телефонный звонок на телефон регистратуры и запись на прием к врачу на нужное время. Удобно тем, кому непросто освоить новую технологию. Плюсы – не нужно идти лишний раз в поликлинику и совсем необязательно иметь дома Интернет.

Вариант второй – 36,7%. Запись через инфомат (терминал с сенсорным экраном). Придя в поликлинику, человек через инфомат записывается к врачу в удобное для себя время, с учетом графика работы врача и его занятости – терминал покажет расписание специалиста на текущую неделю и «высветит» время, уже занятое другими пациентами. Особенно удобно тем, у кого визит к врачу не срочный – можно подобрать время приема под свой рабочий график.

Вариант третий- 29,0%. Запись через Интернет. Отмечено преобладание количества пациентов во 2-ой и 3-ей группах.

Только 4,0% пациентов находились в ожидании своей очереди более 10 минут.

7,8 %, пациентов отметили сложность получить талон именно на то время, которое им нужно, так как во время заказа талоны оказались разобранными.

Неявка пациента после записи (забывают прийти, не предупреждают о том, что не придут) – 0.5%.

Явка пациентов на прием не в назначенное время -1,5%.

Таким образом, опыт применения ПТК «Электронная очередь» показал ее востребованность, преобладание числа пациентов использующих инфомат и Интернет при записи на прием к специалистам поликлиники, незначительное число пациентов с задержкой времени приема специалистом (ожидание в очереди) и сложностью получения талона в оптимальное время.

Заключение.

Применение программно-технического комплекса «Электронная очередь» позволило значительно повысить качество и эффективность оказания медицинской помощи в амбулаторно-поликлинических учреждениях, оптимизировать движение потоков пациентов, максимально эффективно использовать время сотрудников, уменьшить время обслуживания пациентов, увеличить количество обработанных запросов, существенно сократить время ожидания для посетителей, организовать спокойный психологический климат для пациентов и сотрудников, осуществлять административный внешний контроль движения очереди и организованное движение потоков пациентов внутри поликлиники.

Литература

1. Демидов А.В. Информатизация организаций здравоохранения Республики Беларусь / Демидов А.В. Вопросы организации и информатизации здравоохранения. – 2014, №3, С.20-25.
2. Якунина Е.Ю., Кадрова С.И. Бюллетень медицинских интернет-конференций, 2016, Вып. №1, Том 6, С. 183-187.
3. Аллошкевич В.Б., Дмитриев А.В., Лапицкий В.А.и др. Вопросы организации и информатизации здравоохранения. – 2016, №3, С 9-11.
4. Гатауллина Г. С, Шулаев А. В, Смирнов А. О. Фундаментальные исследования. – 2012, Вып. №2, С. 48-52.
5. Величко Л.Н., Качура Л.П., Метлицкий Ю.Н.и др. Вопросы организации и информатизации здравоохранения. – 2001, №1 С.43-39.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АПК «АНДРО-ГИН» В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ХРОНИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

О.И. Рынейский, С.В. Ионина, В.К. Марцинкевич

Государственное учреждение «Санаторий «Боровое» Управления делами Президента Республики Беларусь, borovoe@vitebsk.by

Наиболее часто встречающимися заболеваниями предстательной железы являются хронический простатит и ДГПЖ. Если ДГПЖ является уделом пожилых пациентов (от 50 до 70 лет в 80%), то хроническим простатитом болеют более молодые: по данным разных авторов это заболевание встречается у 35–40% всех мужчин. Эти заболевания обретают медико-социальное значение, так как носят длительный и рецидивирующий характер, приводят к астенизации больных, нарушению половой и репродуктивной функции, а отсутствие правильно организованного режима труда и отдыха, наличие стрессовых ситуаций в условиях труда и быта пациентов, неправильное питание, злоупотребление алкоголем, никотином, а порой и наркотиками, т.н. половая «свобода», недостатки в организации медицинской помощи этому контингенту больных, усугубляют сложившуюся ситуацию.

Актуальность проблемы состоит еще в том, что:

- В последние годы отмечается значительный рост числа больных ХП, что в основном связано с широким распространением ЗППП, бесконтрольным применением антибактериальных и «стимулирующих» препаратов, назначением неадекватного лечения, однообразием назначений без учета патогенеза и характера заболевания.

- ХП является одним из наиболее психотравмирующих патологических состояний у мужчин, психопатологическая отягощенность встречается у 75% больных. Такие пациенты мнительны, капризны, сосредоточены на своих неприятных субъективных ощущениях. Большинство пациентов не представляют себе сущности заболевания, сохраняется неистребимая вера в различные мифы и наличие чудодейственных препаратов и методов лечения.

- За термином хронический простатит может скрываться целый ряд заболеваний, происходящих как в самой предстательной железе, так и в нижних мочевых путях, начиная от острого бактериального воспаления, до психоневрологических расстройств, включая онкологическую патологию.

В структуре хронических заболеваний предстательной железы наибольший удельный вес (около 72%) составляют ДГПЖ и ДППЖ в сочетании с ХП. Наиболее часто встречающиеся жалобы пациентов при этих заболеваниях являются: болевой синдром, дизурические расстройства, нарушение половой функции, снижение либидо, психоневрологические изменения.

По нашим данным число пациентов, обращающихся за урологической помощью, из года в год растет (с 87 в 2012 г. до 155 в 2015 г.) Это связано не столько с увеличением частоты хронических форм, сколько с информированностью населения о возможности получения адекватной медицинской помощи в санатории. С конца 2008 г. в санатории создана и организационно оформилась комплексная программа «Мужское здоровье», которая включает в себя помимо традиционных для санатория оздоровительных процедур ряд специфических диагностических и лечебных процедур. Перед назначением лечения проводится комплекс специальных клинических и лабораторных исследований.

Существующие традиционные методы лечения хронического воспалительного процесса органов уrogenитальной сферы не обеспечивают полного и стойкого эффекта, положительный эффект получаемый при стандартных физиотерапевтических методиках по данным различных авторов не превышает 40%.

В нашей санатории при лечении ХП начал применяться «Комплекс аппаратно-программный КАП-ЭЛМ-01 «Андро-Гин» с конца 2007 г. позволяющий с максимальной (индивидуально подобранной) эффективностью одновременно и сочетано использовать электрическую стимуляцию промежности, мочевого пузыря, предстательной железы, семенных пузырьков, два вида лазерного воздействия (внутриполостное и накожное), магнитотерапию, нейростимуляцию по биологически активным точкам и цветоритмотерапию.

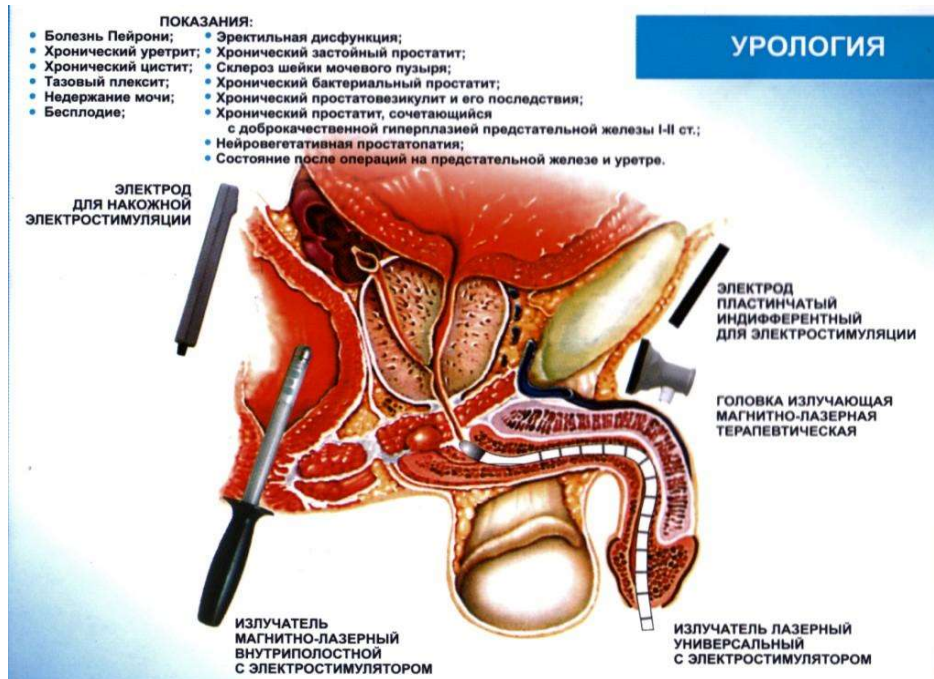


Рисунок 1 – Расположение электродов АПК «Андро-Гин»

Существенными преимуществами и особенностями АПК, отличающими его от известных ФТ-аппаратов, являются:

- программированное плавное изменение режима ЭС, позволяющего воздействовать на все патологически измененные зоны предстательной железы с различными порогами и спектрами возбуждения;
- сочетанное магнитно-лазерное воздействие, которое синхронизировано с электростимуляцией, дающее в результате оптимальный синергический эффект;
- комбинация нейростимуляции по биологически активным точкам и цветоритмотерапии;
- использование трансректальной и трансуретральной методик.

Такая комбинация пяти факторов воздействия позволяет достигнуть болеутоляющий, противовоспалительный, седативный, противоотечный эффект, повышение иммунитета, улучшение нейротрофики и микроциркуляции органов малого таза, а возможность в реальном масштабе времени изменять и комбинировать выбранные параметры, обеспечивает индивидуальный подход к лечению каждого пациента. Многофакторность и высокая эффективность аппарата позволяет избавиться от устаревших рутинных методик (пальцевой массаж, ректальные тампоны и др.)

По комплексной методике с использованием АПК «Андро-Гин» проведено лечение 167 пациентам. Противопоказаниями к использованию аппарата являются в основном те же, что и при назначении ФТ процедур (острые воспалительные и гнойные заболевания, нарушение свертывающей системы крови, новообразования, тяжелые общие заболевания), но имеются и специфические для этой методики (ИБС со стенокардией, нарушение ритма

сердца, имплантированный кардиостимулятор, артериальная гипертензия тяжелее 2 ст., стойкое, в течение 3–4 мес. повышение ПСА).

Число процедур на курс лечения составляло от 6 до 8, большее число приводило к повышению реакции на ЭС и местным воспалительным проявлениям в прямой кишке. Сеансы проводили через день по 15-20 мин., после опорожнения у пациента мочевого пузыря и прямой кишки и не ранее чем через 30 мин. от предыдущей процедуры. В свободный от процедуры день назначались скипидарные ванны по Залманову. В обязательном порядке в дополнении к проводимому лечению назначали: простатилен в/м 1 раз в день №10, ректальные свечи типа «Витапрост» № 10 по 1 св. на ночь, антиоксикапс с Zn и токоферол-ацетат по 1 капсуле два раза в день 15 дней. Больным на период лечения рекомендовали воздержаться от употребления алкогольных напитков в любом виде, острых блюд, крепкого чая и кофе, активной половой жизни.

Уже на 3-4 процедуре больные отмечали улучшение состояния: снижался болевой синдром, уменьшалась частота мочеиспускания, улучшалось настроение, появлялась вера в успех лечения.

К концу лечения болевой синдром купировался практически у всех больных, у 96% исчезали дизурические расстройства и улучшалась эректильная функция. Суммарный балл по IPSS снижался с 16 до 10-8, индекс качества жизни с 5 до 2, отмечался выраженный психокорректирующий эффект.

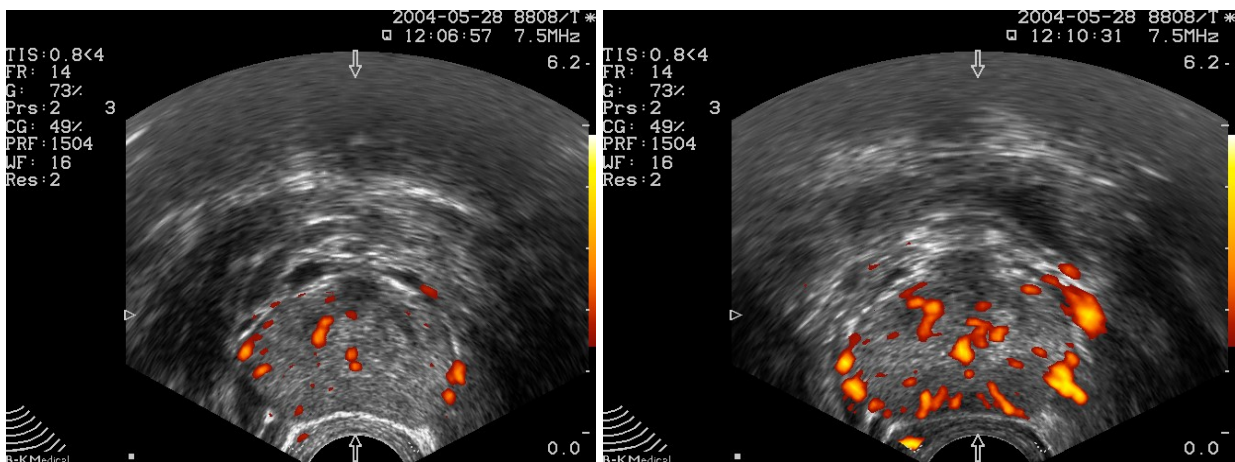


Рисунок 2 – Картирование кровотока предстательной железы до и после лечения.

Нами разработана памятка для больных на понятном языке с рекомендациями по режиму труда и отдыха, образу жизни, особенностям питания, полового поведения, профилактике обострений, которое отдаем на руки каждому пациенту.

Настоящее сообщение является лишь промежуточным этапом в оценке эффективности аппаратного комплекса «Андро-Гин». Дальнейшее его применение потребует более тщательного изучения клинических и лабораторных данных, исследования иммунитета и изучения отдаленных результатов. Однако уже сегодня можно говорить о том, что аппарат является современным и высокоэффективным методом в комплексе лечения больных с хроническими заболеваниями органов мочеполовой сферы.

Литература

1. Лоран О.Б., Сегал А.С. Хронический простатит. М., 2002.
2. Мазо Е.Б., Степенский А.Б., и др. Фармакотерапия хронических простатитов. РМЖ 2001; т.9, № 23.
3. Уткина С.В., Яценко О.К. Лечение расстройств половой функции при ДГПЖ. М., 2011.
4. Brahler E., Weidner W. Psychological test studies in patients... 2006.

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ В ТЕРАПИИ СИНДРОМА ХРОНИЧЕСКОЙ ТАЗОВОЙ БОЛИ

Ю.Ч. Сирицына¹, Е.Л. Савоневич¹, К.П. Савонев²

¹*Гродненский государственный медицинский университет*

М. Горького, 80, Гродно, 230009, Беларусь

²*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники*

П.Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь

Синдромом хронической тазовой боли может беспокоить женщин разного возраста и негативно влиять на качество их жизни. Этиология, патогенез и оптимальное лечение этого синдрома во многом не установлены. Множество клинических исследований было посвящено изучению как медикаментозных, так и немедикаментозных методов терапии, однако, все они демонстрируют недостаточную эффективность в купировании боли. Тридцать две женщины с синдромом хронической тазовой боли были обследованы. Проведенный курс физиотерапевтического лечения с использованием аппарата «РИКТА», позволил на 40% уменьшить болевой синдром.

Введение.

Современной медицине известно около 100 гинекологических и экстрагенитальных заболеваний, в клинической картине которых основным симптомом является хроническая тазовая боль. Перечень этих патологических состояний постоянно пополняется и уточняется. Согласно классическому определению П.К. Анохина (1976), боль целесообразно рассматривать «...как интегративную функцию организма, которая мобилизует разнообразные функциональные системы для защиты организма от воздействия вредящего фактора и включает такие компоненты, как сознание, ощущение, память, мотивации, вегетативные, соматические и поведенческие реакции, эмоции». В клинической практике важно различать острую (физиологическую) и хроническую (патологическую) боль. Первая необходима для защиты организма от действия повреждающих и разрушающих факторов. Хроническая боль, напротив, формируется при длительно протекающих патологических процессах, таких как пролиферативное воспаление различной этиологии и локализации, доброкачественные и злокачественные новообразования, аномалии положения и развития органов малого таза и др. В гинекологической практике понятие «хроническая тазовая боль» наиболее разноплановое и многоликое. Оно предполагает наличие в клинической картине заболевания хотя бы одного из перечисленных симптомов:

- болевых ощущений в нижних отделах живота, паховых областях, пояснице, беспокоящих больную практически постоянно и, как правило, усиливающихся в определенные дни менструального цикла, при переохлаждении, длительной статической нагрузке и т.д. – собственно тазовая боль;

- болезненных менструаций – дисменорея;

- болезненного полового акта – диспареунии.

Длительно существующая (более 6 мес) и, как правило, трудно купируемая хроническая тазовая боль в любом из своих проявлений дезорганизует центральные механизмы регуляции важнейших функций организма человека, изменяет психику и поведение людей, нарушает их социальную адаптацию, приводя к формированию характерного симптомокомплекса, обозначаемого как «стойкий болевой синдром», «синдром тазовой боли», «тазовый невроз», «вегетативный тазовый ганглионеврит» или «психосоматический тазовый застой». Согласно данным ВОЗ, у каждого пятого человека в мире наблюдается хроническая боль, обусловленная заболеваниями различных органов и систем. Более 60% женщин ежегодно обращаются за помощью к врачу акушеру-гинекологу с жалобами на тазовую боль. В процессе трудоемкого и дорогостоящего обследования этих больных далеко не всегда подтверждается гинекологическая природа заболевания, в

некоторых случаях вообще не удастся конкретизировать генез хронической тазовой боли. Для многих женщин становится привычным маршрут по треугольнику гинеколог-уролог-невропатолог, боль и страх вынуждают их обращаться за помощью к онкологу, а постоянные жалобы при отсутствии анатомических изменений органов малого таза служат основанием для рекомендации врачей «лечиться у психиатра». Длительно существующие нарушения микроциркуляции способствуют развитию локальной гипоксии и ацидозу, значительно ухудшают трофику тканей. Затяжное течение патологического процесса обычно приводит к дегенерации рецепторного и проводникового аппарата тазовых органов, дистрофии клеток солнечного, аортального и других сплетений [1]. Анализ научных литературных данных позволяет утверждать, что основными причинами формирования синдрома хронической тазовой боли у женщин являются дисфункция микроциркуляции, нарушение тканевого дыхания с избыточным образованием продуктов клеточного метаболизма, воспалительные, дистрофические и функциональные изменения в нервном аппарате внутренних органов и вегетативных симпатических ганглиях. Формирующийся патологический процесс приобретает полисистемный характер и теряет нозологическую специфичность [2].

В связи с этим, лечение пациенток с хронической тазовой болью – не только сложная, но и, как правило, неблагоприятная задача. Полностью устранить источник болевых импульсов возможно далеко не всегда. Патогенетическое лечение боли многообразное и разноплановое. В ряде случаев помогает хирургическое лечение, нестероидные противовоспалительные препараты, средства, улучшающие клеточный метаболизм и др. Не менее действенными оказываются попытки прервать распространение ноцицептивного импульса по нервным волокнам посредством физиотерапии.

Аппарат «РИКТА», обеспечивает одновременное воздействие импульсным лазерным излучением (длина волны 0,89мкм, импульсная мощность - 4Вт), импульсным инфракрасным излучением (длина волны 0,9-0,9мкм, мощность до 100мВт), светодиодным красным излучением (длина волны 0,6-0,7мкм, мощность 5мВт) и постоянным магнитным полем (магнитная индукция 35мТл). В данном аппарате режим генерации – импульсный (частота – 5, 50, 1000Гц); мощность в импульсе – не менее 4Вт. Уникальной особенностью аппарата «РИКТА», отличающей его от других терапевтических аппаратов, является одновременное комплексное воздействие импульсного инфракрасного лазерного, пульсирующего некогерентного инфракрасного излучения и пульсирующего красного света совместно с постоянным магнитным полем. Основным лечебным фактором квантовой терапии является импульсное инфракрасное лазерное излучение полупроводникового арсенид-галлиевого лазерного диода. Лазерное излучение обладает монохроматичностью, пространственной и временной когерентностью и поляризованностью и благодаря этим своим свойствам оказывает мощное стимулирующее воздействие на кровообращение, мембранный клеточный обмен веществ, активизирует нейрогуморальные факторы. Пульсирующее широкополосное инфракрасное излучение полупроводниковых светодиодов обладает меньшей, чем лазерное, биологической эффективностью вследствие большей спектральной широты, некогерентности и неполяризованности. Оно проникает на большую глубину и оказывает гармонизирующее воздействие на состояние центральной и вегетативной нервной систем, мощное стимулирующее воздействие на кровообращение, мембранный и внутриклеточный обмены веществ, активизирует нейрогуморальные факторы, иммунокомпетентные системы. Постоянное магнитное поле (ПМП) способствует электролитической диссоциации ионов в тканях, вызванной облучением электромагнитными волнами инфракрасного диапазона, и одновременно препятствует рекомбинации этих ионов в процессе сочетанного воздействия. Магнитное поле позволяет удерживать ионизированные молекулы тканей в диссоциированном состоянии, что обеспечивает повышение энергетики на молекулярном

и клеточном уровнях. ПМП также способствует усилению процесса метаболизма в подлежащих тканях, увеличивает диэлектрическую проницаемость биополимеров, выступает в роли своеобразного поляризатора биоструктур в электромагнитных полях инфракрасного излучения и, что особенно важно для практической медицины, - способствует увеличению глубины проникновения излучения в биоткани. Было установлено, что энергия квантов низкоэнергетического лазерного излучения нарушает электролитические связи между ионами. ПМП способствует этой диссоциации и одновременно препятствует рекомбинации ионов в процессе их сочетанного воздействия. ПМП придает определенную ориентацию молекулярным диполям и выстраивает их вдоль своих силовых линий. Поскольку силовые линии ПМП расположены перпендикулярно к световому потоку, основная масса диполей распределяется вдоль светового потока, увеличивая глубину его проникновения в ткани. Применение ПМП дополняет лечебный эффект аппарата «РИКТА», оказывая воздействие на различные нарушенные патогенетические звенья, способствует суммации или потенцированию их положительных действий, что обеспечивает более активную ответную реакцию организма. В результате этого воздействия происходит увеличение проницаемости клеточных мембран, ускорение кровотока, активизация антикоагулянтной системы крови, улучшение микроциркуляции. В патологически измененных тканях ПМП вызывает увеличение проницаемости клеточных мембран, катализируя включение в клетки ионов калия, способствует инактивации ионов кальция, увеличению просвета мелких сосудов и ускорению в них кровотока. Под действием ПМП улучшается лимфоотток и уменьшается отек тканей за счет раскрытия лимфатических капилляров и стимуляции развития лимфатических коллатералей. В процессе магнитолазерной терапии меняются конформационные свойства гемоглобина, что резко увеличивает насыщение тканей кислородом и приводит к активации всех ферментных систем биологических тканей [3]. Очень важно, что ПМП не вызывает образования в подлежащих тканях эндогенного тепла и оказывает тормозящее влияние на прогрессирование патологического процесса в мягких тканях. [4]. Этот широкий спектр биологического действия ПМП отвечает всем требованиям терапии хронических воспалительных процессов. Это обеспечивает рассасывание соединительной ткани в патологически измененных тканях малого таза без активации эстрогенпродуцирующей функции яичников.

Цель исследования.

Изучить влияние сочетанного воздействия лазерного излучения и постоянного магнитного поля на купирование синдрома хронической тазовой боли и улучшение качества жизни женщин.

Материалы и методы исследования.

Проведено клинико-лабораторное обследование и лечение 32 женщин репродуктивного возраста (от 19 до 42 лет), страдающих синдромом хронической тазовой боли в течение двух и более лет. Вероятной причиной болевого синдрома у 5 женщин (15%) была альгодисменорея, у 12 (38%) - перенесенные воспалительные заболевания органов малого таза, у 7 (22%) - эндометриозная болезнь, у 8 (25%) - проведенное ранее хирургическое лечение на органах малого таза (тотальная и ли субтотальная гистерэктомия). Критериями исключения из исследования явились онкологические заболевания в анамнезе, обострение хронического воспалительного процесса половых органов, ранний послеоперационный период, наличие остеохондроза позвоночника, острого или обострения хронического экстрагенитального заболевания. На время проведения исследования пациенткам рекомендовали (по возможности) воздержаться от приема нестероидных противовоспалительных препаратов.

Курс лечения состоял из 12 ежедневных процедур с длительностью воздействия 10-15 минут, которая увеличивалась в этом интервале от начала к концу курса терапии. Все 32

женщины основной группы получали лечение с помощью аппарата «РИКТА». Процедуры проводились в положении лёжа на животе излучатели располагали на рефлексогенные зоны Th10 – L3 паравертебрально.

Оценка интенсивности болевых ощущений проводилась с использованием визуальной аналоговой шкалы (VAS). Пациентке предлагалось сделать на линии отметку, соответствующую интенсивности испытываемой им боли. Начальная точка линии обозначала отсутствие боли – 0, затем - слабая, умеренная, сильная боль и конечная, невыносимая, боль – 10. Расстояние между левым концом линии и сделанной отметкой измерялось в миллиметрах (баллах). Состояние вегетативной нервной системы оценивали по кожно-сосудистой реакции (проба на дермографизм), наличию характерных жалоб (потоотделение, тремор и др.), изменению (лабильности) артериального давления. Исследование проводили перед началом лечения и спустя 1 месяц после лечения. Собранный материал статистически обрабатывался с помощью прикладных компьютерных программ MS Excel, Statistica for Windows.

Результаты и их обсуждение.

Жалобы на боли предъявляли все обследованные женщины. В большинстве случаев боль носила постоянный характер, некоторую связь интенсивности болей с менструальным циклом отмечали только 7 пациенток. При этом сильные боли (50-70 баллов по VAS) имели место у 17 пациенток (53%) и среди них все женщины с хроническими воспалительными заболеваниями органов малого таза. Средняя оценка болевого синдрома по VAS спустя месяц составила 58 баллов.

При анализе факторов, провоцирующих усиление болей установлено, что чаще к усилению болей приводил половой акт (81%), длительное положение сидя (69%), переохлаждение (69%), стрессовая ситуация (28%). У всех женщин боль имела ноющий характер. Иррадиация болей наблюдалась у большинства, чаще всего - в прямую кишку, реже – в промежность и паховую область.

Нарушения менструальной функции в анамнезе установлены у 19 человек, среди них альгодисменорея – у 10, гипоменструальный синдром – у 5, гиперменструальный синдром - у 12 женщин. Нарушения репродуктивной функции имели место у 9 пациенток, из них первичное бесплодие было диагностировано у 3, вторичное бесплодие – у 4 женщин. Из выявленных при осмотре других гинекологических заболеваний следует отметить миому матки небольших размеров в 5 случаях, фоновые заболевания шейки матки (эктопия, псевдоэрозия, эктропион и др.) – в 8 случаях. Анализ сопутствующей экстрагенитальной патологии показал, что у обследованных пациенток доминировала (53%) хроническая патология желудочно-кишечного тракта. Эндокринными заболеваниями (гипотиреоз, нарушение жирового обмена, сахарный диабет и др.) страдала каждая третья женщина. Патология сердечно-сосудистой системы, печени, почек имела место в единичных случаях.

При оценке состояния вегетативной нервной системы до начала лечения у большинства женщин определялся стойкий (более 10мин) дермографизм, нарушение потоотделения, лабильность артериального давления.

Использованная методика физиотерапии способствовала существенному купированию болевого синдрома. При этом полное исчезновение болей к концу курса терапии отметили 3 женщины, а спустя месяц – еще 2 пациентки. Проведенное лечение привело к ослаблению боли, улучшению состояния вегетативной нервной системы у большинства женщин после хирургических вмешательств в анамнезе и у 9 пациенток с хроническими воспалительными заболеваниями половых органов. В среднем, по результатам анализа VAS, обследованные женщины отметили уменьшение интенсивности боли после проведенного курса терапии на 38%. Средняя оценка болевого синдрома по VAS спустя месяц после лечения составила 36 баллов.

Заключение.

Таким образом, предложенная методика лечения синдрома хронической тазовой боли различной этиологии является патогенетически обоснованным и эффективным методом реабилитации женщин, который реализуется с помощью аппаратов, доступных в большинстве учреждений здравоохранения. Сочетанное воздействие лазерного излучения и ПМП является более энергоемким, чем их изолированное применение, а расщепление спектральных линий вещества под ПМП расширяет диапазон восприятия квантов света. При этом происходит не простое суммирование однонаправленного воздействия на организм, развиваются качественно новые процессы, усиливающие тканевый метаболизм. Переменная частота способствует наиболее корректной активации иммунокомпетентных зон и обеспечивает наступление быстрого анальгезирующего эффекта.

Литература

1. Бодяжина В.И. Хронические неспецифические воспалительные заболевания половых органов.- М.: Медицина, 1978.-320с.
2. Подзолкова Н.М. Глазкова О.Л. Симптом. Синдром. Диагноз. Дифференциальная диагностика в гинекологии. –М.:ГЭОТАР-Медиа, 2005.-520с.
3. Дамиров М.М. Аденомиоз.- М.:ООО«БИНОМ-Пресс», 2004.-320с.
4. Баскаков В.П. Клиника и лечение эндометриоза.- Л.: Медицина, 1990.-240с.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СРЕД, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЙ ЧАСТОТЫ ЧЕЛОВЕКА

***В.В. Баранов, П.Д. Клименко, А.В. Гусинский, Д.П. Клименко,
В.А. Петрович, М.В. Апанасович***

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь*

Приведены результаты исследований характеристик таких диагностических сред для определения индивидуальной характеристической частоты человека, как дистиллированная вода и парафин, которые являются чувствительными к облучению СВЧ излучением низкой интенсивности (менее 10^{-3} Вт/см²).

Введение

Первоначальные исследования влияния электромагнитного облучения низкой интенсивности (менее 10 мВт·см⁻²) в пределах частотного диапазона 30-300 ГГц на микроорганизмах и экспериментальных животных организмах были выполнены в 1966-1969. Было показано, что некоторые биологические эффекты в этих организмах зависели от частоты зондирующего микроволнового излучения и наличия определенных частот, определяющих биологические резонансы.

Вскоре были изготовлены некоторые образцы микроволновых генераторов (Уав-1, Электроника КВЧ и другие), разработаны несколько методов микроволновой терапии и апробированы на практике. Однако эти генераторы и методы не имеют индивидуального подхода к пациенту, поскольку они используют излучение только в одной частоте (в пределах трех возможных частот). В частности, аппараты ряда “Milta” работают на частотах 60,12 ГГц (4,9 мм), 53,53 ГГц (5,6 мм), 42,19 ГГц (7,1 мм) [1].

П.Д. Клименко наблюдал более чем 30 000 пациентов во время своей практики врача высшей категории в Беларуси. Он отметил существование групп людей, предрасположенных к некоторым типам хронических заболеваний. Затем, он использовал акупунктурную диагностику по методу Фолля и резонансных испытаний (ВРТ - метод) с комбинацией микроволнового излучения низкой интенсивности, которое генерировалось СВЧ генератором с качающейся частотой с интервалом 0,1 ГГц [2].

В то время как частота зондирующего микроволнового излучения изменяется, рефлекс от эккупунктурных точек вступает в резонанс лишь на определенной частоте. Эта частота является характерной для определенного пациента. Были выделены несколько групп пациентов с одинаковыми характеристическими частотами, для которых выявлялись однотипные хронические заболевания. Таким образом, была высказана догадка о существовании индивидуальной характеристической частоты человека (ИХЧ), связанной с соединительной тканью организма.

Например, установлены корреляции между определенными величинами ИХЧ и такими болезнями, как туберкулез, язвенная болезнь, болезни крови, психические заболевания и другие. Затем, у соответствующих групп пациентов имеется иммунитет к ряду заболеваний, включая серьезные, поскольку они никогда не проявлялись, если ИХЧ им не соответствовала. Таким образом, возможно решить противоположную задачу – прогноз возможных заболеваний пациента на основе полученного значения ИХЧ. Основанные на таком виде диагностики рекомендации могут быть предложены для пациентов с пониженным риском появления соответствующих заболеваний [3].

Непосредственная диагностика хронических заболеваний при использовании зондирующего излучения несколько затруднена из-за необходимости индивидуального применения для конкретных пациентов дорогостоящей аппаратуры СВЧ диапазона (генераторы, анализаторы спектра и др.), что в клинической практике неэффективно. Поэтому в качестве диагностических сред для последующего анализа могут быть использованы промежуточные диагностические среды, из которых мы выделили такие как дистиллированная вода и парафины, смеси твердых насыщенных углеводородов, полученных из нефтепродуктов (температура их плавления, зависящая от степени очистки составляет 42-54°C, плотность 880-915 кг/м³).

Методика эксперимента.

Диагностические среды пребывают в контакте с пациентом в течение некоторого периода (1-2 мин) и затем анализируются при использовании физических методов исследования, таких как ИК спектроскопия, КР спектроскопия, метод ядерного магнитного резонанса и методика определения диэлектрических потерь в среде. Нами использована последняя в этом ряду методика, как наиболее простая в реализации и не требующая использования дорогостоящего оборудования.

Для этого были использованы приборы для определения диэлектрических потерь в материалах, а также измерительные ячейки, которые представляли собой конденсаторные структуры, диэлектриком которых являлись либо промежутки дистиллированной воды между электродами из нержавеющей стали, либо слои парафина между металлическими пластинами воздушного конденсатора. При этом, измерительная ячейка, предназначенная для определения $\text{tg } \delta$, представляла собой емкость из нержавеющей стали, имеющую два изолированных электрода, разделенных между собой промежутком 1 мм. Перед каждой новой пробой дистиллированной воды (исходная, после облучения генератором СВЧ на определенной частоте, после контакта с ячейкой тестируемого пациента) проводилась обработка емкости вспышкой от импульсного УФ источника излучения, которое исключает влияние на получаемые результаты существование предыдущей пробы в ячейке [4].

Результаты и их обсуждение.

На рис. 1 приведен график зависимости величины добротности (обратной величины от тангенса угла диэлектрических потерь) дистиллированной воды (в ячейке) от частоты зондирующего излучения, которое предварительно воздействовало на данную пробу воды.

В частности, проба № 1 взята после контакта с тестируемым пациентом, имеющим индивидуальную характеристическую частоту 70,4 ГГц. Остальные пробы получены в результате облучения от генератора СВЧ с рупорной антенной.

Используя методику вегетативной резонансной терапии (ВРТ), которая основана на использовании явлений резонанса, интерференции, принципа суперпозиции и отвечая на вопросы: "Что?", "Где?", "Причина?" и подбирая терапию, возможно проводить диагностику хронических заболеваний на микроволновом уровне (рисунок 2).

Терапевтические мероприятия возможны при воздействии на пациента одной из используемых диагностических сред, на практике же лучше использовать парафин, который приобретает требуемые качества после воздействия на него в жидком виде микроволнового излучения соответствующей ИХЧ пациента частоты облучения от генератора СВЧ с рупорной антенной. При этом облучение пробы ведется до полного затвердевания.

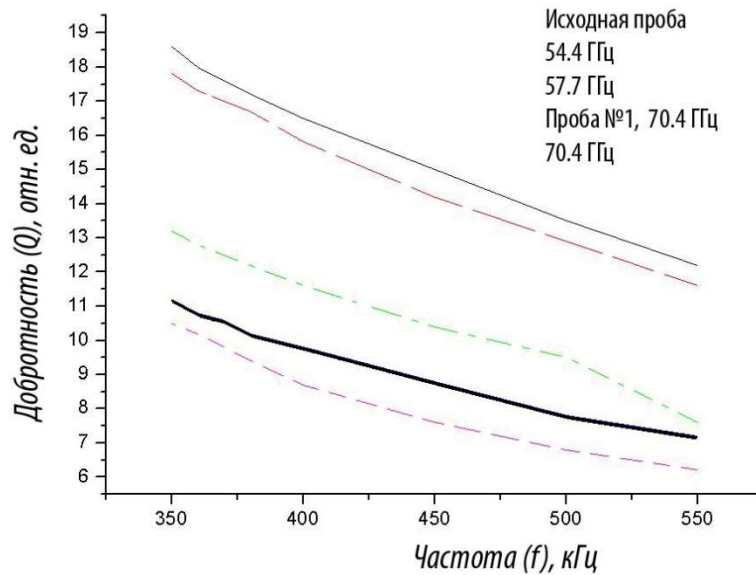


Рисунок 1 – Зависимость добротности проб дистиллированной воды от частоты воздействующего микроволнового излучения в диапазоне частот исследования от 350 до 550 кГц



Рисунок 2 – Схема моделирования и диагностики заболеваний

Сопоставляя результаты обследований большого числа пациентов (более 10000), замечена повторяющаяся закономерность совпадений результатов при одинаковых ИХЧ обследуемых при диагностике и проведении терапевтических мероприятий по указанной выше и в работе [5] схеме.

Заключение

Приведены результаты исследований характеристик таких диагностических сред для определения индивидуальной характеристической частоты человека, как дистиллированная вода и парафин, которые являются чувствительными к облучению СВЧ излучением низкой интенсивности (менее 10^{-3} Вт/см²), а также схема диагностики хронических заболеваний человека, основанная на использовании указанных диагностических сред, предварительно находящихся в контакте с пациентом либо подвергнутых воздействию микроволнового излучения на определенной частоте.

Список литературы

1. (2008) ЗАО “NPO Kosmicheskogo Priborostroeniya” website. [Online]. Available: <http://milt-f.ru/ehf/articles/>
2. P. Klimenko, and V. Baranov “New possibilities in diagnostics and diseases treatment with use of bio-resonance effects”, in Proc. MedElectronics-2008, Minsk, 2008, p. 189.
3. Девятков Н.Д., Голант М.Б. О выявлении когерентных КВЧ колебаний, излучаемых живыми организмами / Медико-биологические аспекты миллиметрового излучения. М.: ИРЭ НАН СССР. – 1987. – С. 126-130.
4. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. – М.: Радио и связь, 1991. – 168 с.
5. Био-резонансные эффекты в КВЧ-диапазоне в медицинской диагностике и терапии / Баранов В.В., Клименко П.Д., Клименко Д.П., Цырельчук И.Н. // Труды VI Международной НТК “Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии» - Медэлектроника - 2010, Минск, 8-9 декабря 2010. – С. 188-191.

ПРИМЕНЕНИЕ НОРМОКСИЧЕСКОЙ ЛЕЧЕБНОЙ КОМПРЕССИИ ПРИ ПОСЛЕДСТВИЯХ СПОРТИВНЫХ ТРАВМ, ВОССТАНОВЛЕНИИ И ПОВЫШЕНИИ УРОВНЯ ТРЕНИРОВАННОСТИ СПОРТСМЕНОВ

П.А.Дриневский, А.И.Скачко, Д.Н. Савеня

*Центр спортивной реабилитации Белорусской Федерации биатлона
директор Кравченко В.П.
ул.Скорины, 12/7, Минск, Беларусь
E-mail: info@biamed.by*

Особое внимание спортивной медицины направлено в настоящее время на использование физиологически обоснованных и неинвазивных методов повышения тренированности спортсменов, ориентированных на получение значительных результатов. Спорт высоких достижений сопряжен и с риском травм, что так же требует внедрения эффективных и безопасных методов реабилитации.

По данным различных авторов [1-12] установлено, что нормоксическая лечебная компрессия (НЛК) в портативной барокамере - безопасный и эффективный метод для восстановления мозгового и почечного кровотока, имеющий широкие показания для клинического применения. НЛК обладает уникальной возможностью восстанавливать тканевое дыхание при последствиях ишемии, увеличивает почечный кровоток, способствуя нормализации артериального давления при почечной гипертензии. При острых радикулоневритах и затянувшихся невритах обладает выраженным противоболевым эффектом, позволяя значительно уменьшить выраженность двигательных нарушений.

Метод показал высокую эффективность в условиях спортивных тренировочных нагрузок и при лечении синдромов мышечной перегрузки и последствий спортивных травм. Нами отмечено значительное улучшение состояния всех пациентов. Они отмечали улучшение концентрации внимания, улучшение памяти, повышалась стрессоустойчивость, уменьшалась метеочувствительность, легче переносились тренировочные нагрузки, улучшались спортивные результаты. В центре получали лечение и отмечался выраженный терапевтический эффект у пациентов с нейроциркуляторной дистонией, мигренью, синдромом перетренированности, дисциркуляторной энцефалопатией на фоне остеохондроза шейного отдела позвоночника.

Экспериментальные и клинические исследования данного метода показали, что лечебный эффект НКЛ наблюдается при 100-120 мм рт. ст. сверх атмосферного. Эффект возрастает при одновременном использовании бифлавоноидов растительного происхождения и препаратов, содержащих коэнзим Q10 [11,12]. При НКЛ наблюдается 100% насыщение гемоглобина кислородом и восстановление нарушенной микроциркуляции. Эффект НКЛ более выражен при курсовой терапии в результате снижения числа поврежденных митохондрий. За счет мембраностабилизирующего действия НКЛ, восстановления рецепторов клеточных мембран ускоряется обмен и выведение токсинов, что дает не только повышение выносливости и уровня тренированности спортсменов, улучшение функции мышечного аппарата, но и ускоряет наступление лечебного эффекта у пациентов. В основе стойкого лечебного последствия НКЛ лежит нормализация процессов свободно-радикального окисления, не только перекисного окисления липидов, но и антиокислительной активности плазмы крови, что не наблюдается ни при каком кислородном воздействии. Изучение механизмов действия НКЛ на организм в норме и патологии показало, что этот метод не оказывает вредного воздействия на организм [8,9,10,11,12].

Метод НКЛ на портативной барокамере «Respiro 270» был использован для восстановления после нагрузок и повышения адаптационных возможностей спортсменов зимних и летних видов спорта, а так же для лечения пациентов с различными заболеваниями в амбулаторных условиях.

Сеансы НКЛ проводились с использованием портативной барокамеры «Respiro 270» производства США, длительность сеанса составляла 30-40 минут с учетом времени декомпрессии 5-10 минут, при давлении 2 PSI-4 PSI (рисунок 1). Проводился предварительный осмотр пациентов, измерение температуры тела, артериального давления, ЧСС до и после проведения сеанса НКЛ.



Рисунок 1 – Барокамера «Respiro 270»

Оценка эффективности проводимой НКЛ проводилась у спортсменов с помощью тестовой системы «COSMED» до начала и после завершения курса НКЛ. Проводился

газоанализ на метабологефе CosmedFitmateMed с определением ряда показателей, позволяющих рассчитать в том числе и основной показатель максимального потребления кислорода. Нагрузочный тест проводился на велоэргометре Cosmed с контролем динамики ЧСС, АД и показателей вентиляции легких.

Пациент М. 25 лет, теннисист. Жалобы на боли в голове, левом плечевом суставе и шее, усиливающиеся после даже небольшой нагрузки, резко возникшее онемение левой верхней конечности, особенно 4 и 5 пальцев левой кисти, ограничение подвижности левого плечевого сустава. Лечился 2 недели амбулаторно без выраженного эффекта. После 5 сеансов НКЛ состояние значительно улучшилось, исчезли боли и онемение левой верхней конечности, прекратились головные боли, нормализовался сон.

Пациентка В., 15 лет, гимнастка, жалобы на периодическое повышение артериального давления, плохой сон, быструю утомляемость. Объективно: АД 140\90 мм Нг. Лечилась амбулаторно по поводу НЦД, без заметного эффекта. После 8 сеансов НЛК - АД- 115\70 мм Нг установилось после первого же сеанса и держалось стабильно как во время курса НКЛ, так и в течение последующего наблюдения. Нормализовался сон, улучшилась работоспособность.

Пациент Р., 19 лет., баскетболист. Д-з: посттравматическая нейропатия n.Accessorius с частичной атрофией трапецивидной и грудино-ключично-сосцевидной мышцы слева. Отмечал боль и ограничение объема движений в левом плечевом суставе, западение мышц над левой ключицей, Получил курс НКЛ №10, массаж, рефлексотерапию. После курса лечения снялась боль, значительно увеличился объем движений в суставе, уменьшились признаки атрофии мышц.

У 20 из 22 обследованных спортсменов после курса 8- 10 сеансов НЛК отмечался прирост показателя максимального потребления кислорода на 3- 4% от исходного, что свидетельствует о повышении уровня тренированности спортсменов.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать метод НЛК для более широкого использования в практике реабилитации и спортивной медицины.

Литература

1. R.M.Leach et al. ABC of oxygen:Hyperbaric oxygen therapy,BMG 1998;317(7166) 1140-1143 PMID 9784458
2. S. Wiese et all Hyperbaric oxygenation:Charecterristics of intensive care for emergency therapy ,Anaesthesist. 2006
3. Б.В. Петровский, С. Н .Ефуни и др. «Гипербарическая оксигенация и сердечно-сосудистая система.- М. «Наука» 1983г.
4. Г.Л. Зальцман, Г.А. Кучук и др. «Основы гипербарической физиологии – Л. «Медицина» 1979
5. С.Н.Ефуни « Руководство по гипербарическойоксигенации» М.Медицина, 1986
6. Гусев Е.И., Казанцева Н.В. « Баротерапия в комплексном лечении ишемии и гипоксии мозга» Пособие для врачей. М.2001
7. Гусев Е.И., Казанцева Н.В. Гипербарическая оксигенация в лечениии мозгового инсульта. Методические рекомендации. М.1992
8. Казанцева Н.В. Патент на изобретение № 2182013 « Способ лечения нейродегенеративных заболеваний мозга»
9. Казанцева Н.В. Нормоксическая баротерапия в профилактике нарушений мозгового кровообращения у пациентов с дисциркуляторной гипертонической энцефалопатией. 1-ый национальный конгресс терапевтов . Тез. докл.-М. 2006г
10. Григорьева А.В., Казанцева Н.В., Бульчук Щ.В. –Бюлл. Эксп. и клин. Медицины1992г,№4, с. 419-421 и №7 ,с.88-91
11. Казанцева Н.В. Гипербарическая оксигенация при сосудистых заболеваниях мозга. Клинико–экспериментальное исследование. Автореферат дисс.докт.мед.наук. М. 1994г
12. Казанцева Н.В.,Воскресенская О.Н. и др. Влияние различных режимов Гбо на свободно-радикальные прцессы и микроциркуляцию при лечении больных с начальными проявлениями недостаточности мозгового кровообращения. \Ж. Невропатологии и психиатрии 1994г, №2, с.41-44.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОТОМАГНИТОТЕРАПИИ РЕВМАТОИДНОГО АРТРИТА

*А.В. Волотовская, Н.В. Войченко, Т.М. Юрага,
Г.И. Иванчик, О.М. Соловей*

*Государственное учреждение образования
«Белорусская медицинская академия последипломного образования»
П. Бровки, 3, Минск, Беларусь*

Представлены результаты оценки эффективности фотоманнитотерапии пациентов с ревматоидным артритом, основанные на изучении динамики клинических данных и лабораторных параметров. Сравнительное исследование продемонстрировало эффективность применения метода фотоманнитотерапии.

Введение

Ревматоидный артрит (РА) является одним из наиболее распространенных ревматических заболеваний. В патологический процесс при ревматоидном артрите вовлекаются преимущественно периферические суставы с возможным поражением других органов и систем. Прогрессирование воспалительного процесса вызывает длительный стойкий болевой синдром, нарушение локомоторной функции опорно-двигательного аппарата, что в конечном итоге способствует развитию контрактур и анкилозов и приводит к ранней инвалидизации пациентов [1].

Основной целью лечения РА является достижение стойкой ремиссии заболевания, которая заключается в купировании основных проявлений суставного синдрома (боль, припухлость, болезненность при пальпации, ограничение подвижности), предотвращении костной деструкции и деформации суставов, подавлении внесуставных проявлений, увеличение продолжительности и качества жизни [2,3].

Для лечения РА наряду с медикаментозными средствами широко используют и немедикаментозные, в том числе физиотерапевтические методы. При локальном применении они воздействуют на основные проявления патологического процесса в пораженных суставах. Значение локальной физиотерапии суставной патологии трудно переоценить, несмотря на ее очевидную симптоматичность в лечении и реабилитации пациентов с РА [4].

Тенденции современной физиотерапии направлены на применение в практике сочетания различных физических факторов и создание аппаратов, позволяющих проводить одномоментно несколько видов воздействий, что приводит к повышению эффективности процедуры, снижению нагрузки на пациента и оптимизации лечебного процесса. эффективности комплексного лечения заболеваний опорно-двигательного аппарата [5].

Благодаря разработке в Республике Беларусь аппарата «ФотоСПОК», позволяющего использовать оптическое излучение различного спектра и низкочастотных магнитных полей, появилась возможность проведения новых сочетанных вариантов физиотерапевтических воздействий (фотоманнитотерапия). Действие и эффективность фотоманнитотерапии определяется физиологическими и лечебными эффектами света, магнитного поля и взаимным их влиянием на ряд сдвигов в организме [6].

Актуальность исследования обусловлена тем, что, несмотря на теоретически обоснованное использование сочетания этих двух физических факторов, до настоящего времени не разработаны научно обоснованные схемы применения метода фотоманнитотерапии у пациентов с патологией опорно-двигательного аппарата.

Актуальной задачей также является поиск новых критериев оценки эффективности использованием физиотерапевтических факторов: клинических проявлений, а также различных

лабораторных (С-реактивный белок (СРБ), скорость оседания эритроцитов (СОЭ) и др.) и клинико-инструментальных показателей [7].

Определение антител к циклическому цитруллинированному пептиду (АЦЦП) и антител к модифицированному цитруллинированному виментину (АМЦВ) является одним из наиболее перспективных тестов у пациентов с поражением суставов. Чувствительность АЦЦП для ревматоидного артрита по данным различных авторов в среднем составляет 41-88%, что сравнимо и даже превышает частоту выявления ревматоидного фактора. Отмечена корреляция АЦЦП, АМЦВ с РФ, а АМЦВ также с СОЭ и СРБ, что предполагает использовать данные маркеры для оценки эффективности реабилитации в плане снижения активности заболевания. В доступной литературе не найдено данных о влиянии физиотерапевтических методов (в частности, фотоманнитотерапии) на динамику АЦЦП и АМЦВ [8].

В соответствии с задачами исследования было изучено влияние фотоманнитотерапии на воспалительный процесс при ревматоидном артрите.

Материалы и методы.

Исследования проведены на кафедре физиотерапии и курортологии БелМАПО на базе УЗ «Минская областная клиническая больница» г.Минска. В исследование были включены 72 пациента, страдающие РА, проходившие стационарное лечение в ревматологическом отделении Минской областной клинической больницы (56 женщин и 16 мужчин в возрасте от 20 до 75 лет).

Все пациенты были госпитализированы в связи с ухудшением состояния и самочувствия, которое отмечалось за период от 3–х мес до 2–х нед до госпитализации. При поступлении пациенты предъявляли жалобы на усиление болевого синдрома, увеличение продолжительности утренней скованности, ограничение движения в суставах. Средний возраст составил $55,76 \pm 1,18$ лет, продолжительность заболевания – $7,08 \pm 0,83$ года (от 6 мес до 28 лет).

Пациенты были разделены на основную (43 человека) и контрольную группы (29 человек), сопоставимые по полу, возрасту, длительности заболевания, активности процесса, рентгенологической стадии и классу функциональной недостаточности. Все пациенты получали лечение согласно протоколам Министерства здравоохранения Республики Беларусь, включавшее медикаментозные средства (базисную терапию, нестероидные противовоспалительные препараты), физиотерапевтическое лечение, лечебную физкультуру. Пациентам основной группы дополнительно проводили процедуры фотоманнитотерапии с помощью аппарата «ФотоСПОК» (ОДО «Магномед», Республика Беларусь). Воздействие осуществляли на область пораженных суставов, на область проекции сосудов ежедневно при следующих параметрах: индукция магнитного поля 15 - 25 мТл, плотность потока мощности комбинации инфракрасного (920-960 нм) и красного (610-680 нм) оптического излучения $3,5 \pm 0,5$ мВт/см². Длительность воздействия на одно поле составляла до 10 мин, общее время процедуры – до 30 мин, курс лечения – до 10 процедур.

Для оценки эффективности проведенного лечения в динамике анализировались общее состояние пациентов и обобщенная оценка хронической боли с использованием визуально-аналоговой шкалы (ВАШ);

На базе НИЛ БелМАПО было проведено биохимические и иммунологические исследования и иммунологическое биологического материала (сыворотка крови) пациентов. Лабораторное исследование биохимических и иммунологических показателей было проведено у 53 пациентов с РА (основная группа – 27 человек, контрольная группа - 26 человек).

При проведении биохимического анализа использовали методы количественного определения компонентов в сыворотке крови. Анализ проводили на современных биохимических анализаторах Dialab Autolyzer (Австрия), Clima MC-15 (Испания), с использованием диагностических наборов SPINREACT (Испания), CORMAY (Польша). В ходе выполнения работ были определены показатели минерального обмена, а именно:

магния, кальция, фосфора, а так же белки острой фазы (СРБ). Уровень СОЭ оценивали по методу Панченкова.

Для количественного определения концентрации АЦЦП и АМЦВ в сыворотке крови использовали метод твердофазного иммуноферментного анализа (ИФА-метод) с применением коммерческих наборов АЦЦП и АМЦВ («ORGENNEC», Германия) согласно инструкции по применению. Измерения проводили на иммуноферментном анализаторе BRIO-SIRIO («SEAC», Италия) при $\lambda=450$ nm и $\lambda=620$ nm.

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью программы «Статистика 6» (StatSoft, США).

Результаты и их обсуждение.

В результате проведенного лечения у пациентов обеих групп уменьшились боли и припухлость в пораженных суставах, увеличился объем движений в них, уменьшилась продолжительность утренней скованности.

Субъективно результат лечения пациенты оценили следующим образом: значительное улучшение отметили 22 % пациентов основной группы и 18 % пациентов контрольной группы, улучшение – 68 % и 63 %, без динамики – 10 % и 19 % пациентов, соответственно. Показатель ВАШ, характеризующий болевой синдром, в основной группе снизился на $42 \pm 3,1$ балла, тогда так в контрольной группе уменьшился на $33,1 \pm 4,5$ балла.

При этом у пациентов, получивших курс фотоманнитотерапии на область пораженных суставов, отмечена более значительная положительная динамика лабораторных показателей. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика СОЭ, биохимических показателей у пациентов с РА

Показатели / группа	СОЭ, мм/час		СРБ мг/л		Кальций, ммоль/л		Магний, ммоль/л		Фосфор, ммоль/л	
	До курса	После курса	До курса	После курса	До курса	После курса	До курса	После курса	До курса	После курса
Основная группа	$30,01 \pm 3,4$	$13,7 \pm 1,3^*$	$32,01 \pm 7,8$	$12,7 \pm 1,4^*$	$2,21 \pm 0,02$	$2,23 \pm 0,02$	$0,93 \pm 0,01$	$0,97 \pm 0,03$	$1,32 \pm 0,03$	$1,32 \pm 0,04$
Контрольная группа	$30,8 \pm 4,2$	$16,9 \pm 1,1$	$33,04 \pm 6,8$	$16,3 \pm 1,3$	$2,21 \pm 0,02$	$2,22 \pm 0,03$	$0,93 \pm 0,01$	$0,94 \pm 0,02$	$1,32 \pm 0,02$	$1,33 \pm 0,03$

*- различия достоверны по отношению к контрольной группе при $p < 0,05$

В обеих группах в результате проведенного лечения отмечено снижение уровня СОЭ и СРБ, при этом в большей степени снижение произошло в группе пациентов, получивших курс фотоманнитотерапии.

Результаты иммунологического исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Иммунологические показатели пациентов с РА

Показатели / группа	АЦЦП, Ед/мл		АМЦВ, Ед/мл	
	До курса	После курса	До курса	После курса
Основная группа	$291,1 \pm 41,4$	$230,9 \pm 53,7$	$219,9 \pm 34,5$	$126,8 \pm 37,4^*$
Контрольная группа	$287,9 \pm 43,8$	$235,4 \pm 49,7$	$218,3 \pm 34,4$	$135,4 \pm 30,2^*$

*- различия достоверны по отношению к уровню показателя до лечения при $p < 0,05$

Установлено, что у пациентов с ревматоидным артритом определяется повышенный уровень антител к цитруллинированным пептидам и виментину. В целом, в результате проведенного лечения у пациентов с РА отмечена тенденция к снижению уровня антител к цитруллинированным белкам в обеих группах, но статистически достоверное снижение выявлено только по уровню антител к цитруллинированному виментину. При этом различий между группами после лечения не выявлено. Для дальнейшего анализа данного иммунологического критерия необходимо большее количество наблюдений.

Заключение.

Таким образом, установлено, что у пациентов с РА в результате применения фотоманнитотерапии наблюдается снижение воспалительной активности, о чем свидетельствует улучшение клинических признаков воспалительной реакции и положительная динамика лабораторных параметров (СОЭ, СРБ). Данный метод способствует повышению эффективности лечения и может быть использован у пациентов с ревматоидным артритом.

Литература

1. Шостак, Н. А. Ревматоидный артрит – современный взгляд на проблему / Н. А. Шостак // Медицинский совет. – 2012. – № 4. – С. 89–91.
2. Мазуров, В.И. Клиническая ревматология: руководство для практических врачей / В.И. Мазуров // – СПб, 2005. – 416 с.
3. Сорока, Н. Ф. Ревматоидный артрит. Современные методы лечения / Н. Ф. Сорока. – Минск, 2012. – 36 с.
4. Пономаренко Г.Н., Улащик В.С. Инновационные технологии физиотерапии.–СПб., 2012 .–256 с.
5. Улащик, В.С. Физиотерапия. Новейшие методы и технологии / В.С. Улащик // Справочное пособие – Мн.: Книжный дом, 2013. – 448 с.
6. Вологовская, А. В. Магнитофототерапия: применение аппарата «ФотоСПОК» в клинической медицине / А. В. Вологовская, В. С. Улащик, А. С. Плетнев. – Минск, 2011. – 73 с.
7. Кундер Е.В, Тябут Т.Д., Буглова А.Е и др. Лабораторная диагностика ревматических заболеваний: уч.-метод. пособие. –Минск: БелМАПО, 2013. –54 с.
8. Luime, J. Does anti-mutated citrullinated vimentin have additional value as a serological marker in the diagnostic and prognostic investigations of patients with rheumatoid arthritis? A systemic review. / Luime J, Colin E, Hazes J, Lubberts E. // – Ann Rheum Dis. –2010–69 – P. 337–44.

ПРИМЕНЕНИЕ ОЗОНИРОВАННОЙ И МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ «БОРОВАЯ-1» В САНАТОРНОЙ ТЕРАПИИ ХРОНИЧЕСКОГО ГАСТРИТА

И.С. Ковалькова

Государственное учреждение «Санаторий «Боровое» Управления делами Президента Республики Беларусь, borovoe@vitebsk.by

Проблема комплексного санаторно-курортного лечения пациентов с хроническим гастритом или гастродуоденитом, в 80% случаев ассоциированного с *Helicobacter pylori*, продолжает оставаться актуальной. Как правило, сочетанная патология наблюдается у лиц с ослабленным «иммунным надзором», что определяет длительную персистенцию хеликобактерной инфекции, хронизацию процесса, который может протекать бессимптомно, в дальнейшем привести к развитию язвенной болезни и рака желудка. Учитывая, что методика этой категории пациентов разработана недостаточно, актуализируется поиск адекватных лечебных комплексов с применением природных и преформированных физических факторов. После стандартной эрадикационной терапии специфическое хроническое воспаление слизистой оболочки желудка обычно полностью не исчезает, а у 50-60% пациентов сохраняется риск рецидива клинических симптомов в течении года, что требует поиска методов вторичной профилактики заболевания.

В условиях санатория было обследовано до и после лечения 23 пациента, 16 мужчин и 7 женщин. Критериями включения явились пациенты, страдающие хроническим гастритом в возрасте от 35 до 60 лет, наличие хеликобактериоза, подтвержденного быстрым уреазным тестом и гистобактериоскопическим исследованием. На период включения в исследование все пациенты предъявили жалобы на периодические, ноющие боли в эпигастральной области, чувство тяжести, раннего насыщения в подложечной области.

Пациентам проводили комплекс восстановительного лечения, включающий климато-, дието-, фито-, психотерапии, массаж, внутренний прием гидрокарбонатной сульфатной кальциевой магниевой минеральной воды «Боровая-1». Количество воды на один прием составляет 3,3 мл на 1 кг веса пациента, кратность приема – 3 раза в сутки.

При гастритах и язвенной болезни с нормальной и повышенной секрецией желудочного сока воду принимают за 1 час до еды или через 1 час после еды, подогретую до 35-37°C, без газа, медленными глотками.

При гастритах с пониженной секрецией – за 30 минут до еды, $t - 18-20^{\circ}\text{C}$, большими глотками.

Дополнительным приемом 100 мл между едой при диспепсических явлениях. Параллельно пациенты основной группы из 12 человек, получали озонированную воду по 150 мл спустя 60-70 минут после завтрака. Схема лечения пациентов контрольной группы из 11 человек была идентичной, за исключением приема озонированной воды.

Курс лечения 14 дней.

В результате проведенного лечения наблюдалась положительная динамика клинических проявлений, значимо выраженные в основной группе: уменьшение или исчезновение болей, отрыжки, изжоги, чувства дискомфорта в эпигастральной области. При фиброгастроуденоскопии под влиянием проведенного лечения отмечалось улучшение эндоскопической картины слизистой желудка: у большинства пациентов основной группы исчезли отек и гиперемия слизистой оболочки, у остальных это явление значительно уменьшилось, произошла эпителизация эрозий. У данной группы уменьшилась или исчезла обсемененность слизистой желудка хеликобактериозом, что подтверждалось гистобактериоскопическим исследованием, уреазными тестами.

Таким образом, применение озонированной воды в сочетании с минеральной водой «Боровая-1» оказывает выраженный лечебный эффект при хронических гастритах, ассоциированных хеликобактериозом и связано с бактерицидным влиянием озона в отношении *Helicobacter pylori*, противовоспалительным эффектом (за счет окисления арахидоновой кислоты, которая является предшественником протогландинов E), регулирующим влиянием озонированной и минеральной воды на основные функции желудочно-кишечного тракта, улучшением обменных процессов в тканях и клетках слизистой оболочки желудка.

Все это позволяет рекомендовать включение в программу реабилитации пациентов с хроническим гастритом, наряду с приемом минеральной воды озонированную.

Литература

1. Каратаев Ч.Д. «Озонирования хеликобактерезависимых заболеваний» Дисс. докт. мед. Наук – М., 2000.
2. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции «Озон и методы эффективной терапии в медицине» – Н.Новгород – 1998.
3. Масленников О.В., Андосов С.В., Грибкова И.А., Ерёмкина Л.Н., Озонотерапия при внутренних болезнях // Матер. IV Всероссийской научно-практической конференции «Озон и методы эффективной терапии в медицине» – Н. Новгород. – 2000.
4. Viebahn-Haenster R. The use of ozone in medicine. Heidelberg, Germany 1998.

ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ: МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ, ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРЫ, АППАРАТУРА И ТЕХНОЛОГИИ

*И.Г. Ляндерс¹, А.П. Шкадаревич¹, С.К. Дик², Л.Н. Хохленков¹, А.В. Вильковский²,
И.А. Какишинский¹*

¹Унитарное предприятие «НТЦ «ЛЭМТ» БелОМО», Макаенка, 23, г. Минск, 220114, Беларусь.

²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, П. Бровка, 6, г. Минск, 220013, Беларусь.

Введение

В основе фотодинамической терапии (ФДТ) лежит свойство клеток биотканей, микрофлоры и ряда других структур аккумулировать определённые вещества – фотосенсибилизаторы (ФС), в результате чего они становятся чувствительными к свету соответствующей длины волны.

Для реализации лечебного эффекта метода необходима соответствующая аппаратура и наличие лекарственного средства – фотосенсибилизатора, спектр поглощения которого соответствует длине волны светового потока.

Механизмы действия ФДТ.

Существует два основных механизма ФДТ [1].

Молекулы ФС, поглотив кванты света, переходят в возбуждённое состояние и запускают фотохимическую реакцию двух типов.

Первый тип – молекулы ФС непосредственно взаимодействуют с молекулами кислорода, что индуцирует их переход в синглетное, и более долгоживущее, триплетное состояние. При этом синглетный кислород разрывает атомарные связи, происходят разрыв цепочки молекул, повреждения клеточных мембран.

Второй тип – взаимодействие молекул ФС с молекулами O_2 , которые переходят в синглетное состояние с последующим окислением и гибелью клеток (микрофлоры).

Механизм разрушения клеток опухоли связан также с разрушением эндотермия сосудов, питающих опухоль, активацией тромбоцитов, тромбозом сосудов опухоли.

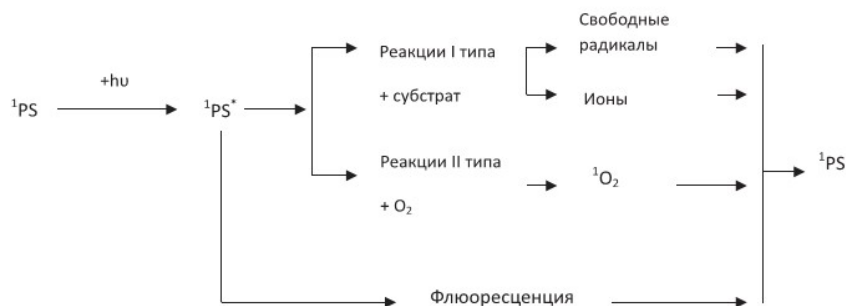


Рисунок 1 – Механизмы действия метода фотодинамической терапии

Эффект ФДТ при лечении сосудистых патологий глазного дна достигается внутрисосудистым тромбозом сосудов сетчатки с последующей их облитерацией.

Антибактериальная фотодинамическая терапия (АФДТ) основана на бактерицидном действии на микрофлору и применяется с медикаментозным лечением [6, 10, 11]. При этом фотосенсибилизатор одновременно может быть антисептическим препаратом (хлорофиллипт, метиленовый синий).

Этот же механизм присутствует при использовании АФДТ в лечении ран, а также в стоматологии.

Фотосенсибилизаторы.

Для ФДТ в качестве фотосенсибилизатора, могут быть использованы разрешенные в Республике Беларусь «Фотолон» [1] в виде лиофильно высушенного порошка для инъекций в дозировках по 100, 60 и 25 мг в пересчёт на активное вещество хлорин еб; мазь «Фотолон» для наружного применения (действующее вещество – миофизированный порошок тринатриевой соли хлорина еб).

Свойствами фотосенсибилизатора обладают хлорофиллит и метиленовый синий. Хлорофиллит содержит смесь хлорофилов А и В, находящихся в листьях эвкалипта, выпускается в виде 1% спиртового раствора, и в форме 2% масляного раствора в ампулах. Применяется местно и внутрь,

Метиленовый синий выпускается в виде порошка, 1% водного раствора, 1% спиртового раствора в ампулах.

Эффективность фотосенсибилизаторов зависит, в том числе, и от квантового выхода при проведении ФДТ. Наибольший квантовый выход – у фотолона, ниже – у хлорофиллита и метиленового синего. Поэтому для ФДТ злокачественных новообразований необходимо использовать «Фотолон».

Кроме того, «Фотолон», благодаря свойствам флюоресценции, позволяет проводить диагностику и контроль эффективности ФДТ.

Хлорофиллит и метиленовый синий могут быть использованы при проведении АФДТ. При этом АФДТ сочетается с антисептическим действием данных лекарственных средств.

Аппаратура.

Для проведения ФДТ и АФДТ следует использовать аппарат УПЛ-ФДТ, имеющий регистрационное удостоверение Министерства здравоохранения Республики Беларусь и международный сертификат GMP (Республика Корея).

Аппарат УПЛ-ФДТ, разработанный на «Унитарном предприятии «НТЦ «ЛЭМТ» БелОМО», излучает на длине волны 665 ± 5 нм, которая совпадает с пиком поглощения указанных выше фотосенсибилизаторов [2, 3, 8, 9].



Рисунок 2 – Аппарат УПЛ-ФДТ

Источником лазерного излучения является полупроводниковый лазер мощностью 2 Вт, потребляемая мощность – не более 100 Вт, нестабильность мощности лазерного излучения не более $\pm 20\%$. Излучение доставляется к патологическому очагу с помощью световолоконного кабеля с торцевой линзой 10 мм диаметром, обеспечивающей равномерное распределение плотности мощности на облучаемой поверхности. При облучении полости или каналов используются световолоконные кабели с диффузорами, создающими равномерное распределение световой энергии по всему периметру диффузора. Длина диффузоров: 10 мм, 20 мм, 30 мм, 40 мм.

Пилотным лучом служит лазерное излучение, формирующееся за счёт люминесценции при включении лазерного модуля с его помощью определяется диаметр светового пятна перед включением рабочей мощности для проведения ФДТ. Кроме того, с помощью пилотного луча выявляются истинные размеры опухоли за счёт эффекта флуоресценции.

С целью обеспечения безопасного проведения ФДТ при лечении злокачественных новообразований внутренних органов разработано программное обеспечение, позволяющее минимизировать отклонения от номинальной мощности лазерного излучения в диапазоне – 300-600 мВт.

В аппарате УПЛ-ФДТ, помимо установленной мощности рабочего излучения, осуществляется контроль мощности на выходе из аппарата посредством измерителя мощности.

Наличие USB-разъёма позволяет задавать параметры работы с помощью компьютера, производить калибровку, а также фиксировать данные, полученные при лечении пациента.

Для антибактериальной ФДТ в стоматологии и лечения инфицированных ран мощность аппарата УПЛ-ФДТ является избыточной. Для таких патологий может быть применён аппарат «СНАГ-СЭНС-К», разработанный ПК «Люзар».

«Снаг-Сэнс-К» - компактный терапевтический аппарат на основе полупроводникового лазера с длиной волны $\lambda=670$ нм для проведения фоторегуляторной лазерной терапии и фотодинамической терапии.



Рисунок 3 – аппарат «СНАГ-СЭНС-К»

Аппарат «Снаг-Сэнс-К» характеризуется повышенной интенсивностью лазерного излучения в «красной» области спектра – 300 мВт с максимально глубоким проникновением излучения в ткань.

Встроенная магнитная насадка, повышенная мощность аппарата и наличие коллимированного лазерного луча обеспечивают большую проникающую способность лазерного излучения и позволяют использовать его в стоматологии как для чрезкожного облучения, так и для лечения заболеваний слизистой полости рта различного генеза и антибактериальной фотодинамической терапии.

Диссертационное исследование И.С. Кармальковой, посвященное АФДТ эрозивно-язвенных поражений слизистой полости рта с использованием аппарата «Снаг-Сэнс-К» и фотосенсибилизаторов – метиленовый синий, мазь «Фотолон» - показало эффективность бактерицидного и биостимулирующего действия АФДТ.

Технологии.

Технологии ФДТ основаны на принципе малоинвазивного воздействия и имеют характер таргетной терапии, избирательно направленной на клетки патологического очага и микрофлору, не разрушая при этом здоровые ткани [5, 6, 7].

Важно учитывать два обстоятельства: лазерное излучение в красном диапазоне проникает в ткани не более чем на 10 мм; при мощности лазерного излучения до 800 мВт и выше начинает формироваться зона коагуляционного некроза, экранирующая лазерное излучение.

Мазь «Фотолон» менее эффективна для лечения злокачественных опухолей, так как дает ослабление мощности лазерного излучения, рассеивание, преломление и обратное отражение внутри мазевой среды и на границе сред.

Технологии проведения ФДТ при злокачественных новообразованиях можно условно разделить на две группы: системное (внутривенное) введение фотосенсибилизатора; местное применение [7].

При внутривенном введении фотосенсибилизатора «Фотолон» рассчитывается его доза (1,0-1,5 мг/кг веса), он растворяется в 200,0 мл 0,9% физиологического раствора натрия хлорида, раствор вводится медленно капельно в течение 30 минут. Через 2,5 часа после окончания введения проводится процедура ФДТ. Мощность излучения 0,3-0,5 Вт, доза 250-300 Дж/см³ [1, 4, 5].

Перед и в процессе процедуры для уменьшения болевого синдрома вводятся анальгетирующие препараты, при выраженном болевом синдроме лазерное воздействие прекращается и возобновляется после уменьшения боли до получения необходимой дозы.

При местном применении фотосенсибилизатора (инфицированные раны, заболевания слизистой полости рта и др.), после экспозиции (10-20 мин) проводится освещение лазерным светом патологических очагов с мощностью 0,3 Вт, плотностью мощности до 300 мВт/см² и дозой 250-300 Дж/см. Появление жжения в зоне воздействия свидетельствует об эффективной фотохимической реакции, инициированной процедурой ФДТ.

Технология ФДТ для лечения ряда сосудистых патологий сетчатки реализуется с помощью офтальмологической системы для ФДТ.

Аппарат УПЛ-ФДТ используется в составе офтальмологической системы (рис. 4), разработанной Унитарным предприятием «НТЦ «ЛЭМТ» БелОМО». В связи с тем, что в офтальмологии используются более низкие мощности и дозы лазерного излучения, в аппарате УПЛ-ФДТ с помощью оптической развязки максимальная мощность лазерного излучения снижена в 4 раза.



Рисунок 4 – Офтальмологическая система для ФДТ сосудистых патологий сетчатки

Зависимость плотности мощности лазерного измерения от диаметра светового пятна на сетчатке глаза рассчитывается по таблице 1.

Таблица 1

Диаметр пятна лазерного излучения, мм	Диаметр пятна на шкале приставки, мм	Площадь пятна мм ²	Мощность (P), мВт	Время экспозиции, сек	Энергия облучения, Дж
1,8	1,0	2,5	60	83±1	5
2,5	1,25	5	120		10
3,0	1,5	7,1	170		14
3,5	1,75	9,6	230		19
4,0	2,0	12,6	300		25
4,5	2,25	15,9	380		32
5,0	2,5	19,6	470		39
5,5	2,75	23,8	570		47
6,0	3,0	28,3	680		56

Расчёт мощности (P), производится по формуле:

$$P = 6 \cdot S_{\text{мм}^2} \cdot K$$

Постоянные величины для расчёта:

- D=50 Дж/см² – доза облучения;
- K=4 – коэффициент ослабления излучения.

На основе этих параметров разработана программа управления аппаратом с помощью ноутбука, в которой пользователь выбирает только диаметр светового пятна, что исключает возможную ошибку при ручной установке параметров на аппарате.

Заключение.

Метод фотодинамической терапии является одним из перспективных направлений в лечении ряда онкологических заболеваний.

Он успешно используется также в офтальмологии, дерматологии, гинекологии, гнойной хирургии и других областях клинической медицины.

В Республике Беларусь имеются все условия для широкого внедрения в клиническую практику методов ФДТ и АФДТ.

Литература

1. Трухачева Т.В., Шляхтин С.В., Исаков Г.А., Истомин Ю.П. // Фотолон – новое средство для фотодинамической терапии. // РУП «Белмедпрепараты». Минск, 2009, 62 с.
2. Ляндрес И.Г., Шкадаревич А.П., Хохленков Л.Н. и др. // Отечественные полупроводниковые лазеры – основа для разработки эффективных медицинских технологий // Фундаментальная наука и современная медицина. Материалы международной научно-практической конференции. Минск. – 2012, – С. 187-190.
3. Шкадаревич А.П., Ляндрес И.Г., Курганович А.М. и др. // Полупроводниковые лазеры – перспективное направление в разработках высокоинтенсивных лазеров и лазерных медицинских технологии // ASR Medica, №7, 2012. - С. 114-117.
4. Капинус В.Н., Каплан М.А., Спиченкова И.С. и др. Фотодинамическая терапия с фотосенсибилизатором «Фотолон» плоскоклеточного рака кожи" // Лазерная медицина. – 2012. – Т.16, вып 2, с. 31-34
5. Странадко Е.Ф. Основные этапы развития фотодинамической терапии в России. // Лазерная медицина – Т.16, вып. 2. С. 4-9
6. Странадко Е.Ф., Кулешов И.Ю., Караханов Г.И. // Фотодинамическое воздействие на патогенные микроорганизмы (Современное состояние проблемы антибактериальной фотодинамической терапии). // Лазерная медицина.-2010.-Т.14, вып.2, с. 52-56
7. Странадко Е.Ф., Рябов М.В. Двадцатилетний опыт фотодинамической терапии рака кожи. // Лазерная медицина. -2012. – Т.16, вып.2, с.19-25
8. Ляндрес И.Г., Шкадаревич А.П., Караник В.С. и др.//Фотодинамическая терапия рака кожи: история метода, технология лечения с использованием аппарата УПЛ-ФДТ и фотолона, результаты // Сборник научных трудов, том 26, XXVI Междунар. научно-тех. конф. «ЛАЗЕРЫ В НАУКЕ, ТЕХНИКЕ И МЕДИЦИНЕ», Москва, 2015, С. 126-130.
9. Шкадаревич А.П., Вильковский А.В., Попков Е.Л., Бортник А.Н., Ляндрес И.Г., Какшинский И.А. // Аппарат для фотодинамической терапии: конструктивное решение и медицинское применение // Сборник научных трудов, том 26, XXVI Междунар. научно-тех. конф. «ЛАЗЕРЫ В НАУКЕ, ТЕХНИКЕ И МЕДИЦИНЕ», Москва, 2015, С. 130-135.
10. Raab, O. Uber die Wirkung fluoreszierender Stoffe auf Infusoria / O. Raab // Zei-tung Biol. – 1900. – №39. – P. 524–526.
11. Н. von Tappeiner, H. Uber Wirkung der photodynamischen (fluoreszierenden) Stoffe auf Protozoan und Enzyme / Н. von Tappeiner, A. Jodlbauer // Dtsch. Arch. Klin. Med. – 1904. – Vol. 80. – P. 427 – 487.

СКРИНИНГ КАРДИОВАСКУЛЯРНОЙ ПАТОЛОГИИ СПОРТСМЕНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МИОКАРДА

***Н.Н. Мороз-Водолажская, А.Л. Захаревич, Д.С. Пфейфер,
А.С. Кузикевич, А.Д. Авраменко***

*Республиканский научно-практический центр спорта,
Воронынского 50/1, 220037, Минск, Республика Беларусь*

Приведены результаты скрининга кардиоваскулярной патологии у спортсменов на основании данных автоматизированной регистрации и анализа электрокардиограммы (ЭКГ) в 12 стандартных отведениях. Автоматический анализ 5-минутной регистрации ЭКГ позволяет выявить, что наиболее частые ЭКГ-синдромы спортсменов связаны с повышенной активностью блуждающего нерва (ваготонией) и не проявляются клинически.

АКТУАЛЬНОСТЬ. Регулярная физическая активность является доказанным фактором увеличения качества и продолжительности жизни [1, 2]. Отсутствие физической

активности является одним из главных независимых факторов риска смерти у 10% умерших в Европе [3].

Известно, что умеренная аэробная физическая активность в течение 150 мин в неделю снижает риск преждевременной смерти и риск развития ишемической болезни сердца, артериальной гипертензии, сахарного диабета 2-го типа и депрессии. Физическая активность от 150 до 300 мин в неделю снижает риск появления избыточной массы тела, а также развития рака толстой кишки и рака молочной железы [4].

Однако, тяжелые физические нагрузки в профессиональном спорте связаны с риском внезапной смерти [5], причинами которой могут быть и заболевания сердечно-сосудистой системы, имеющие в большинстве случаев бессимптомный дебют [6]. В связи с этим необходимо проводить своевременную диагностику болезней сердца.

Рост спортивных достижений постоянно ставит перед спортивной медициной, в том числе перед спортивной кардиологией новые задачи. Влияние физических упражнений на сердце изучается давно, однако ряд основополагающих вопросов спортивной кардиологии нельзя считать решенными в полной мере.

Так, в научной литературе на постоянной основе дискутируется вопрос об анатомических и функциональных характеристиках «спортивного» сердца, о пределе его адаптационного ремоделирования, о границах перехода выявленных изменений из нормы в патологию [7].

В процессе спортивной тренировки происходят изменения в работе сердечно-сосудистой системы (далее – ССС). При чрезмерных нагрузках, свойственных профессиональному спорту, практически все спортсмены высокого уровня имеют те или иные изменения структур сердца, сопровождающиеся характерными признаками при электрокардиографическом исследовании (ЭКГ) [8].

Выявленные ЭКГ-феномены могут, как маскировать серьезные нарушения в работе сердца, так и быть причиной излишне пристального внимания врача к спортсмену и необоснованного отстранения его от занятий спортом.

В рекомендациях, предложенных в 2010 г. Corrado D., Pelliccia A., Heidbuchel H. с соавторами, ЭКГ-феномены разделены на две группы:

1. связанные со спортом и встречающиеся часто: синусовая брадикардия; миграция водителя ритма, АВ-блокада I степени, неполная блокада правой ножки пучка Гиса, синдром ранней реполяризации левого желудочка, изолированные вольтажные критерии гипертрофии миокарда левого желудочка;

1. не связанные со спортом и встречающиеся редко: инверсия зубца Т, депрессия сегмента ST, патологический зубец Q, отклонение электрической оси сердца влево/блокада передней ветви левой ножки п. Гиса, отклонение электрической оси сердца вправо/блокада задней ветви левой ножки п. Гиса, гипертрофия миокарда правого желудочка, синдром преждевременного возбуждения желудочков, полная блокада левой ножки п. Гиса или полная блокада правой ножки п. Гиса, удлинение или укорочение интервала QT, Бругада-подобная ранняя реполяризация левого желудочка.

Несмотря на наличие американско-европейских рекомендаций по интерпретации ЭКГ до настоящего времени остается клинически важным и до конца неизученным взаимосвязь данных ЭКГ-синдромов с возрастом, полом и уровнем спортивной подготовки отечественных атлетов при условии бессимптомного персистирования изменений ЭКГ. Кроме того, из-за относительно низкой специфичности метода электрокардиографии, проведение скрининговых исследований ЭКГ в покое у спортсменов США не рекомендовано, в то время как в Италии и Израиле данные исследования ЭКГ в сочетании с опросниками риска сердечно-сосудистых заболеваний позволяют ограничить число лиц с патологией сердечно-сосудистой системой для занятий спортом.

Целью настоящего исследования явилась оценка вариантов пограничных изменений ЭКГ и их частоты у высококвалифицированных спортсменов, получивших допуск к занятиям спортом на основании комплексного медицинского обследования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ.

Группу исследования составили спортсмены уровня сборных и национальных команд различных видов спорта, которым на протяжении 2 лет выполнялись повторные комплексные медицинские исследования (не менее 1 раза в 6 месяцев). Всего проанализировано 827 карт спортсменов. Средний возраст спортсменов в исследовании составил $22,8 \pm 6,0$ лет, лиц в возрасте 16-18 лет 74 (8,9%) человек, мужчин – 465 (56,2%).

Запись поверхностной ЭКГ в 12 стандартных отведениях (ЭКГ-12) осуществлялась в дневное время суток у всех спортсменов на протяжении 5 минут с последующей оценкой амплитудно-временных показателей и variability ритма сердца.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

Синусовая брадикардия.

Одной из самых частых находок на ЭКГ атлета была синусовая брадикардия (СБ), или частота сердечных сокращений (ЧСС) меньше 60 в минуту. Этот феномен рассматривается вариантом нормы у высококвалифицированного спортсмена, в то время как у физически неактивного человека данный синдром может указывать на патологию и быть предметом диагностического поиска. Синусовая брадикардия рассматривается показателем высокого уровня тренированности спортсмена.

В настоящем исследовании СБ была зарегистрирована всего у 388 (46,9%) спортсменов, в том числе умеренная у 76,8%, выраженная - 22,7% и чрезмерная - 0,5%. Корреляционный анализ данных показал отсутствие взаимосвязи возраста и наличия СБ ($r=0,3$). Наиболее часто выраженная и чрезмерная СБ (всего 88 человек) выявлена у атлетов в видах спорта на выносливость (велоспорт, академическая гребля, марафон, пятиборье) и в единоборствах (39 (44,3%) и 37 (42%) атлетов соответственно) (рис.1).

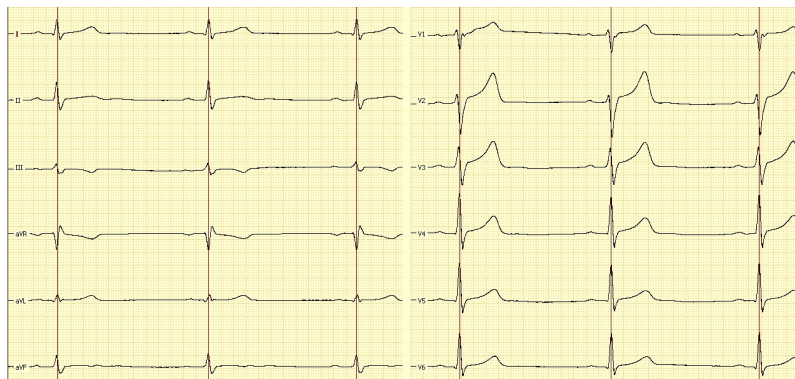


Рисунок 1 – Синусовая брадикардия, ЧСС 46 уд/мин. 26 летний спортсмен. Вид спорта – самбо.
Скорость движения ленты 50 мм/сек

По данным Орджоникидзе и соавт. оценивать адекватность функции синусового узла у спортсменов при нагрузочном тестировании или с помощью суточного мониторинга ЭКГ (в том числе, в течение физической нагрузки), рекомендуется при наличии морфологических изменений в сердце, или без них, в случае выраженной брадикардии, сопровождающейся клинической симптоматикой [9].

Синусовая аритмия.

По литературным данным, синусовая аритмия (СА) может быть выявлена от 13% до 69% обследованных спортсменов. СА связана со снижением тонуса блуждающего нерва на вдохе и снижением во время выдоха [10].

При оценке наличия синусовой аритмии в когорте обследованных оказалось, что данный синдром преобладает у спортсменов более молодого возраста (моложе 20 лет). Кроме того, выявление СА связано прежде всего с длительной записью ЭКГ (5 минут) и автоматическим анализом зарегистрированных данных ЭКГ при отсутствии коррекции дыхания во время записи (рис.2).

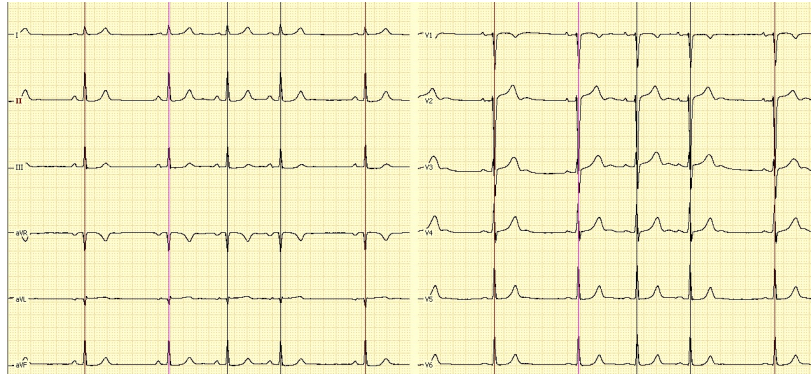


Рисунок 2 – Синусовая (дыхательная) аритмия. ЧСС максимальная 75 уд/мин, минимальная – 45 уд/мин. Спортсменка 20 лет. Вид спорта гандбол. Скорость движения ленты 25мм/сек

Изменения атриовентрикулярной проводимости

АВ-блокады I степени требуют дополнительного обследования (суточное мониторирование ЭКГ, эхокардиография, электрофизиологическое исследование) при наличии сопутствующего уширения комплекса QRS, удлинение интервала PQ более чем 300 мсек, а также при замедлении АВ-проведения при нагрузочных тестах.

Среди обследованных спортсменов АВ-блокада выявлена у 0,8% спортсменов (рис.3).

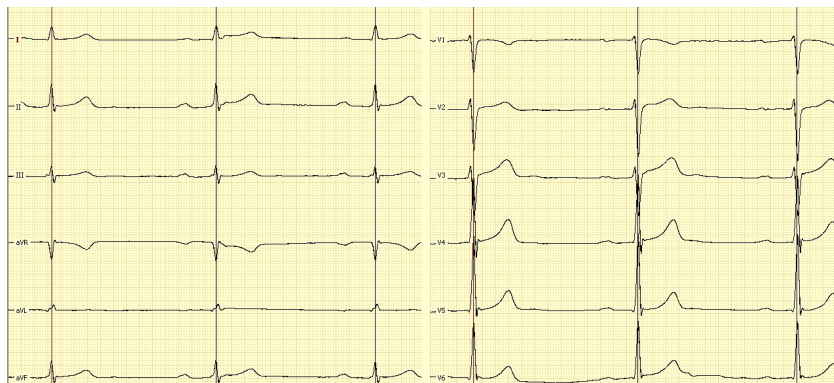


Рисунок 3 – АВ-локада 1 степени. PQ – 240 мсек. Спортсмен 19 лет. Вид спорта легкая атлетика. Скорость движения ленты 50мм/сек

АВ-блокады III степени и II степени типа Мобитц II не являются проявлением адаптивной перестройки сердца спортсмена, требуют углубленного обследования, и, как правило, отказа от занятий спортом. В связи с этим в группе исследования спортсменов с данным ЭКГ-феноменом не было.

Изменения внутрижелудочковой проводимости.

Из нарушений внутрижелудочковой проводимости для спортсменов характерно замедление проведения электрического импульса по правой ножке пучка Гиса, которое проявляется наличием комплексов qRsr' в правых грудных отведениях (V1, V2 и, иногда, в V3); в ряде случаев встречается комплекс qrSR' в отведении V1 (иногда, и в V2) без значительного уширения желудочкового комплекса. Подобное нарушение проводимости чаще всего трактуется, как неполная блокада правой ножки пучка Гиса (НБПНПГ), которая является

наиболее часто регистрируемым у атлетов феноменом, указывающим на замедление внутрижелудочковой проводимости. В работах Орджоникидзе и соавт. отмечено, что в видах спорта, требующих наличия качества выносливости, НБПНПГ имеется, примерно, у 50 % спортсменов.

Неполная блокада правой ножки пучка Гиса (НБПНПГ) была характерна для 88 (10,6%) спортсменов преимущественно в возрасте 20-27 года (53 чел. или 60,2%) без какого-либо преобладания в отдельных видах спорта и направлениях спортивной деятельности (рис.4).

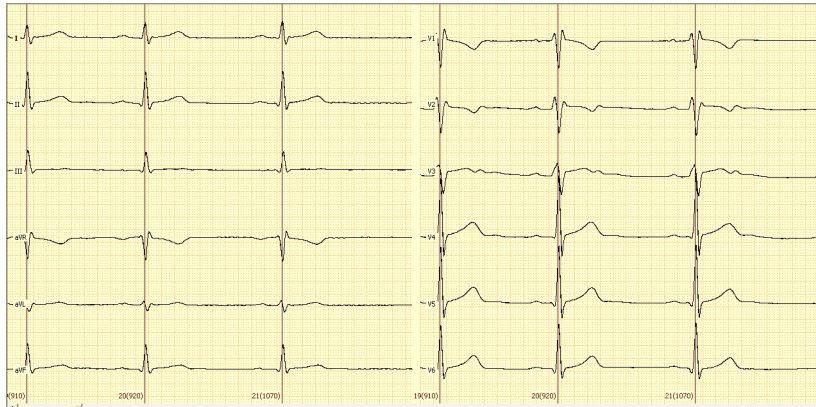


Рисунок 4.Неполная блокада правой ножки п.Гиса. QRS 110мсек, комплекс типа qRSr' в правых грудных отведениях V1, V2, в отведении aVR наблюдается поздний зубец R. Спортсмен 22 года. Вид спорта – легкая атлетика Скорость движения ленты 50мм/сек.

При уширении интервала QRS до 0,12 секунд, наличии полной БПНПГ, или при блокаде левой ножки пучка Гиса (ЭКГ с такими изменениями выявлено не было), требуется проведение дальнейших исследований, так эти изменения могут свидетельствовать о значимом органическом поражении миокарда.

Синдром ранней реполяризации левого желудочка (СРРЖ).

Синдром ранней реполяризации желудочков является относительно доброкачественным ЭКГ-феноменом, типичным для спортсменов и отражающим повышенную активность парасимпатических влияний на миокард. Типичными ЭКГ признаками этого синдрома является наличие точки соединения (псевдозубец r) или волны соединения (волна J) на нисходящем колене зубца R и горизонтальный или косонисходящий подъем сегмента ST на 1-6 мм выпуклостью книзу в двух и более смежных отведениях.

Синдром ранней реполяризации левого желудочка (СРР) отмечен у 68 (8,2%) спортсменов преимущественно в возрасте 19-27 лет (37 чел. или 54,4%) (рис.5).

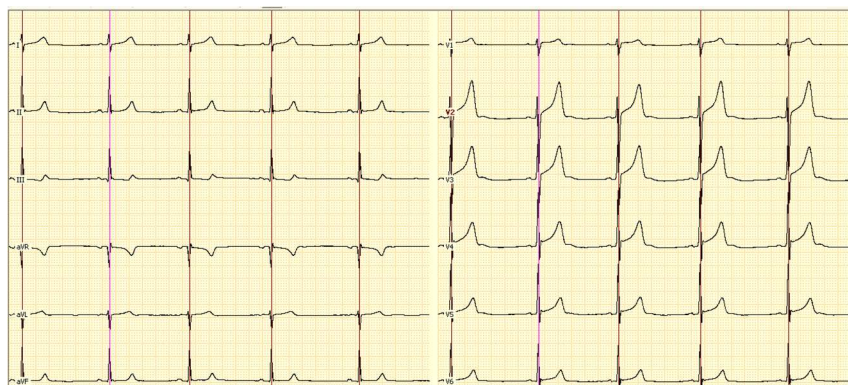


Рисунок 5 – Синдром ранней реполяризации левого желудочка. Спортсмен 24 года. Вид спорта – академическая гребля. Скорость движения ленты 25мм/сек.

Признаки СРРЖ варьировали по степени выраженности, морфологии и распространенности [11]. По мнению некоторых исследователей при СРРЖ наблюдаются патогенетические механизмы, аналогичные таковым при идиопатической фибрилляции желудочков и синдроме Бругада, в связи с чем иногда предлагается объединяющий термин - «синдром «J wave». Исходя из этого, при обнаружении у спортсмена синдрома ранней реполяризации в нижних или боковых отведениях (особенно с выраженным изменением конечной части QRS), сочетающегося с синкопами и эпизодами остановки сердца, в качестве возможного диагноза European Society of Cardiology рекомендует рассматривать патологическое состояние -идиопатическую фибрилляцию желудочков.

Изолированные вольтажные критерии гипертрофии миокарда левого желудочка.

Частым ЭКГ-феноменом, обнаруживаемым у спортсменов, являются вольтажные критерии гипертрофии левого желудочка (критерий Соколова-Лайона и корнельский показатель) с сохранением нормальной электрической оси сердца, желудочковой и предсердной электрической активности, без смещения сегмента ST и изменений зубцов T в левых отведениях. Эти критерии и практически никогда не свидетельствуют о действительно существующей гипертрофии миокарда у спортсмена.

При анализе ЭКГ спортсменов, вошедших в исследование, вольтажные критерии ЭКГ по классификации Соколова-Лайона были зарегистрированы у 1,9% без преобладания вида спорта и преимущественно в возрасте до 20 лет (рис.6).

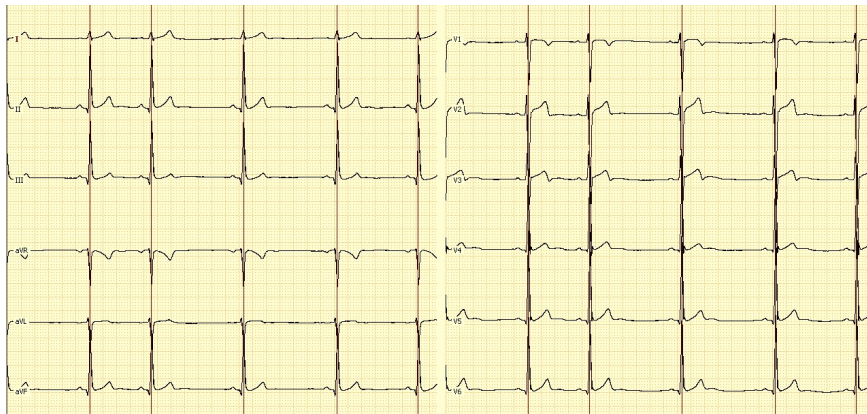


Рисунок 6 – Вольтажные критерии гипертрофии левого желудочка Индекс Соколова-Лайона $Sv1+Sv5 = 48$. Спортсмен 16 лет, вид спорта – грекоримская борьба. Скорость движения ленты 25мм/сек.

Исследование Pellica A. и соавт. показало, что ЭКГ-критерии гипертрофии (вольтажные) из 1005 спортсменов высокого класса присутствуют у 60% обследованных, однако в дальнейшем ни один из случаев не подтвердился данными ультразвукового обследования, что свидетельствует о низкой специфичности признаков и необходимости проведения дополнительных обследований спортсменов. Вместе с тем, невольтажные критерии гипертрофии миокарда желудочков, такие как гипертрофия левого предсердия, отклонение электрической оси сердца влево, изменения сегмента ST и зубца T, увеличение времени внутреннего отклонения, патологические зубцы Q требуют проведения ультразвуковой визуализации для исключения структурных заболеваний сердца.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ.

Таким образом, наиболее частыми ЭКГ-синдромами спортсменов являются синдромы, связанные с повышенной активностью парасимпатической нервной системы и блуждающего нерва, не проявляющиеся клинически.

Интерпретация обнаруженных ЭКГ-феноменов в ряде случаев требует проведения дополнительных методов диагностики. Наличие симптоматики является важным фактором органического поражения сердца. Так, при регистрации выраженной брадикардии симптомы в виде головокружения, обмороков, неадекватно низкого прироста частоты пульса при физической нагрузке, сохранение брадикардии после прекращения занятиями спортом может свидетельствовать о синдроме слабости синусового узла.

Автоматизированный анализ длительной записи ЭКГ (5 минут) позволяет не только зарегистрировать ЭКГ изменения, но и проанализировать циркадность ритма и его вариабельность, что может быть вариантом физиологической адаптации к интенсивной физической нагрузке спортсменов. от патологических изменений, потенциально связанных с увеличением риска внезапной сердечной смерти.

На основании данных, полученных в ходе поверхностного исследования электрических потенциалов миокарда, допустимо выделять ЭКГ-феномены, наличие которых у спортсменов связано с их профессиональной деятельностью, не ухудшающих состояние здоровья и качество жизни, в значительном большинстве случаев не влияющих на переносимость физических нагрузок, не являющихся следствием перенесенных патологических процессов, и поэтому имеющих особую интерпретацию в спортивной кардиологии.

Использование доступного, воспроизводимого, наглядного и диагностически значимого метода оценки ритма и проводимости в сердце является обоснованным, но требует формирования специфических подходов к интерпретации данных с учетом выраженной активности парасимпатического отдела нервной системы спортсменов.

Литература

1. Exercise and physical activity for older adults. Chodzko-Zajko W.J., Proctor D.N., Fiatarone Singh M.A., Minson C.T., Nigg C.R., Salem G.J., Skinner J.S. *Medicine & science in sports & exercise*, 2009, P1510-1530. *Circulation*, Volume 116, Issue 9, 2007, pages 1081-1093.
2. Updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. Haskell W. L., Lee I-M., Pate R.R., Powell K.E., Blair S.N., Franklin B.A., Bauman A. *Circulation*, 2007;116(9), 1081-1093.
3. Testing physical condition in a population - how good are the methods? Position statement. Jorgensen T., Andersen L.B., Froberg K., Maeder U., Smith LvH., Aadahl M. *European Journal of Sport Science*, 2009; 9;5:257—267.
4. Кардиоваскулярная профилактика. Национальные рекомендации. Всероссийское научное общество кардиологов. 2011. www.scardio.ru
5. Cardiac imaging and stress testing asymptomatic athletes to identify those at risk of sudden cardiac death. La Gerche A., Baggish A.L., Knuuti J., Prior D.L., Sharma S., Heidbuchel H., Thompson P.D. *JACC:Cardiovascular Imaging*, 2013;Vol.6;N.9; 201:993-1007.
6. The Athlete's Heart A Meta-Analysis of Cardiac Structure and Function. Pluim B.M., MD; Zwinderman A.H., van der Laarse A., van der Wall E.E. *Circulation*. 1999;100:336-344.
7. Perez A.B., Fernandez L.S. "Athlete's heart": most common electrocardiographic findings. *Rev Esp Cardiol* 1998; 51: 356-368.
8. Long-term follow-up of early repolarization pattern in elite athletes. Serra-Grima R., Docate M., Alvarez-Garcia J., Barradas-Pires A., Ferrero A., Carballeira L., Puig T., Rodriguez E., Cinca J. *The American Journal of Medicine*, 2015;128:192. e1-192.e9.
9. Особенности ЭКГ спортсмена. Орджоникидзе З.Г., Павлов В.И., Дружинин А.Е., Иванова Ю.Н. *Функциональная диагностика*, 2005, №4, 65-74.
10. Электрокардиография у юного спортсмена: вариант нормы или патология? Лутфуллин И.Я, Сафина А.И. *Практическая медицина*, 2012, 07(12).
11. Early repolarization pattern in competitive athletes: clinical correlates and the effects of exercise training. Noseworthy P.A., Weiner R., Kim J., Keelara V., Wang F., Berkstresser B., Wood M.J., Wang T.J., Picard M.J., Hutter A.M., Newton-Cheh C., Baggish A.L. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2011;4(4): 432–440.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ САНАТОРНО-КУРОРТНОГО ЛЕЧЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

О.А. Михайлов¹, Г.Н. Хованская¹, Н.В. Мазур²

¹*Центркурорт, ул. Мясникова 39, г. Минск, Беларусь; E-mail: info@ck.by*

²*Учреждение образования «Гродненский государственный медицинский университет», ул. Горького 80, г. Гродно, Беларусь; E-mail: galinahov@yandex.ru*

Abstract. Attention to the problems of the organization of sanatorium treatment of the population is largely dictated by the diversity and richness of natural medicinal resources in Belarus. The Republic of Belarus has mineral waters with unique therapeutic mud and other natural medical factors, the effectiveness of which is undeniable in the treatment and recovery of health. To date, there is a need expansion of the network of spa and rehabilitation centers, which are new, evidence-based, and the level should be able to provide quality health services to the population.

В последние годы во всем мире прослеживается тенденция людей обращать все большее внимание на состояние своего здоровья с целью коррекции возникающих изменений и улучшению качества жизни.

Отечественный и мировой опыт применения природных лечебных факторов свидетельствует о высокой медицинской и экономической эффективности лечения и реабилитации, оздоровления и профилактики при многих заболеваниях.

В общегосударственной системе здравоохранения Республики Беларусь санаторно-курортное лечение позволяет целенаправленно и высокоэффективно осуществлять оздоровление населения и проводить реабилитационные мероприятия.

Республика Беларусь располагает минеральными водами, уникальными лечебными грязями и другими природными лечебными факторами, эффективность которых неоспорима в лечении и восстановлении здоровья. Внимание к проблемам организации санаторно-курортного лечения населения во многом диктуется многообразием и богатством природных лечебных ресурсов Беларуси. Природные лечебные факторы - климат, минеральные воды, лечебные грязи являются основой функционирования и развития санаторно-курортного направления медицины, повышают резервные возможности организма, улучшают качество жизни и способствуют скорейшему возвращению к труду.

Санаторно-курортный и оздоровительный комплекс в РБ на 01.01.2016 представлен 345 санаторно-курортными и оздоровительными организациями, рассчитанный на 68 800 койко-мест, в том числе 113 санаторно-курортных организаций, 232 оздоровительных организаций. Из них 75 санаториев для взрослых на 20200 койко-мест, в 12 из них открыты отделения матери и ребёнка, 7 детских санаториев на 1800 койко-мест, 12 ДРОЦ на 4100 койко-мест, 2 реабилитационных центра, 17 студенческих санаториев-профилакториев. Для сравнения в России на 01.01.2016 - 2150 санаторно-курортных организаций, из них 741 санаторий для взрослых, 431 санаторий детских, 58 санаториев матери и ребёнка. Общая мощность 355 тыс. койко-мест.

В течение нескольких поколений население нашей страны пользовалось санаторно-курортными услугами, в результате чего потребность в таких услугах стала массовой и превратилась в неотъемлемую часть национального образа жизни.

На сегодняшний день назрела необходимость расширения сети санаторно-курортных и реабилитационных центров, которые на новом, научно-обоснованном, уровне должны и могут предоставлять населению качественные медицинские услуги.

Необходимость развития курортов не исчерпывается их медико-социальной значимостью. В современных условиях возможность высокоэффективного лечения на отечественных курортах является доступной альтернативой выездному лечебно-оздоровительному туризму и способствует развитию въездного туризма, в том числе и медицинского. Санатории расположены по всей стране, и для многих городов, районов и

даже регионов они могут стать основой для роста экономики, совершенствования транспортной инфраструктуры, сервисных услуг [1].

Санаторно-курортная сфера, занимая пограничное положение между здравоохранением и туризмом, имеет перспективы для интеграции возможностей и преимуществ высокотехнологичной медицины.

При выборе страны назначения потенциальные пациенты обращают внимание на высокие медицинские технологии (40%), высокое качество медицинского обслуживания (32%), высокие показатели по выздоровлению (15%), низкие цены (9%), иное (4%).

Следует отметить, что санаторно-курортные учреждения Беларуси ориентируются преимущественно на российский рынок. Конкурентоспособность санаторно-курортного продукта Беларуси на российском рынке определяется сочетанием приемлемых цен и высокого качества оказываемых медицинских услуг, а также привлекательностью климатических условий страны, фактором безопасности, отсутствием языкового и визового барьера.

Поэтому санаторно-курортный комплекс Беларуси может занять достойное место в обеспечении экспорта национального продукта и позиционировать себя как конкурентоспособную отрасль в области здравоохранения.

Среди важных факторов, которые способствуют развитию оздоровительного туризма в мире и в Беларуси в том числе следует отметить, такие как процесс стремительного старения населения, мода на здоровый образ жизни, сокращение времени, необходимого для интенсификация лечения (предложения в выходные дни, недели или более), поиск чистой окружающей среды, популярности спа-процедур для отдыха, расслабления, омоложения и красоты [3].

Важным элементом лечения и оздоровления в санаторно-курортных условиях должны составлять медицинские спа – медицинские учреждения, в которых традиционные спа-услуги и процедуры являются дополнением к основным, сугубо медицинским услугам. Если рассматривать понятие спа в его классической интерпретации (*salus per aqua*), то история возникновения и развития спа предстанет в виде замкнутого круга. Водолечение как древнейший метод врачевания веками формировал отдельное направление медицины – курортологию. Будучи перенесенными в сферу обслуживания, физиотерапевтические спа-технологии получили статус доступных услуг. И лишь на рубеже 20–21 веков, с возникновением медицинских спа, «круг замкнулся» – спа вернулись в свою исконную обитель – профилактическую медицину [2].

Распространенная среди состоятельных людей в 19 веке мода на «отдых на водах» очень напоминает сегодняшнее увлечение спа. Спа и медицина на протяжении веков «шли рука об руку»: в 1846 г. в США была опубликована книга «Лечение водой хронических заболеваний»; в 1917 г. в Великобритании уже существовала Британская федерация спа.

Возникновение категории медицинских спа объективно вызвано проникновением в спа-индустрию новейших медицинских технологий, с одной стороны, и пониманием профессионалами-медиками преимуществ спа-процедур – с другой. Еще одна причина появления медицинских спа – необходимость медицинского контроля и сопровождения большинства спа-процедур.

Сравнение медицинского спа с другими категориями спа выявляет ряд принципиальных отличий, позволяющих проводить четкую дифференциацию.

В медицинском спа обязательно наличие специалистов-врачей в зависимости от конкретного направления деятельности; требуется лицензия на осуществляемые виды медицинской деятельности; основным направлением является оказание медицинских услуг, а спа-услуги являются дополнительными; весь персонал спа, включая немедицинский, работает под контролем и руководством главного врача.

В спа любой другой категории диагностика и медицинское сопровождение проводятся только по желанию клиента; основным направлением деятельности являются спа-услуги; не обязательно использование средств и методов медицины; в большинстве стран не требуется медицинское образование спа-персонала.

На современном этапе в Республике Беларусь имеются возможности для формирования категории медицинских спа и соответственно возникла необходимость разработки и внедрения новых научно-обоснованных методик и методов в санаторно-курортных условиях.

Таким образом, белорусский санаторно-курортный туристический продукт имеет в целом благоприятные предпосылки конкуренции на мировом рынке. На современном этапе происходит активизация экспортных функций санаторно-курортного комплекса Беларуси, однако основным источником привлекательности белорусских здравниц для иностранных туристов остаются лечебные ресурсы и невысокая стоимость услуг. В современных условиях развития мирового рынка требуется переход на новую инвестиционно-инновационную стадию развития санаторно-курортного комплекса Беларуси для перспективного превращения в конкурентоспособный на мировом рынке.

Литература

1. Курортология /под ред. Разумова А.Н., Турова Е.А.– Москва, 2016. – С. 639.
2. Стороженко Н.А., Структурное реформирование санаторно-курортного комплекса и регулирование рынка санаторно-оздоровительных услуг – дело всех участников рынка / Стороженко Н.А., Разумов А.Н., Лимонов В.И. // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – Москва, 2003. – с. 3-6.
3. Januszewska M . Perspektywy rozwoju uzdrowisk w Polsce // Mat. Konfer. – Wrocław, 2013.

ПРОДУКТЫ И ТЕХНОЛОГИИ В КОРРЕКТИРОВКЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

О.Л. Богданович¹, Е.П. Шмерко¹, О.Н. Копачевская²

¹ЧТПУ «Универсальные технологии здоровья», г.Минск, ул.Притыцкого, 62-206

²ООО «СОЛинструментс», г.Минск, пр-т Независимости, 58-10

Методом лазерной атомно- эмиссионной спектрометрии (LIBS) в продуктах питания из семян амаранта выявлены эссенциальные микроэлементы. Содержание некоторых микроэлементов преобладает по сравнению с другими зерновыми продуктами. Продукты питания из семян амаранта можно применять для повышения адаптационного потенциала населения, в особенности, для детей и лиц, проживающих в экологически неблагоприятных регионах.

Введение. Большое количество современных исследований связано с изучением влияния на течение патологических процессов, как внешних условий (несбалансированное содержание некоторых биологически активных элементов в почвах, воздухе, водоисточниках), так и внутренних. Воздействие на население повышенных концентраций загрязняющих веществ, в том числе и химических элементов, сопровождается накоплением их в организме человека. Оценка степени этого влияния может быть дана при помощи экспозиционных тестов или тестов накопления, позволяющих установить концентрации химических элементов в различных диагностических биосубстратах. Элементный состав биосубстратов (кровь, моча, волосы, ногти, зубы, некротический материал) отражает суммарное поступление различных веществ из пищи, воздуха, производственных и жилых помещений, атмосферного воздуха, воды и продуктов питания, к которым относятся и растения.

Относительное постоянство химического состава организма является одним из обязательных условий здоровья человека. Микроэлементы (МЭ) – это не случайные

ингредиенты тканей и жидких сред живых организмов, а компоненты закономерно существующей очень древней и сложной физиологической системы, участвующей в регуляции жизненных функций организма. Данное утверждение основано на трех основополагающих принципах: селективное поглощение определенных МЭ, избирательная концентрация их в определенных органах, тканях и некоторых органеллах клетки; различная элиминация МЭ. Взаимодействие этих механизмов обеспечивает поддержание биоэлементного гомеостаза [1]. В обменных процессах и метаболизме имеет значение не отдельно взятый микроэлемент, а их комплекс и сбалансированность, так как между самими МЭ в организме существует взаимодействие. Отмечается синергизм взаимодействия Са и Р, Na и Cl, Zn и Са в желудочно-кишечном тракте, Са и Р, Fe и Cu, Mn и Zn на уровне тканевого и клеточного метаболизма.[2]. Дестабилизация обмена биогенных (жизненно необходимых) МЭ (цинка, железа, меди, кальция) усиливает процессы перекисного окисления липидов и синтез оксида азота, активацию процессов адгезии, продукцию цитокинов, кальций-зависимых процессов, регуляцию экспрессии и внутриклеточного транспорта главного комплекса гистосовместимости, подавляет функцию макрофагов, проявляется системной сосудистой патологией, имеющей важное значение в развитии и течении воспалительного процесса, некроза клеток [3].

Состояния дефицита, избытка или дисбаланса химических элементов, которые отражаются на здоровье человека, называют микроэлементами [4].

Исходя из физиологической роли химических элементов в организме, выделяют структурные, эссенциальные и токсичные элементы. Структурные элементы (O, S, N, Ca, Mg, P, Na, K) обеспечивают основную массу клеток и тканей. К эссенциальным относят макро– (Ca, Mg, P, Na, K) и микроэлементы (Fe, J, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Se, Mn). Химический элемент считается эссенциальным, если при его отсутствии или недостаточном поступлении в организм нарушается нормальная жизнедеятельность и прекращается развитие. К токсичным элементам отнесены Al, Cd, Pb, Hg, Be, Ba, Bi, Tl. Результатом воздействия этих элементов на организм является развитие интоксикационных синдромов. При определенных условиях «эссенциальные» элементы могут становиться «токсичными», и, наоборот, в низких концентрациях некоторые «токсичные» элементы чрезвычайно необходимы для организма.

К группе широко распространенных алиментарнозависимых заболеваний, связанных с нарушением минерального обмена, относится остеопороз – мультифакторная системная метаболическая патология костной системы, характеризующаяся снижением костной массы [5]. Ее формирование не прекращается на протяжении всей жизни, около 86% костной массы, гарантирующей прочность и устойчивость скелета, накапливается в детском и подростковом возрасте и продолжается до 25-30 лет. К основным структурным компонентам минеральной составляющей костной ткани, в первую очередь следует отнести Са, Р, Mg, Sr, К.

Теоретический анализ. Дефицит кальция в организме жителей РБ различен не только в силу неодинаковой потребности в этом макроэлементе каждого индивидуума, но и в связи с многообразием влияния факторов внешней среды. Основной причиной является недостаточное поступление кальция с пищей, начиная с раннего детского возраста [5].

Формирование дефицита кальция может усугубляться уменьшением поступления витамина D и недостаточным воздействием ультрафиолетового облучения в условиях РБ.

Согласно исследованиям НАН Беларуси, внесение фосфорных удобрений для повышения запасов фосфора в почвах республики в целом недостаточно. Дефицит фосфора в организме школьников обнаружен более чем у половины обследуемых, что соответствует результатам агрохимической характеристики почв Беларуси: слабую обеспеченность фосфором имеют до 23% пахотных почв республики [5].

Обеспечение магнием в организме человека обеспечивается в основном пищевым рационом. Наиболее в значительных количествах магний представлен в зерновых продуктах – нерафинированном хлебе, горохе, муке из семян амаранта, гречневой, кукурузной (см. табл.1).

Значительный дефицит калия характерен для жителей Беларуси: недостаточно обеспечены калием 67% почв луговых земель Беларуси. Во многих источниках питьевого водоснабжения содержание макроэлемента ниже физиологической потребности.

В состав современных лечебно-профилактических рационов наряду с использованием традиционных продуктов питания включают продукты, обогащённые эссенциальными микро и макроэлементами, а также специализированные пищевые продукты. Для составления диеты пациентам с выявленным дефицитом основных жизненно необходимых макро- и микроэлементов необходимо знать их содержание в продуктах питания. Из пищевых продуктов, рекомендуемых авторами в лечении и профилактике остеопороза в любом возрасте, особый интерес представляет амарант. Эта зерновая культура по содержанию кальция превосходит многие пищевые продукты не уступая даже молоку. Мука и крупчатка (мука грубого помола из семян амаранта для каш) богаты также железом, фосфором, магнием и калием. Встроенные в «живую ткань» натурального продукта эти минеральные вещества с лёгкостью усваиваются организмом, помогая поддерживать баланс необходимых МЭ. Амарант уникален еще и тем, что он самый высококачественный в мире растений белок, сбалансированный по важнейшим для человека аминокислотам и другим биологически активным соединениям.

Таблица 1. Результаты полуколичественного анализа образцов муки и круп, мг/кг

№	Образцы муки, крупы	P	Fe	Mg	Ca	Sr	K - 1
1	Мука амарантовая с повышенным содержанием белка	3841	104	864	1017	3,5	1343
2	Мука амарантовая крупчатка	3344	45	878	1598	5,0	2446
3	Мука амарантовая 1 сорт	2421	47	491	1022	2,3	1198
4	Манка	2353	91	137	397	1,5	221
5	Вермишель мелкая	822	17	97	264	1,3	276
6	Рис шлифованный	1539	62	299	272	10	225
7	Пшено	1322	63	546	187	1,5	1351
8	Мука ржаная	1441	11	106	204	1,00	857
9	Мука соевая	3225	108	465	1197	3,0	2702
10	Мука гороховая	3779	66	470	563	3,1	3650
11	Мука овсяная	1703	83	163	195	1,7	465
12	Мука гречневая	3312	67	763	292	1,0	1950
13	Мука кукурузная	4375	42	888	153	0,4	1156
14	Мука рисовая	955	90	165	142	1,0	203
15	Мука льняная	2007	120	595	995	5,5	2192
16	Мука пшеничная	1067	37	135	198	0,6	431

Методика. Разработанная методика количественного определения 30 макро- и микроэлементов в человеческих волосах методом лазерной атомно-эмиссионной спектроскопии (LIBS) на лазерном анализаторе элементного состава LEA-S500 (производства ООО "СОЛинструментс, г. Минск") позволяет проследить временную динамику накопления эссенциальных и токсичных элементов по длине пряди за небольшие временные отрезки. Возможность провести исследования волос в динамике может выявить скрытые дефициты элементов, избежать клинической фазы этих дефицитов и повысить уровень функциональных резервов организма человека.

Результаты и их обсуждение. Проведенные нами исследования, совместно с учеными ООО "СОЛинструментс", методом лазерной атомно-эмиссионной спектроскопии (LIBS) на лазерном анализаторе элементного состава LEA-S500, муки амарантовой 1 сорта, муки амарантовой крупчатки (для приготовления каши) и муки амарантовой с повышенным содержанием белка (пр-во ООО "Русская Олива", г. Воронеж) в сравнении с такими пищевыми продуктами как: манка, вермишель мелкая, рис шлифованный, пшено, мука ржаная, мука соевая, мука кунжутная, мука гороховая, мука овсяная, мука гречневая, мука кукурузная, мука рисовая, мука льняная, мука пшеничная показали, что продукты их семян амаранта превосходят всех их, а по столь важным микроэлементам как железо, магний, кальций, фосфор, калий в несколько раз. (табл.1).

Закключение. Все это дает основание вводить продукты питания из семян амаранта (мука, крупчатка, масло и др.) для повышения адаптационного потенциала населения, в особенности, для детей и лиц, проживающих в экологически неблагоприятных регионах.

Литература

1. Очелик, Д.С. Влияние лития на содержание меди и цинка в тканях / Д.С. Очелик, М.С. Топлан // Микроэлементы в медицине. – 2003. – Т.4, № 1. – С.11–16.
2. Скальный, А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека: учеб. пособие / Л.В. Скальный. – М.: Оникс 21 век, 2004. – 216 с.
3. Юрина, Т.М. Макро и микроэлементы крови у пациентов пожилого и старческого возраста, страдающих хронической ишемической болезнью сердца / Т.М. Юрина, Т.А. Куприянова // Клиническая медицина. – 2005. – № 1. – С. 45–51.
4. Авцын, А.П. Микроэлементозы человека / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, Л.С. Строчкова. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
5. Гресь, Н.А., Скальный, А.В. Биологический статус населения Беларуси: экологические, физиологические и патологические аспекты. – Минск: Харвест, 2011. – 352 с.
6. В.Копачевский, Л.Боброва, М.Кривошеева Анализ человеческих волос на лазерном анализаторе элементного состава LEA-S500– Аналитика, №5, 2014, с. 66-69.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ «ДУБАЙСКАЯ» В КОМПЛЕКСНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ С ПАТОЛОГИЕЙ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Д.В. Барановский¹, В.К. Бежеба¹, Н.В. Мазур², Г.Н. Хованская²

¹КУП ДРОЦ «Свитанак», 225734 Брестская область, Пинский район, п/о Погост - Загородский, Беларусь ; E-mail: dsvitanak@yandex.by

²Учреждение образования «Гродненский государственный медицинский университет», ул. Горького 80, г. Гродно, Беларусь; E-mail: galinahov@yandex.ru

Abstract. The material of this study were children aged 7-18 years with disorders of the digestive system. The use of mineral water "Dubai" in the treatment of diseases of the gastrointestinal tract organs in children with a positive therapeutic effect. Best results are achieved when it is used in drinking water treatment of functional disorders

of the gastrointestinal tract, as well as gastritis with low and normal secretory function, with biliary dyskinesia hypokinetic type for the system.

Вопросы санаторно-курортного лечения детей приобретают все большее значение ввиду увеличения частоты аллергических заболеваний, функциональных изменений нервной и сердечно-сосудистой систем, органов пищеварения, а также неблагоприятного влияния длительной медикаментозной терапии при хронических заболеваниях. Санаторно-курортное лечение детей является одним из этапов педиатрической помощи, которая предусматривает преемственность и непрерывность лечения на разных этапах педиатрической службы - поликлиника, стационар, санаторий [1].

Центр «Свитанак» осуществляет свою деятельность с 1996 года. Расположен в 30 км от г. Пинска, окружен смешанным лесом. В 100 метрах от центра находится водохранилище, площадью 15 000м², на берегу которого имеется хорошо оборудованный пляж.

В нашем центре ежегодно проходят лечение и оздоровление более 4000 человек. Сформированные группы детей прибывают в центр в основном из зон пострадавших после катастрофы на Чернобыльской АЭС - это Столинский, Лунинецкий, Пинский, Дрогичинский, Жабинковский и Ивановский районы Брестской области. Кроме того, оздоровление проходят и группы детей из Москвы, Тульской, Калужской и Брянской областей Российской Федерации, некоторых населенных пунктов Украины и Польской Республики.

Основной профиль центра – заболевания органов дыхания, органов пищеварения, системы кровообращения, мочеполовой системы.

Центр имеет I аттестационную категорию, оснащение и квалификация специалистов которого позволяют оказывать не только качественные медицинские услуги, но и продолжать детьми учебный процесс на базе имеющейся у нас школы. Здания соединены между собой закрытыми переходами, что удобно для оздоровительного процесса в холодное время года.

Лечебная база представлена кабинетами электро- и светолечения, магнито- и лазеролечения, ручного массажа и механотерапии, парафино-озокеритолечения, залом ЛФК, кабинетами для лечения песком и грязями, фитотерапии, аэрозольтерапии и галокомплексом. У детей есть возможность получить различные водные процедуры в виде душей, ванн, гидромассажа, подводного душ массажа, бассейна и сауны. При использовании климатических факторов, применяем также и спелеотерапию. Проводятся консультации узких специалистов, по показаниям делаем ЭКГ, УЗИ, лабораторную диагностику, назначаем соответствующие диеты, оказываем стоматологическую помощь.

Развиваются новые направления оказания медицинских услуг: карбокситерапия, баротерапия, криотерапия, СПА-процедуры, элементы нетрадиционной медицины, применяются современные методики лечения.

Имеется достаточный набор спортивных сооружений и на открытом воздухе, терренкур, беговая, велосипедная дорожки, спортивные и детская площадки, открыт физкультурно-оздоровительный комплекс.

При анализе (последние три года) данных о патологии детей, прибывающих в центр на лечение и оздоровление, мы получили данные, отраженные в таблице 1.

Как известно в санаторно-курортном лечении главное место отводят природным факторам лечения, в том числе использованию минеральной воды и особенно для ее внутреннего применения.

Таблица 1 – Анализ данных патологии детей, получивших лечение и оздоровление

Годы Патология	2016г. (9 месяцев)		2015		2014	
	Кол-во чел.	%	Кол-во чел.	%	Кол-во чел.	%
Органов дыхания	516	23,71	734	28,19	738	26,15
Органов пищеварения	481	22,10	616	23,67	679	24,06
ОДА	375	17,22	373	14,32	478	16,94
Органов кровообращения	227	10,43	266	10,22	320	11,36
Органов мочевыводящей системы	209	9,60	321	12,34	300	10,62
Прочие	369	16,94	293	11,26	307	10,87

Ведь именно минеральная вода один из важнейших компонентов в реабилитации и восстановительном лечении при заболеваниях желудочно-кишечного тракта. Наряду с непосредственным благоприятным действием на процессы в слизистой оболочке ЖКТ и водно-солевой обмен, внутренний прием минеральной воды вызывает и длительное последствие в виде улучшения нейрогуморальной регуляции, обменных процессов, а также стимуляции трофических и регенераторных процессов. Специфичность действия минеральной воды определяется ее макро- и микроэлементным составом. Многие из микроэлементов являются кофакторами большинства ферментов. При ощелачивании антрального отдела усиливается продукция гастрина, который оказывает трофическое действие на слизистую оболочку гастродуоденальной области и на характер кислотности желудочного сока. Минеральная вода влияет на сократительную функцию желчевыводящих путей, оказывая таким образом определенное влияние и на функциональное состояние толстого кишечника.

Действие питьевой минеральной воды на организм обусловлено различными факторами. Химическим, механическим, термическими, среди которых ведущим является химический. При приеме минеральной воды внутрь наблюдается целостная реакция организма, проявляющаяся как местными, так и системными изменениями, носящими специфический и неспецифический характер. Специфический эффект действия питьевой минеральной воды преимущественно обусловлен ее ионным составом, а неспецифический – термическим и механическим факторами.

В нашем центре, в лечении заболеваний органов желудочно-кишечного тракта, приоритетом пользуются диетическое питание и питьевое использование минеральной воды «Дубайская».

Минеральная вода «Дубайская» - это хлоридно-сульфатная натриево-кальциевая фторсодержащая с химическим составом в мг/дм: натрий 1913,9; калий 32,4; кальций 156,96; магний 43,1; хлориды 3086,8; сульфаты 252,8; гидрокарбонаты 195,3; фтор 0,2; бор 0,87. Глубина скважины 300,3м

Состав данной минеральной воды имеет ряд биологически активных веществ, которые при ее внутреннем приеме действуют в комплексе, вызывая раздражения определенных рецепторов компонентами бальнеологического фактора и их гуморального действия. Сложный химический состав минеральной воды «Дубайская» предполагает разнообразное действие не только на органы пищеварения, но и на организм в целом.

Материалом нашего исследования являлись дети в возрасте 7-18 лет с нарушениями органов пищеварения. Структурно данная патология представлена в рисунке 1.



Рисунок 1 – Структура патологии органов пищеварения

Всего за 8 месяцев в исследовании приняло участие 178 пациентов. Дети делились на 2 приблизительно равные группы: контрольную и группу пациентов, использовавших в лечении минеральную воду «Дубайская».

Известно, что заболевания пищеварительного тракта обусловлены полиморфизмом различных жалоб. Из них можно выделить следующие основные клинические синдромы: болевой, диспептический и синдром астении, которые в разной степени присущи патологии органов желудочно-кишечного тракта.

Пациентам обеих групп проводились лабораторные и функциональные методы исследования, назначалась соответствующая диета. По показаниям проводилась медикаментозная терапия.

При хронических гастритах, гастроэнтеритах, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки использовали стандартные методики физиотерапевтического лечения. Для устранения воспалительных процессов применялись УВЧ-терапия в нетепловой дозе, ДМВ-терапия в слаботепловой дозе, ИК-лазеротерапия в импульсном режиме. При болевом синдроме назначали электрофорез раствора новокаина в месте проекции боли, причем при гиперсекреции в области эпигастрия располагали анод, при сниженной секреции — катод. Также применяли ультразвуковую терапию на область желудка и сегментарные паравертебральные зоны, в импульсном режиме, слабой интенсивности. С целью коррекции вегетативного статуса - электрофорез раствора кальция хлорида на воротниковую зону, эндоназальный электрофорез раствора витамина В₁. Для стимуляции трофических процессов применялась высокочастотная магнитотерапия в слаботепловой дозе, пелоидотерапия или гальваногрязь, парафино-озокеритовые аппликации. При астенизации пациентов применяли седативные методы в виде электрофореза раствора брома на воротниковую зону, электросонотерапию. С целью улучшения секретолитической способности желудка пациентам, с которыми проводили исследование, назначали питье минеральной воды «Дубайская» (далее по тексту минеральной воды) из расчета 3 мл/кг 3 раза в день, при гиперацидном гастрите за 60—90 мин до еды, в подогретом до 38—45 °С виде (без газа), быстро, крупными глотками; при гипацидном состоянии прием воды осуществлялся за 15—20 мин до еды, с температурой 18—25 °С, медленно, маленькими глотками, при нормальной секреции — за 45 - 60 мин до еды, с температурой 28—35 °С, в обычном темпе. Контрольной группе назначались ДДТ и СМТ-терапия, а для стимуляции секреторной функции использовали СУФ-облучение эпигастрия и сегментарных зон.

Определяя тактику лечения детей с неспецифическим колитом и энтероколитом, мы использовали вышеизложенные методики с комбинацией электрофореза спазмолитиков, сидячих ванн, гальванизации области кишечника, микроклизмами. Минеральная вода

использовалась пациентами исследуемой группы по следующей схеме: при пониженной двигательной функции кишечника за 40 минут до еды при температуре 18-25°C, медленно, небольшими глотками; при повышенной двигательной функции за 35-60 мин до еды при температуре 40-45°C медленно, небольшими порциями.

Лечение дискинезией желчевыводящих путей проводилось по общеизвестным методикам с использованием СВЧ-терапии, СМТ-терапии, пелоидотерапии. Назначались гальванический воротник по Щербаку, хлоридно-натриевые, хвойные ванны, высокочастотная магнитотерапия, аппликации теплоносителей, электрофорез спазмолитиков, раствора брома. Электрофорез сульфата магния по поперечной методике использовался для стимуляции выведения желчи в контрольной группе. Пациенты, с которыми проводили исследование, принимали питьевую минеральную воду в теплом или горячем виде по 3 г/кг 3 раз в день за 30 минут до еды, при гипермоторной форме дискинезии в разведении 1:2 с кипяченой водой (для снижения минерализации).

При функциональных нарушениях желудка применялись также хвойные ванны, электросонотерапия, СМВ- терапия, занятия с психологом. Группа пациентов, с которыми проводили исследование, дополнительно принимала минеральную воду в теплом виде по 3 г/кг 3 раз в день за 30-60 минут до еды.

Нарушение функции кишечника потребовало применения теплых пресных и хвойных ванн в сочетании с хромотерапией, вибротерапией, электросном. Пациентам проводили гальванизацию сегментарных зон, лечебный массаж, в зависимости от возраста ребенка и его психологической настроенности клизмы 1-2 раза в неделю. Применяли аудиовизуальную релаксацию и ароматерапию, психологом проводились занятия, где для оценки общего эмоционального фона ребенка использовался цветовой тест по Люшеру с последующей психологической корректировкой [2]. Группа пациентов, участвующая в исследовании, дополнительно принимала натошак небольшими глотками минеральную воду, при температуре воды 40—45 °С, за 30—60 мин до приема пищи.

В результате проведенных исследований было выявлено, что с применением минеральной воды «Дубайская» пациенты скорее достигали терапевтического эффекта в сравнении с контрольной группой.

Под влиянием проведенного лечения исчезли жалобы на тошноту, рвоту, изжогу, отрыжку, чувство тяжести – на 3-4 день у 90% принимавших участие в исследовании (в контрольной группе на 4-5 день у 81%), в обеих группах стул нормализовался на 5-6 сутки – у 86% принимавших минеральную воду и в контрольной группе – 78,5%.

Болевой синдром в случаях гастродуоденита или гастрита купировался, или имел тенденцию к снижению в течении первых 7-9 дней у 83% принимавших минеральную воду и 76% в контрольной группе. Лучший эффект был при признаках патологии с пониженной и нормальной секреторной функцией желудка.

При наличии астенического синдрома обе группы показали приблизительно одинаковый результат (более качественные у пациентов принимавших минеральную воду) - нормализация сна, отсутствие головной боли, слабости, утомляемости, улучшение настроения.

Прием минеральной воды оказал благотворное влияние на функциональные нарушения желудка. Болевой синдром и явления диспепсии начали затухать на 3-4 день и 6-7 дню почти полностью купировались. Явления свойственные астенизации потребовали более частых занятий с психологом.

В случае дискинезии желчевыводящей системы высокие результаты были получены при курсовом лечении ее гипокINETической формы – 79% принимавших минеральную воду, в контрольной группе -70%.

Комплексная терапия дискинезии кишечника приводила к нормализации стула (по частоте, консистенции, отсутствию болезненного акта дефекации), снижению или

исчезновению болевого синдрома у 69% в группе использовавших минеральную воду «Дубайская», и 63% из контрольной группы.

В результате лечения воспалительных процессов желчного пузыря пациенты перестали жаловаться на раздражительность, потливость, головную боль, нарушение сна, тошноту, метеоризм, а к концу курса лечения отсутствовал и болевой синдром у 65% (с использованием МВ) и 61% в контрольной группе.

В терапии язвенной болезни лучшей реакцией на лечебный фактор были исчезновение явлений диспепсии (изжога, тошнота, отрыжка, нарушение стула) - 64% с использованием минеральной воды, в контрольной – 60%, хуже результаты были при купировании болевого синдрома – 63% с использованием МВ и 59% контрольной группы.

Обобщенные данные о сроках восстановления при лечении патологии органов ЖКТ изображены на рисунке 2.

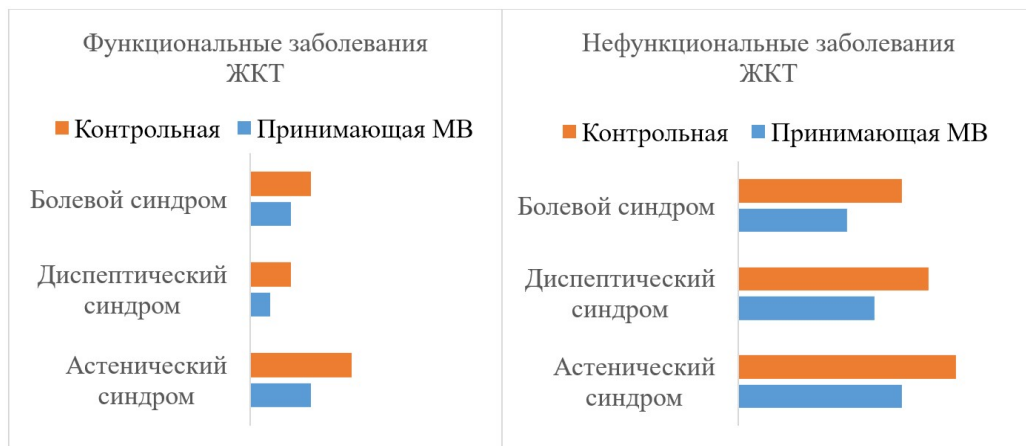


Рисунок 2 – Клинический эффект применения минеральной воды у детей с патологией органов пищеварения

Таким образом, применение минеральной воды «Дубайская» в комплексной терапии патологии органов желудочно-кишечного тракта у детей дает положительный терапевтический эффект. Лучшие результаты достигаются при ее питьевом применении в лечении функциональных нарушений со стороны ЖКТ, а также при гастритах с пониженной и нормальной секреторной функцией, при дискинезии желчевыводящей системы по гипокинетическому типу. Функциональные нарушения, выраженный астенический синдром требует дополнительно занятий с психологом.

Полученные данные программы по использованию минеральной воды «Дубайская» в КУП ДРОЦ «Свитанак», можно рекомендовать к применению в санаторно-курортных организациях Республики Беларусь для ее питьевого использования при патологии органов пищеварения в детской практике и в сочетании с другими физиотерапевтическими методами.

Литература

1. Курортология /под ред. Разумова А.Н., Турова Е.А.– Москва, 2016. – С. 639.
2. Стороженко Н.А., Структурное реформирование санаторно-курортного комплекса и регулирование рынка санаторно-оздоровительных услуг – дело всех участников рынка / Стороженко Н.А., Разумов А.Н., Лимонов В.И. // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – Москва, 2003. – с. 5-11.

ОПЫТ КОМБИНИРОВАННОГО КОНСЕРВАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ДИСТРОФИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ СРЕД ГЛАЗА Н.П. Радилевич¹, С.М. Логош¹, Г.Н. Хованская²

¹Учреждение здравоохранения «Гродненская областная клиническая больница», г. Гродно, Беларусь; E-mail: 4fizio@mail.ru

²Учреждение образования «Гродненский государственный медицинский университет», ул. Горького 80, г. Гродно, Беларусь; E-mail: galinahov@yandex.ru

Abstract. Laser therapy on the background of drug treatment, promotes the absorption and distribution of the drug to achieve a more rapid therapeutic effect by improving microcirculation and innervation in the affected area, thereby increasing the efficiency of complex therapy.

Дистрофические заболевания сред глаза составляют огромную группу заболеваний, со временем приводящих к инвалидности пациентов. Причинами их развития являются общие сосудистые заболевания: атеросклероз, артериальная гипертензия, гипотония, артерииты, тромбоз сосудов, а также сахарный диабет и др. Офтальмоскопически выявляется отек диска, макулярной зоны сетчатки, сужение артериальных сосудов, кровоизлияния, гиперемия диска, нечеткие границы, деструкция, фиброз стекловидного тела, различные зрачковые расстройства. Основная симптоматика сводится к снижению зрительных функций (изменения полей зрения, появление центральных скотом), болевом синдроме в области орбит, головной боли.

Мы использовали комплексное консервативное лечение пациентов с применением медикаментозной терапии и физиотерапии - лазеропунктуры.

Это физиотерапевтический метод, в основе которого лежит воздействие на организм низкоэнергетическим лазерным излучением. Лазерная терапия изменяет энергетический потенциал фоторецепторных клеток с развитием в них фотодинамических эффектов, связанных с активацией клеточных органелл: усиливается активность рибосомальных ферментов (каталазы, цитохромоксидазы, супероксиддисмутазы), ускоряются энергетические процессы в митохондриях, активируется синтез РНК. Повышенный метаболизм клеток увеличивает митотическую, пролиферативную и фагоцитарную активность клеток. Это выражается в ускорении процессов регенерации клеток и тканей. Лазерное излучение приводит к уменьшению проницаемости сосудистой стенки, улучшению реологических свойств крови, увеличению количества функционирующих капилляров, стимулирует крово- и лимфообращение в хориоретинальной сети сосудов, активирует диффузию внутриглазной жидкости через трабекулярную сеть. Это вызывает снижение повышенного внутриглазного давления.

Сочетание медикаментозной терапии и лазерорефлексотерапии позволяет увеличить кровенаполнение в бассейне глазничной артерии, улучшить интраокулярную гемодинамику, в результате стимулируются обменные процессы, происходит улучшение трофики тканей. Под действием лазерного излучения происходит фотобиологическая стимуляция специфической активности клеток (иммунологической, противовоспалительной), усиливается фагоцитоз, повышается степень противовоспалительной гуморальной защиты. Это положительно влияет на зрительные функции, что проявляется повышением остроты зрения.

При лазерной рефлексотерапии используют небольшое количество световой энергии для фотоактивации нервных структур, участвующих в рефлекторном ответе организма. Преимуществами лазерной рефлексотерапии являются: малая зона воздействия, неспецифический характер фотоактивации рецепторных структур, возможность вызвать направленные рефлекторные реакции, неинвазивность воздействия, асептичность,

комфортность, возможность точного дозирования воздействия, возможность применения метода как самостоятельного, так и в сочетании с медикаментозным лечением.

Общая реакция организма на лазерное рефлекторное воздействие осуществляется двумя основными путями: нейрогенным и гуморальным. Стимулируется синтез АКТГ, глюкокортикоидов и других гормонов, увеличивается синтез простагландинов Е и F, энкефалинов и эндорфинов, происходит нормализация состава крови и активация микроциркуляции.

Мы применяли полупроводниковый лазер с длиной волны 670 нм в импульсном режиме на акупунктурные точки от аппарата «Экстрасенс» с плотностью мощности 30 мВт/см² частотой 50 Гц по 40 сек на БАТ (V2, VB 14, TR 23, VB 1, E 1), и транскутанно на кубитальную вену плотность мощности 90 мВт/см² с частотой 50 Гц в течение 20 мин., на курс 7 ежедневных процедур в первую половину дня.

Лазерная терапия на фоне проводимого медикаментозного лечения, способствует всасыванию и распределению лекарственного препарата, достижению более быстрого терапевтического эффекта, за счет улучшения микроциркуляции и иннервации в пораженной зоне, повышая тем самым эффективность комплексной терапии.

Пациентам назначается комбинированная нейропротекторная и дедистрофическая терапия (п/бульбарное введение препарата ретиналамин, тауфон; в височную мышцу раствор эмоксипина; в/в раствор пентоксифиллина, винпоцетина, в/м раствор тауфона, витамины группы В).

После проведенного лечения у пациентов отмечается существенная положительная динамика зрительных функций и офтальмоскопической картины глазного дна: уменьшается отёк ДЗН либо макулярной зоны сетчатки, увеличивается скорость рассасывания кровоизлияний в центральной зоне и на периферии сетчатки, уменьшается экссудация в центральных отделах стекловидного тела, отмечается увеличения границ полей зрения. Показанием для применения медикаментозной терапии и лазерорефлексотерапии являются очаговые воспалительные процессы на глазном дне (хориоретинит), сухая макулодистрофия (ВМД), миопия осложнённая, хориоретинальная.

Литература

1. Г.С.Полунин, И.А. Макаров " Физиотерапевтические методы в офтальмологии". - Москва. - 2012. – с. 13-17.
2. Буйлин В.А., Ларюшин А.И., Брехова Е.И. " Свето-лазерная терапия. Руководство для врачей". - Тверь. - 2004. – с.32-35.

ГРАДИЕНТНО-ОПТИЧЕСКИЕ АНАЛИЗАТОРЫ ГАЗОАЭРОДИСПЕРСНЫХ СРЕД (ОБЗОР)

Б.Б. Виленчиц, Г.В. Шаронов

*Белорусский государственный университет
Пр-т Независимости, 4, Минск, 220030, Беларусь*

Проведен анализ проблем газоаналитических измерений традиционными методами и системами. Разработаны и внедрены в практику градиентно-оптические анализаторы аэрозольных сред, обладающие повышенной эксплуатационной и метрологической эффективностью, в сравнении с традиционными.

Проблемы газоаналитических измерений.

Загрязнение воздушной среды газовыми выбросами, дымами промышленных предприятий (химических, микробиологических, металлургических, нефтеперерабатывающих, машиностроительных и т.п., а также различных транспортных

средств (автомобилей, тракторов, самолетов и т.д.) постоянно увеличивается. В связи с этим все большую актуальность приобретает проблема оперативного контроля концентрации газовых выбросов, дымности. Важность решения этой задачи связана с необходимостью повышения не только экологической, но и ресурсосберегающей (в частности, топливной) эффективности источников выбросов. Поэтому создание надежных методов и средств экспресс-контроля данных параметров является одной из острых проблем современного газоаналитического приборостроения.

Газоаналитические методы и системы.

Автоматизация процессов различных производств и технических средств требует быстродействующего автоматического анализа параметров сложных многокомпонентных и многофазных газовых и аэродисперсных потоков (агрессивных, токсичных, быстродиссоциирующих, взрывоопасных, высокотемпературных, влагосодержащих, дымовых, пылевых) в широких диапазонах изменения их скоростных и термодинамических режимов. Непрерывная диагностика этих сред позволяет следить (и в определенной мере управлять) как за ходом технологических процессов, так и за качеством получаемой продукции.

В целом ряде производств химической, нефтяной, нефтехимической, горнодобывающей, газовой, энергетической и других отраслей промышленности контроль за составом газообразных сред осуществляется с помощью автоматических анализаторов. Они служат для определения и предупреждения образования взрывоопасных концентраций смесей, а также вредных для человека количеств токсичных и ядовитых веществ. Анализаторы приобрели актуальность при контроле предельно допустимых выбросов отходящих газов производств, выхлопных газов транспортных средств, а также для контроля предельно допустимых концентраций загрязнителей воздуха.

Важными вопросами непрерывного экспрессного анализа параметров сложных газовых систем являются: определение локальных концентраций и полей концентраций движущихся сред, одновременное определение концентраций и скоростей потоков (динамики концентраций). Решение этих задач необходимо для разработки, моделирования и прогнозирования, в частности, средств защиты от загрязнений окружающей среды.

Газоаналитические средства развиваются в двух вариантах: промышленном и лабораторном. Лабораторные средства анализа характеризуются более высокой чувствительностью и прецизионностью в силу условий их эксплуатации и предназначения. Производственные средства, в свою очередь, должны обеспечивать непрерывный и автоматический анализ газообразных сред в условиях длительной эксплуатации, в экстремальных заводских и климатических условиях без участия человека. Поэтому круг требований ко всем упомянутым средствам существенно дифференцируется.

Количественный и качественный контроль указанных сред в большинстве случаев осуществляют с помощью локального газового анализа, который в свою очередь разделяют на две группы методов: контактные и бесконтактные. К первым относятся: механические, тепловые, магнитные и другие, которые требуют для получения информации об анализируемой газообразной среде контакта зондирующего элемента (различного рода датчиков) с этой средой. Ко вторым (в основном оптическим) относятся те, которые необходимую информацию дают путем взаимодействия электромагнитного излучения с такой средой (в частности, по поглощению ультрафиолетового, видимого и инфракрасного излучения или с помощью нефелометрических, фотометрических, интерферометрических, рефрактометрических и других измерений).

Одним из существенных недостатков контактных методов является их низкая метрологическая надежность измерений, обусловленная изменением свойств датчиков во времени в результате взаимодействия их с анализируемой газообразной средой. В силу

этого такие методы малопригодны для анализа большинства сложных газовых сред и газовзвесей.

Бесконтактные оптические методы, благодаря также их быстрдействию, являются наиболее пригодными для осуществления автоматического экспресс-анализа сложных газовых и аэрозольных сред. Однако и оптические методы имеют недостатки. Они проявляются уже при анализе газовых сред, где бесконтактные оптические методы (так же, как и контактные) не всегда обладают необходимой метрологической надежностью измерений. Это обусловлено загрязнением и запотеванием окон оптических кювет, необходимых для проведения локального анализа традиционными методами. Наличие окон в измерительных каналах приводит к ужесточению требований к состоянию (качеству) анализируемой среды, помещаемой в них, что существенно затрудняет (а иногда и исключает) процессы газоподготовки и анализа сложных газовых сред (особенно влагосодержащих, агрессивных, быстродиссоциирующих, высокотемпературных, движущихся с большими скоростями).

Подобные недостатки проявляются в еще большей мере при локальном анализе аэрозольных сред (дымовых, пылевых). Здесь процессы газоподготовки (осушка, очистка), используемые для уменьшения загрязнений окон оптических кювет анализаторов газов, неприемлемы, так как исследуемые характеристики аэродисперсной среды (дымность, прозрачность) связаны именно с наличием в газовом потоке аэрозолей различной природы (частичек пыли, сажи, металлов), которые устраняются операциями газоподготовки. Попытки решать эти проблемы путем предохранения оптических поверхностей приборов от загрязнений к успеху не привели, так как использованные способы защиты (механические, конвективные, термоконвективные) оказались в большинстве случаев малоэффективными, особенно при создании мобильных и портативных устройств, в частности, анализаторов дыма.

Аналогичные проблемы возникают и в сопутствующих диагностике процессах. Разнообразие источников выбросов газовых и аэрозольных сред, подлежащих анализу, и природных условий их контроля предъявляют специфические требования и к средствам управления, формирования и диагностики параметров световых зондирующих пучков. Традиционно используемые для этих целей твердотельные (стеклянные) оптические элементы (линзы, призмы, фильтры, зеркала, разделительные пластины) будут не только загрязняться, но и нагреваться, особенно при использовании мощных световых пучков или коротких импульсов излучения, что может привести к частичной или полной потере их оптических свойств. Все это снижает эффективность анализа. Проблема эффективности связана с не универсальностью большинства оптических методов к измеряемым параметрам газового потока. Вследствие этого для комплексного исследования характеристик потока необходимо использовать несколько методов и приборов. В итоге такая диагностика требует комплекта дорогостоящей измерительной аппаратуры, что значительно усложняет измерения в производственных условиях.

Учитывая широкий и все возрастающий объем автоматических газоаналитических измерений, необходимо дальнейшее развитие оптических средств, расширяющих круг решаемых газоаналитических задач и в большей мере соответствующих современным эксплуатационным требованиям, чем традиционные. Однако отмеченные выше проблемы нельзя разрешить лишь усовершенствованием известных оптических методов и аппаратуры. Здесь необходимы новые подходы.

Градиентно-оптические газоаналитические системы.

В связи с выше изложенным, нами предложен и развивается градиентно-оптический подход, основанный на создании и использовании градиентов оптико-физических характеристик (температуры, давления, концентрации, плотности, а следовательно и показателя преломления среды) в анализируемом потоке и измерении параметров

прошедшего через него светового зондирующего пучка. При этом при диагностике газовых потоков регистрируются пространственно-временные характеристики пучка: угол его отклонения, интенсивность пульсаций угла отклонения, диаметр пучка (градиентно-рефрактометрические методы), а при исследовании аэрозольных потоков измеряется интенсивность пучка (градиентно-фотометрические системы) [1, 2].

Высокая эксплуатационная и метрологическая надежность градиентно-оптических измерений обусловлена способами формирования термодинамических градиентов в измерительных каналах анализаторов, позволяющими обеспечить устойчивую фотометрическую базу, защиту оптических поверхностей излучателя и фотоприемника от загрязнений, а в некоторых случаях и их термостабилизацию. В градиентно-оптических анализаторах на пути прохождения зондирующего светового пучка отсутствуют твердотельные (стеклянные) границы раздела между анализируемой и окружающей средами, что позволяет эффективно осуществлять непрерывный и продолжительный анализ газовых и аэрозольных потоков различной физической природы. Проверка и градуировка градиентно-оптических средств, как и других приборов аналогичного назначения, осуществляется нейтральными светофильтрами, а порядок проведения отмеченных процедур определен соответствующими нормативными документами [3].

Дымомеры.

Существующие в настоящее время оптико-электронные (базисные, нефелометрические) методы определения компонентного состава аэродисперсных сред и устройства, созданные на их основе не отвечают в полной мере современным требованиям (по точности, оперативности, дистанционности, эксплуатационным характеристикам и т. д.). Влияние на погрешности измерений принципиально неустранимых в этих методах таких основных факторов, как состояние окружающей среды, изменение аппаратурных параметров приемно-излучающих и регистрирующих блоков оптико-электронных систем, загрязнения оптических поверхностей и т.д., не только снижает метрологические характеристики, но и ухудшает эксплуатационные, вследствие необходимости частого проведения поверочных работ. В случаях необходимости проведения непрерывных измерений в агрессивных средах, быстроизменяющиеся условия и т.п. проведение проверок затруднено. Принятие же мер по защите от влияния контролируемой среды требует увеличения массогабаритных характеристик, к тому же не существует средств защиты, пригодных в различных ситуациях. При проведении нефелометрических измерений традиционными методами необходимо еще иметь априорную информацию о связи между коэффициентом общего рассеяния и коэффициентом направленного рассеяния.

Для устранения влияния вышеотмеченных факторов предлагается использовать принципы концепции “безаприорности” измерений, заключающейся в максимально возможном исключении методических погрешностей, обусловленных использованием априорной информации, вариацией параметров неконтролируемых физических процессов в анализируемой среде и изменением аппаратурных характеристик средств непрерывного контроля, что предполагает использование дополнительных измерительных каналов, применение оптимальных способов формирования и приема зондирующих сигналов, а также корреляционных и других специальных процедур их обработки (получение образов опорных и калибровочных сигналов и т.д.) [4] Применение этой концепции позволит создать способы и средства непрерывного контроля, которые имеют следующие отличия от известных:

Разработан и создан класс оригинальных градиентно-оптических анализаторов аэрозольных сред, две модели из которых ДО-1 и ИД-1 освоены в серийном производстве на БелОМО. Такие системы обладают простотой и удобством в применении, повышенной эксплуатационной и метрологической надежностью [5-7].

Они нашли и получают практическое применение при решении широкого класса экологических, аналитических, метрологических задач, в проблемах глобального мониторинга, в системах автоматического управления, регулирования и контроля промышленных производств и технических средств [8-10].

Литература

1. Виленчиц, Б.Б. Градиентно-рефрактометрическая диагностика газовых выбросов. // М.: Информавтотранс, 1992. – 48 с.
2. Виленчиц, Б.Б. Градиентно-фотометрическая диагностика дымовых выбросов. // М.: Информавтотранс, 1991. – 64 с.
3. Правила №24 ЕЭКООН. – 1974.
4. Кугейко М.М., Оношко Д.М. Теория и методы оптико-физической диагностики неоднородных рассеивающих сред. // Минск: БГУ, 2003. -186 с.
5. Дымомер оптический ДО-1 // Паспорт.
6. Дымомер оптический ДО-1 // Техническое описание и инструкция по эксплуатации.
7. Индикатор дымности ИД-1 // Паспорт.
8. Индикатор дымности ИД-1 // Техническое описание и инструкция по эксплуатации.
9. Виленчиц, Б.Б. Повышение экологической эффективности автомобильного транспорта [Текст] / Б.Б. Виленчиц, В.С. Танкович, Д.С. Умрейко // Мн.: БелНИИНТИ, 1999.- 36 с.
10. Виленчиц, Б.Б. О целесообразности разработки новых и модернизации действующих моделей градиентно-оптических анализаторов аэродисперсных сред [Текст] / Б.Б. Виленчиц, В.К. Попов // Материалы 9-ой Международной научно-технической конференции «Квантовая электроника». – Минск, 18-21 ноября 2013 г. – С. 184.
11. Виленчиц, Б.Б. Разработка физико-технических основ градиентно-оптических анализаторов вихревого типа [Текст] / Б.Б. Виленчиц, В.К. Попов // Материалы 2-ой Международной научно-практической конференции «Прикладные проблемы оптики, информатики, радиофизики и физики конденсированного состояния». – Минск, 27-28 февраля 2013 г. – С. 28-29.

ЭФФЕКТИВНОЕ КОДИРОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

А.И. Митюхин¹, Д.В. Шакинов²

*¹Институт информационных технологий Белорусского государственного университета
Информатики и радиоэлектроники, ул. Козлова, 28, Минск, 220037, Беларусь*

*²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь*

Рассмотрен эффективный метод кодирования данных дистанционного зондирования, снижающий вычислительную сложность при выделении исследуемых признаков, обнаружения объектов на изображениях и совмещения изображений.

Введение.

Для решения задач рационального использования природных ресурсов, качественного экологического контроля окружающей среды, идентификации пространственных объектов, картографирования геологических структур и др. используется аэрокосмическое дистанционное зондирование. Одной из задач в области эксплуатации природных ресурсов для Республики Беларусь является получение и эффективная обработка данных зондирования с целью оценки состояния водных ресурсов. К таким задачам можно отнести: картографирование областей затопления и заболоченности, цветения воды, определение пространственных границ наблюдаемых водных объектов для вычисления площадей, например, ирригационных полей и пр. Особенно актуальным является снижение объемов обрабатываемой и анализируемой

видеографической информации, когда требуется постоянный контроль изменений в поле изображений объекта.

Цель сообщения показать эффективный метод кодирования изображения, снижающий вычислительную сложность при выделении исследуемых признаков, обнаружения объектов на изображениях и совмещения изображений. В работе рассматривается дисперсионный способ фильтрации коэффициентов преобразования исходных коррелированных данных.

Теоретические принципы.

Дисперсионный принцип фильтрации основан на декорреляции данных, когда для областей изображения постоянной яркости, дисперсии коэффициентов преобразования (трансформант) стремятся к нулевым значениям [1]. Трансформанты с ненулевыми значениями дисперсий позволяют эффективно выделить объект интереса, получить оценки искомых параметров. Для этого вычисляется функция распределения 2-D дисперсии трансформант

$$\text{diag}[\sigma^2] = \text{diag}[\text{cov}(\hat{\mathbf{g}}_c)] \otimes \text{diag}[\text{cov}(\hat{\mathbf{g}}_r)], \quad (1)$$

где $\text{diag}[\text{cov}(\hat{\mathbf{g}}_c)]$ и $\text{diag}[\text{cov}(\hat{\mathbf{g}}_r)]$ диагональные ковариационные матрицы соответственно столбцов и строк матрицы трансформант. Достижение полной декорреляции изображения (данных в пространственной области) обеспечивается, если в качестве ядра преобразования использовать матрицу A , составленную из собственных векторов ковариационной матрицы $\text{cov}(\mathbf{G})$ цифрового изображения \mathbf{G} . Матрица \mathbf{G} содержит $M \times N$ пикселей. Отражение исходного i -го вектора $\mathbf{g}_i = (g_1 \dots g_M)^T$ в вектор $\hat{\mathbf{g}}_i = (\hat{g}_1 \dots \hat{g}_M)^T$ выполняется по формуле [2]

$$\hat{\mathbf{g}}_i = A(\mathbf{g}_i - \mathbf{m}_g), \quad (2)$$

где \mathbf{m}_g – вектор-столбец математического ожидания в пространственной области.

Восстановление вектора \mathbf{g}_i производится с помощью выражения

$$\mathbf{g}_i = A^T \hat{\mathbf{g}}_i + \mathbf{m}_g. \quad (3)$$

Эффективность кодирования изображения \mathbf{G} определяется количеством сохраняемых трансформант. Так как собственные значения ковариационной матрицы $\text{cov}(\hat{\mathbf{G}})$ в области коэффициентов преобразования являются диагональными элементами, то они соответствуют дисперсиям коэффициентов $\hat{\mathbf{g}}_i = (\hat{g}_1 \dots \hat{g}_M)^T$. Усечение ядра преобразования выполняется выбором l собственных векторов, которым соответствуют наибольшие собственные значения λ . В общем подходе, двумерное кодирование декодирование блоков данных размером $N \times N$ определяются как

$$\hat{\mathbf{G}} = A_c \mathbf{G} A_r \text{ и } \mathbf{G} = A_r \hat{\mathbf{G}} A_c, \quad (4)$$

где $\hat{\mathbf{G}}$ – матрица трансформант, A_r и A_c – ядра преобразования для строк и столбцов матрицы исходных данных. Общее число операций умножений C_m , связанных с выполнением (4) равно $C_m = 4N^3$. Большинство данных дистанционного зондирования обладают свойством коррелированности. Анализ функции распределения 2-D дисперсии (1) позволяет значительно уменьшить величину C_m .

Оценка эффективности кодирования данных.

Будем считать, что произведена замена исходного полутонового изображения объекта наблюдения бинарным цифровым ортофотоснимком и получена растровая структура границы, показанная на рис.1.

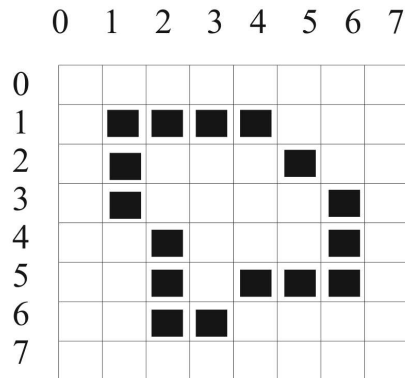


Рисунок 1 – Граница объекта

Изображение описывается матрицей $G = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$

Для оценки качества и эффективности кодирования изображения границы по формуле (1) было рассчитано распределение 2-D дисперсий $[\sigma^2]$ для каждого из 36-и коэффициентов. Значения координат осей x и y графика соответствуют лексикографическому номеру трансформанты и величине дисперсии. Из анализа графика, следует, что практически вся энергия сигнала в области преобразований сосредоточена в 20-и первых коэффициентах. В этом случае гарантируется полное восстановление (без искажений) передаваемых или сохраняемых данных об изображении границы. Необходимый объем операций умножений для вычисления прямого и обратного преобразований составит величину $C_{ml} \cong 4l^3, l \leq \frac{N}{2}.$

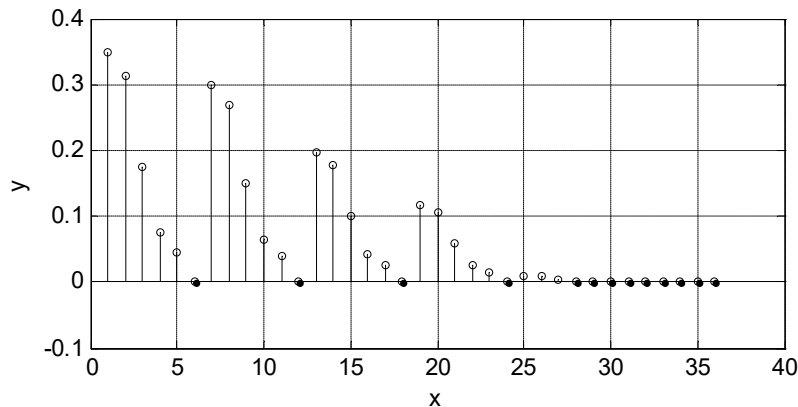


Рисунок 2 – Распределение 2-D дисперсий трансформант

Учитывая особенности распределения $[\sigma^2]$, рис. 2, практически точное восстановление изображения границы стало возможным при использовании только восьми коэффициентов \hat{g}_i с индексами $i \in \{1, 2, 3, 7, 8, 9, 13, 14\}.$ Затраты на передачу (хранение) данных со сжатием равны $L=8.$ Эффективность кодирования составила значительную величину $K = \frac{N^2 - L}{N^2} \cong 0,77,$ или 77%.

Выводы.

1. Применение дисперсионного критерия при реализации эффективного кодирования данных позволяет ускорить процесс их передачи, обработки и анализа, уменьшить объем памяти для хранения данных и время обращения к памяти.

2. В сравнении с известными дискретными преобразованиями (ДПФ, ДКП, ДПХ) объем вычислений уменьшается без ухудшения качества восстанавливаемого изображения.

Заключение.

Полученные на этапе кодирования такие статистические показатели как минимальное, максимальное и среднее значения, ковариационная и корреляционная матрицы, стандартное отклонение и дисперсия, можно использовать на следующих этапах обработки (коррекция и улучшение снимков, распознавание и интерпретация данных дистанционного зондирования и др.). В результате упрощается анализ изображения, дешифрация его основных характеристик и информационных признаков.

Литература

1. A.Mitsiukhin, A. Karcheusi. Filtration of Videographic Data by Means of Hartley Discrete Transform. Proceedings 53. IWK «Prospects in Mechanical Engineering», TU, DE, 2008. с. 365-366.
2. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Гонсалес Р. Вудс Р. М., 2005.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ОПЕРАТОРОВ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ НА ОСНОВЕ ПАРАМЕТРОВ КАРДИОРИТМА

А.Г. Давыдовский

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровки, 6, Минск, 220013*

Предложены математические модели для системного анализа и прогнозирования функциональной надежности операторов систем управления опасными производственными объектами на основе параметров кардиоритма. С помощью предложенных математических моделей может быть осуществлено превентивное управление риском снижения функциональной и профессиональной надежности оперативного персонала систем управления опасными производствами в условиях стресса, информационной неопределенности, переутомления и нарушения адаптационных механизмов в проблемных ситуациях профессиональной деятельности.

Введение

Деятельность оперативного персонала систем управления опасными производственными объектами (ОПО) характеризуется значительной информационной насыщенностью и неопределенностью, дефицитом времени для принятия решений, высокой ответственностью и риском [1]. Особую роль в обеспечении безопасности ОПО играет «человеческий фактор», обусловленный профессиональной надежностью оперативного персонала, которая зависит от функциональной надежности, детерминированной состоянием важнейших физиологических систем организма человека. Причем параметры variability сердечного ритма (ВСР) является высокоинформативными и сравнительно доступными для оценки и прогнозирования функциональной надежности операторов информационных систем управления ОПО [2].

Цель работы – обоснование диагностических и прогностических кардиокритериев, основанных на параметрах ВСР, а также математических моделей для системного анализа и прогнозирования функциональной надежности операторов систем управления ОПО.

Кардиокритерии функциональной надежности операторов опасных производств.

Мониторинг и прогнозирование работоспособности и функциональной надежности операторов (ФНО) можно эффективно осуществить с помощью методов анализа временной

и частотной области, а также интегральных характеристик ВСР на основе сложного статистического исследования R-R-интервалов с последующим расчетом и сравнением количественных показателей кардиоритма [3–5]. Системный анализ ВСР позволяет количественно охарактеризовать активность различных отделов вегетативной нервной системы (ВНС) через их влияние на функцию синусового узла сердца, проявляющееся в колебаниях длительности RR-интервалов (NN) сердечных сокращений в структуре т.н. «желудочкового QRST-комплекса» электрокардиограммы (ЭКГ), фрагмент которой представлен на рисунке 1.

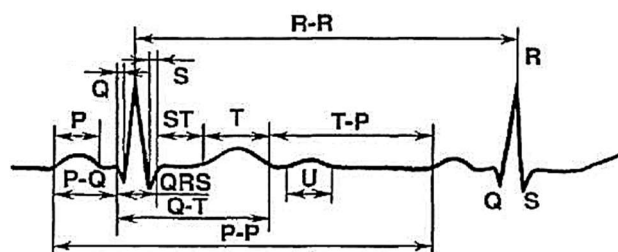


Рисунок 1 – Структура «желудочкового QRST-комплекса» нормальной электрокардиограммы человека [3, 5].

При статистическом анализе QRST-комплекса ЭКГ целесообразно оценить два типа величин – длительности RR-интервалов и разности длительности соседних интервалов [5, 6].

В таблице 1 представлены важнейшие характеристики ВСР [5, 6].

Таблица 1 – Характеристики variability кардиоритма [5, 6].

№ п/п	Обозначение и единицы измерения	Функциональная характеристика	Диапазон нормы и единицы измерения
1	SDNN (мс)	интегральный показатель стандартного отклонения величин интервалов NN за весь рассматриваемый период	141±38
2	SDNN index (мс)	среднее значение стандартных отклонений по всем 5-минутным участкам, на которые поделен период наблюдения	91±29
3	SDANN (мс)	стандартное отклонение средних значений интервалов NN, полученных на всех 5-минутных участках, на которые поделен период регистрации	127±35
4	SDANN index (мс)	среднее значение стандартных отклонений средних значений интервалов NN по всем 5-минутным участкам, на которые поделен период регистрации	70 ±27
5	NN50	количество пар последовательных интервалов NN, различающихся более чем на 50 мс, за весь период записи	150–250
6	100%-NN50 (%)	процент NN50 от общего количества последовательных пар интервалов NN	93±98
7	RMSSD (мс)	квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар интервалов NN	33±17
8	TI	триангулярный индекс, позволяющий оценить форму и параметры гистограммы распределения интервалов NN за исследуемый промежуток времени	TI 37±15

Показатели ВСП являются достоверными при наличии не менее 90% нормальных (синусовых) RR-интервалов. Кроме того, при вариационной пульсометрии эффективны геометрические методы, основанные на исследовании вариационной кривой распределения кардиоинтервалов. Для этого целесообразно использовать такие критерии как мода (Mo), амплитуда моды (АМо), вариационный размах интервала (ВР) [7].

Математическое моделирование функциональной надежности операторов ОПО.

Очевидно, что каждую из характеристик ВСП (F_i) можно охарактеризовать как максимально ($F_{(max)i}$), так минимально ($F_{(min)i}$) допустимыми значениями, а также диапазоном нормы:

$$\eta = \frac{F_{\text{факт}} - F_{\min(i)}}{F_{\max(i)} - F_{\min(i)}}, \quad (1)$$

Очевидно, что выход за пределы диапазона нормы любого i -го показателя неизбежно приводит к изменению комплексной надежности оператора. В этой связи предложена гипотеза «трех диапазонов» для критерия η :

$$\eta = \begin{cases} \eta > 1, & \text{если } F_{\phi(i)} > F_{\max(i)}; \\ 0,001 \leq \eta \leq 1, & \text{если } F_{\min(i)} < F_{\phi(i)} < F_{\max(i)}; \\ \eta < 0,001, & \text{если } F_{\phi(i)} < F_{\min(i)}. \end{cases} \quad (2)$$

На основе анализа трех диапазонов критерия η и численного моделирования разработана дискретная математическая модель, описывающая зависимость функциональной надежности оператора (ФНО) системы управления ОПО от критерия η и представленная уравнением квадратной функции:

$$\text{ФНО} = \eta^2 - 1,001\eta + 0,001 \quad (3)$$

На рисунке 2 представлена зависимость ФНО от критерия η с учетом существования трех его диапазонов, а также результаты аппроксимации этой зависимости полиномиальной функцией 6-й степени:

$$\text{ФНО} = -0,0106\eta^6 + 0,0342\eta^5 - 0,0289\eta^4 - 0,005\eta^3 + 1,0115\eta^2 - 1,0013\eta \quad (R^2=1) \quad (4)$$

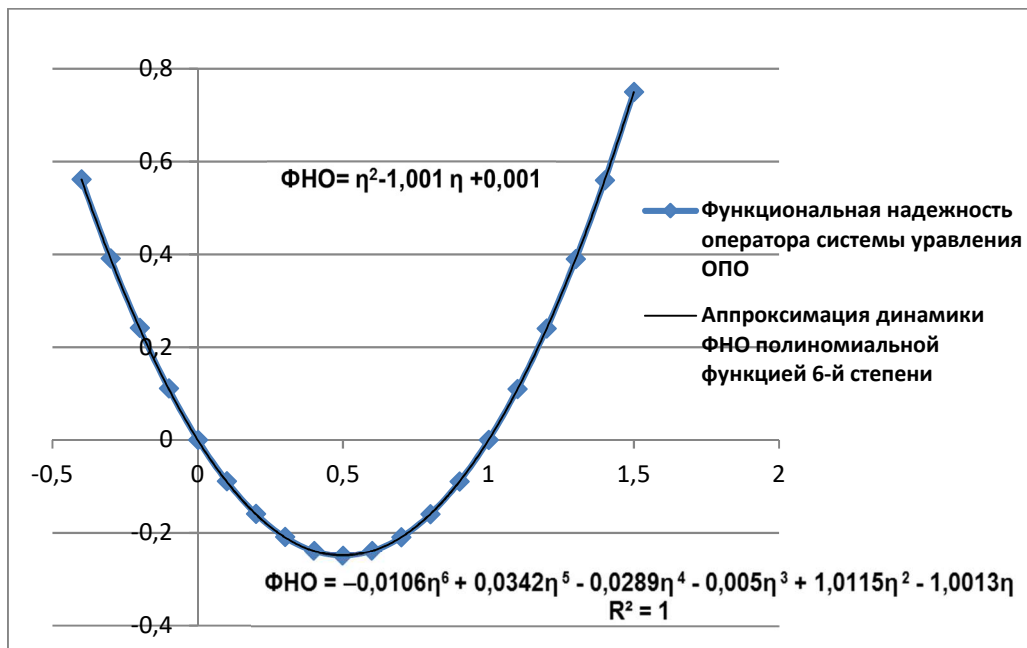


Рисунок 2 – Влияние критерия η на вероятность эффективного обеспечения функциональной надежности (P) оператора системы управления ОПО

Таким образом, критерий η_i можно рассматривать в качестве характеристики, детерминирующей вероятность эффективного поддержания высокого уровня ФНО в системе управления ОПО. Другим важнейшим показателем ФНО является «цена деятельности оператора» (ЦДО), которая обратно пропорциональна количеству параметров физиологических, психофизиологических и психологических показателей, находящихся в пределах нормы (n) и прямо пропорциональна числу показателей, находящихся вне диапазона нормы, по отношению ко всем исследуемым показателям (N). Предложена математическая модель, описывающая динамику показателя ЦДО ($W_{\text{ЦДО}}$) и представленная обыкновенным дифференциальным уравнением:

$$\frac{dW_{\text{ЦДО}}}{dn} = -\frac{N-n}{N}W_{\text{ЦДО}}, \quad (5)$$

где $\frac{N-n}{N} = \Delta$ – интегральный критерий, сопрягающий величины N и n , а также детерминирующий динамику ЦДО. После интегрирования (5) получаем дискретную модель показателя ЦДО:

$$W_{\text{ЦДО}} = \frac{W_{\text{max}}}{\exp\left(\frac{N-n}{2n} + \frac{n}{2N} - 1\right)}, \quad (6)$$

где W_{max} – максимально возможный уровень ЦДО.

Для оценки уровня риска снижения ФНО предложены две математические модели. Первая из них основана на анализе зависимости риска снижения ФНО от вероятности (P) и интегральной оценки ЦДО (price index of activities – PIA), которая может быть описана дифференциальным уравнением:

$$\frac{dRISK}{d(1-PIA)} = \frac{P}{(1-PIA)}RISK, \quad (7)$$

где $PIA = \omega_i * PIA_i = \frac{N_i - n_i}{N_i}$, где N_i – общее количество всех исследуемых показателей, характеризующих ФНО, n_i – количество показателей, оказывающих только позитивное влияние на ФНО, а ω_i – удельно-весовой коэффициент по PIA_i для каждого i -го показателя. Причем $PIA \leq 1$. Интегрирование (7) позволяет получить уравнение риска как функции вероятности снижения ФНО и интегрального показателя ЦДО:

$$RISK = \exp(P \ln(1 - PIA) + \int_0^{\infty} (1 - PIA) dP). \quad (8)$$

Вторая модель позволяет оценить уровень риска как произведение вероятности P на величину интегральной оценки ЦДО (PIA):

$$RISK = P * PIA. \quad (9)$$

На рисунке 3 показана кривая, описывающая влияние критерия $\Delta = (N-n)/N$ на динамику показателя ЦДО и ее аппроксимация полиномиальной функцией 6-й степени $ЦДО = -3E-06\Delta^5 + 0,0002\Delta^4 - 0,0047\Delta^3 + 0,043\Delta^2 - 0,0579\Delta$ ($R^2 = 0,9997$). (10).

Перспективным для системной оценки ФНО на основе параметров ВСР является спектральный анализ, позволяющий количественно охарактеризовать частотные компоненты кардиоритма и графически представить их соотношения с помощью параметрических (авторегрессионный анализ) и непараметрических (быстрое преобразование Фурье – БПФ) методов. В частности, метод БПФ основан на представлении о том, что огибающая ритмограммы является разновидностью волновой функции [8]. Следовательно, существует возможность системного анализа и прогнозирования ФНО на основе параметров кардиоритма с позиций представлений о волновой динамике не только непосредственно кардиоритма, но и сопряженной с ним надежности оператора в условиях профессиональной деятельности в системе управления ОПО.

Необходимо отметить, что наибольший интерес представляет использование анализа ВСР для превентивного управления рисками развития преморбидных состояний,

вызванных перенапряжением регуляторных и ведущих функциональных систем, состояния «срыва адаптации», обусловленного перенапряжением ВНС, истощением пластических и энергетических ресурсов, переутомлением у операторов систем управления ОПО.

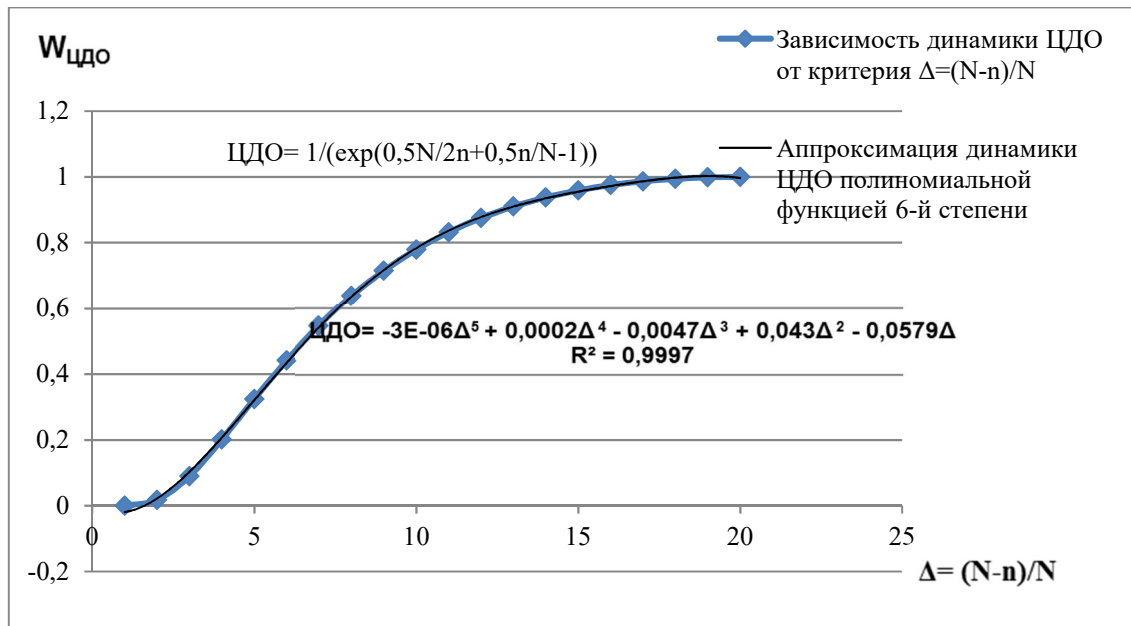


Рисунок 3 – Влияние критерия $\Delta = (N-n)/N$ на динамику показателя «цены деятельности оператора»

Заключение.

1. Предложены две математические модели для системного анализа и прогнозирования функциональной надежности операторов систем управления ОПО на основе критериев кардиоритма в условиях физиологической нормы, а также при донозологических состояниях, обусловленных снижением адаптационных возможностей организма, нарастанием признаков информационного стресса, утомления и переутомления.

2. Показана возможность диагностики и прогнозирования функциональной надежности операторов на основе системного анализа параметров кардиоритма с позиций представлений о нелинейном (волновом) характере его динамики.

3. С помощью предложенных критериев кардиоритма и математических моделей может быть осуществлено превентивное управление риском снижения функциональной надежности оперативного персонала систем управления ОПО в условиях стресса, информационной неопределенности, нарушения адаптационных механизмов при возникновении инцидентов и аварийных ситуаций.

Литература

1. Острейковский В.А. Теория надежности: Учеб. для вузов.—М.: Высш. шк., 2003.— 463с.
2. Голухова Е.З., Алиева А.М., Какучая Т.Т. и др. // Креативная кардиология. — 2009. — №1. — С. 76–82.
3. Kawasaki T., Azuma A., Asada S. et al. // Circ. J. - 2003.- №7.- P.601-604.
4. Машин, В.А., Машина М.Н. // Вопросы психологии. — 2001, № 1. — С.72-81.
5. Bigger J.T., Fleiss J. L., Steinman R.C. et al. // Circulation. - 1995. - Vol. 7. - P. 1936-1943.
6. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of pacing and electrophysiology // Eur. Heart J. - 1996. - Vol. 17. - P. 354-381.
7. Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики. — М.:Финансы и статистика, 2005. — 657 с.
8. Синютин С.А., Захаревич В.Г. // Известия ЮФУ. Технические науки. — 2012, Том 134, выпуск №9. — С. 61–67.

РОЛЬ ОПУХОЛЕВЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК В КАНЦЕРОГЕНЕЗЕ НЕЙРОЭПИТЕЛИАЛЬНЫХ ОПУХОЛЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Е.Ю. Черныш¹, Л.Н. Николаевич², Л.П. Пархач¹

¹ГУ «Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии» Министерства здравоохранения Республики Беларусь. 220114, Минск, ул. Ф.Скорины, 24.

²ГНУ «Институт физиологии НАН Беларуси». 220072, Минск, ул. Академическая, 28.

Лечение злокачественных нейроэпителиальных опухолей головного мозга по сей день остается трудной задачей. Даже после полного хирургического удаления опухоли и проведения последующего химиотерапевтического лечения сохраняется высокая вероятность возникновения рецидива заболевания. Злокачественные новообразования головного мозга характеризуются гетерогенностью клеточного состава. Среди всех популяций опухолевых клеток выделяют малочисленную группу стволовых раковых клеток, которые способствуют возникновению рецидива опухоли. Эти клетки обладают свойствами химио- и лучевой резистентности, способны к миграции и индукции опухолевого роста.

Нейроэпителиальные опухоли – группа опухолей головного мозга нейроэктодермального происхождения. Несмотря на стремительное развитие высокотехнологичных диагностических и хирургических методов лечения, инвалидизация и летальность остаются на высоком уровне. В связи с тем, что значительная часть этих опухолей являются гетерогенными по своей клеточной структуре и рецидивируют даже после выполнения полного комплекса диагностических процедур и лечебных мероприятий, то чрезвычайно актуальным является изучение клеточного состава опухоли и, в особенности, раковых стволовых клеток, которые способны к миграции, индукции роста опухоли и являются устойчивыми к лучевой и химиотерапии.

На данный момент существует две теории возникновения и прогрессирования опухолей: стохастическая и альтернативная ей – иерархическая теория канцерогенеза. Согласно стохастической теории любая клетка опухоли может стать родоначальницей новой опухоли. Однако сейчас появилось множество подтверждений в пользу альтернативной теории – иерархической, согласно которой в пределах опухоли сосуществует несколько типов клеток с разными клоногенными свойствами. Согласно ей, большинство опухолей имеют клеточную иерархию, вверху которой находятся раковые стволовые клетки (РСК), а внизу – различной степени дифференцировки опухолевые клетки. Первые шаги в направлении открытия роли РСК в канцерогенезе были сделаны Рудольфом Вирховым еще в начале 20 столетия, однако сама концепция начала развиваться с момента обнаружения раковых стволовых клеток у пациентов с острой миелоидной лейкемией. Тогда было выявлено, что единичные лейкоэмические стволовые клетки при ксенотрансплантации мышам дают начало полному спектру клеток с различными злокачественными фенотипами, наблюдаемыми при этом заболевании у человека [1]. В дальнейшем РСК были обнаружены почти во всех солидных опухолях.

Пока нет единого мнения о происхождении РСК. Известно, что они могут образовываться как из нормальных стволовых клеток вследствие мутации, так и из зрелых опухолевых клеток, что ведет к большому спектру гетерогенности начиная с ниши РСК. Подобная дифференциация клеток опухоли приводит к гетерогенности опухоли, что влечет за собой снижение восприимчивости к лечению.

РСК обладают теми же свойствами, что и нормальные стволовые клетки: способностью к самоподдержанию, асимметричному делению и образованию разнотипных клеток, адгезии, миграции, поддерживаются и стимулируются внеклеточными сигналами со стороны микроокружения и внутренней генетической программой самой стволовой клетки. РСК, как и нормальные стволовые клетки, способны к образованию нейросфер. Однако клетки нейросфер, выделенных из опухоли человека, имеют генетические

нарушения, подвержены атипичной пролиферации и дифференцировке, экспрессируют маркеры стволовых нейрональных клеток (нестин, CD133, β -тубулин, GFAP). Кроме того, число нейросфер, полученных *in vitro*, прямо коррелирует с уровнем роста опухоли и инвазии при введении клеток опухоли иммунодефицитным мышам [2].

Возможна трансформация нейрональных стволовых клеток в РСК. Этот процесс опосредован возникновением мутаций в генах p53 и PTEN, которые в норме модулируют процессы транскрипции и репарации ДНК, пролиферации и апоптоза клетки. Мутантный белок p53, в отличие от нормального, не останавливает клетки с поврежденной ДНК в фазе G1, и они начинают репликацию ДНК на поврежденной матрице. Одновременная инактивация p53 и PTEN способствует активации онкогена c-Myc, белок которого способствует увеличению пролиферативного потенциала стволовых клеток [3]. РСК индуцируют миграцию нормальных стволовых клеток в опухолевую ткань посредством секреции множества цитокинов, среди которых молекулы CH3L1, ADAM9, ADAM10, катепсины В и L1, остеопонтин, семафорин 7А и другие индукторы направленной миграции и хоуминга стволовых клеток. На стволовых клетках присутствует хемокиновый рецептор CXCR-4, а его лиганд SDF-1a экспрессируется активированными астроцитами, эндотелиальными и опухолевыми клетками. Их взаимодействие способствует миграции и проникновению стволовых клеток в область опухоли. Если же ингибировать этот рецептор, то такой миграции не наблюдается [4]. Есть данные о том, что в ткани глиомы содержится большое количество ангиогенных цитокинов, фактор роста эндотелия сосудов (VEGF), нейротрофина-3, которые также привлекают мезенхимальные стволовые клетки. Предположительно под воздействием сигналов патологически измененного матрикса и микроокружения [6] происходит трансформация нормальных стволовых клеток в РСК. Молекулярные основы тропизма стволовых клеток к опухоли еще не до конца изучены.

РСК подобны нормальным нейрональным стволовым клеткам по экспрессируемым ими клеточным маркерам: CD133, нестин, CD15, CD44 и др. CD133 (проминин-1) – трансмембранный гликопротеин, использующийся как основной маркер для идентификации и изоляции РСК из общей популяции опухолевых клеток. Известно, что CD133⁺ клеток содержится существенно больше в опухолевой ткани, нежели в нормальной, и чем выше этот уровень, тем агрессивней считается опухоль. CD133 первоначально был идентифицирован на CD34⁺ гемопоэтических стволовых клетках. Он является продуктом гена PROM1 в 4 хромосоме человека (4p15.33) и представляет собой гликопротеин из 865 аминокислот с общей молекулярной массой 120 кДа, имеет 5 трансмембранных доменов и 2 N-гликозилированные внеклеточные петли. Преимущественно он локализуется на мембранных выростах и связывается с мембранным холестерином. Предполагается, что CD133 является организатором топологии клеточной мембраны, однако его функция пока не ясна. Клеточная часть этого маркера связывается с молекулами клеточной адгезии (кадгерин-1) и актиновыми микрофиламентами, что доказывает участие данного гликопротеина в адгезии и направленном движении клеток [5,6].

Достаточно много работ посвящены изучению характеристик CD133 и клеток его носителей. При онкологических заболеваниях головного мозга наблюдаются отклонения от нормы в процессах многих сигнальных каскадов. Молекула CD133 играет ключевую роль в гиперактивации внутриклеточного сигнального пути PI3K/AKT. Ее C-терминальный цитоплазматический домен взаимодействует с регуляторной единицей p85 фосфоинозитид-3-киназы (PI3K), который в свою очередь активирует AKT (протеинкиназа) и запускает сигнальный путь, в результате которого происходит сверхэкспрессия генов антиапоптотических белков Bcl2, XIAP, Bcl-A1, сурвивина, активация циклинов и циклин-зависимых протеинкиназ Cdk (Cyclin dependent kinase), белков множественной лекарственной устойчивости (MDR) [7].

Популяция CD133⁺ клеток присутствуют во многих нейроэпителиальных опухолях: в глиобластоме, медуллобластоме, эпендимоме, олигодендроглиоме и т.д. Наибольшее содержание CD133⁺ клеток отмечается в пронеурональной и мезенхимальной группах глиобластом. Наблюдается прямая корреляция между уровнем злокачественности опухоли и количеством содержащихся в ней РСК. Например, в низкокзлокачественной опухоли число CD133⁺ клеток всего 1-2% от общего числа клеток, а в глиобластоме (Gr IV) – более 40%. Содержание двух маркеров (CD133 и нестина) указывает на неблагоприятный прогноз [8, 9, 10].

CD44 (HSCAM) считается вторым по значимости маркером РСК, он представляет собой трансмембранный гликопротеин и является рецептором для гиалуроновой кислоты, остеопонтинина. В здоровой ткани головного мозга наблюдается либо отсутствие экспрессии CD44, либо его малые количества преимущественно на астроцитах. Как в нормальной стволовой клетке, так и в опухолевой CD44 выполняет ряд функций, связанных с миграцией клетки (в частности с инвазией и метастазированием), взаимодействием с внеклеточным матриксом и окружающими клетками. В РСК CD44 выступает в роли сигнальной молекулы и способствует развитию химио- и радиорезистентности [11]. CD44 ассоциирован с наиболее агрессивной формой рака. Моноклональные антитела к CD44 ингибируют миграционную способность клеток глиобластомы, но не влияют на их жизнедеятельность и пролиферативную активность [12].

CD15 (SSEA1 или LeX) – белок клеточной поверхности, маркер стволовых клеток в опухолях негативных по CD133. Помимо РСК, этот опухолеассоциированный антиген представлен на нейронах взрослого мозга, на прогениторных и эмбриональных клетках при развитии нервной системы. Лисянский Н.И. и соавт. [8] определили, что содержание стволовых CD133⁺ и CD15⁺ клеток при глиомах повышается в 2,0-2,5 раза при увеличении степени анаплазии опухоли. CD15⁺ клетки выделяются также из астроцитомы и эпендимомы [13, 14].

РСК характеризуются высокой устойчивостью к химиотерапии. У клеток крысиной глиомы линии С6 с гиперэкспрессией CD133 фактически невозможно спровоцировать апоптоз, что объясняется повышенной экспрессией белков ABC-транспортеров (АТР Binding Cassette (ABC) transporters, АТФ-зависимые транспортеры) [15]. Данная группа объединяет трансмембранные белки, использующие энергию гидролиза аденозинтрифосфата (АТФ) для транспортировки лекарственных препаратов за пределы клетки. А также CD133⁺ клетки имеют высокий уровень экспрессии фермента альдегиддегидрогеназы (ALDH), который катализирует окисление токсичных альдегидов до карбоновых кислот, способствует инактивации химиотерапевтических препаратов, и внутриклеточного ингибитора каспазы-8 (FLIP), который блокирует передачу сигнала апоптоза через рецепторы смерти [16, 17].

РСК CD133⁺ клетки проявляют большую резистентность к лучевой терапии. В РСК ионизирующее излучение вызывает нарушения в структуре ДНК (двухцепочечные разрывы). Эти клетки сохраняют жизнеспособность за счет процессов репарации и, в результате, даже увеличивают свою численность. В РСК репарация поврежденной ДНК происходит методом гомологической рекомбинации [18]. CD133⁺ клетки продуцируют фермент Об-метилгуанин-ДНК-метилтрансферазу (MGMT), который в сочетании с другими ферментами позволяет клетке с поврежденным геномом пройти контрольные точки клеточного цикла [19]. В ответ на радиационное воздействие в опухоли и происходит активация сигнального пути MAPK/PI3K, который отвечает за уход от апоптоза.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод о важности разработки новых методов лечения нейроэпителиальных опухолей головного мозга. Традиционные методы (хирургическое лечение, лучевая и химиотерапии) направлены на уничтожение большинства неопластических клеток, при этом часть РСК остаются в организме и

обеспечивают в довольно короткие сроки репопуляцию опухолевых клеток, что обуславливает низкую продолжительность жизни пациентов с нейроэпителиальными опухолями и высокой вероятностью скорого рецидивирования. Потому на сегодняшний день актуальной задачей является изучение гетерогенности опухоли и разработка методов уничтожения различных типов опухолевых клеток, для достижения полной элиминации их из ткани головного мозга.

Литература

1. Роль опухолевых стволовых клеток в развитии глиом головного мозга / В.А. Бывальцев, И.А. Степанов, Е.Г. Белых, А.И. Яруллина // Сибирское медицинское обозрение. – 2015. – Т. 6. – С. 5-14.
2. Prognostic Value of Glioma Cancer Stem Cell Isolation in Survival of Primary Glioblastoma Patients / Byung Ho Kong, Ju HyungMoon, Yong-Min Huh [et al.] // J. Stem Cells International. – 2014. – Vol.3. – P. 1-6.
3. A CD133-related gene expression signature identifies an aggressive glioblastoma subtype with excessive mutations / Xiaowei Yan, Li Ma, Danielle Yi, Jae-geun Yoon [et al.] // PNAS – 2011. – Vol. 108, № 4. – P. 1591–1596.
4. Glioma Stem Cells and Their Microenvironments: Providers of Challenging Therapeutic Targets / Elena Codrici, Ana-Maria Enciu, Ionela-Daniela Popescu, Simona Mihai, Cristiana Tanase // J. Stem Cells International. – 2016. – P. 1-20.
5. CD133: a stem cell biomarker and beyond / Zhong Li. // Experimental Hematology & Oncology. – 2013. – Vol.2 – P. 17.
6. CD133 is a marker of bioenergetic stress in human glioma / Griguer C.E., Oliva C.R., Gobin E., Marcorelles P., Benos D.J., Lancaster J.R. Jr, Gillespie G.Y. // PLoS One. – 2008. – Vol. 3(11). – P. 1-11.
7. Activation of PI3K/Akt pathway by CD133-p85 interaction promotes tumorigenic capacity of glioma stem cells / Wei Y, Jiang Y, Zou F, Liu Y, Wang S, Xu N [et al.] // Proc Natl Acad Sci USA. – 2013. – Vol. 110(17). – P. 6829-6834.
8. Содержание CD133+ и CD15+ стволовых неопластических клеток в опухолях и лимфоцитов в периферической крови больных с глиомами различной степени анаплазии / Н.И. Лисяный И.А. Гнедкова Л.Н. Бельская [и др.] // Онкология. – 2016. – Т. 18, № 1. – С. 44-47.
9. Glioma grade is associated with the accumulation and activity of cells bearing M2 monocyte markers / Prosniak M., Harshyne L.A., Andrews D.W. [et al.] // Clin. Cancer Res. – 2013. – Vol. 19(14). – P. 3776-3786.
10. Brain tumor stem cells: molecular characteristics and their impact on therapy / David L. Schonberg, Daniel Lubelski, Tyler E. Miller, and Jeremy N. Rich // J. Mol. Aspects Med. – 2014. – P. 82–101.
11. Osteopontin-CD44 signaling in the glioma perivascular niche enhances cancer stem cell phenotypes and promotes aggressive tumor growth / Alexander Pietras, Amanda M. Katz, Elin J. Ekström [et al.] // J. Cell Stem Cell. – 2014. – Vol. 14. – P. 357–369.
12. CD44 in human glioma correlates with histopathological grade and cell migration / Yoshida T, Matsuda Y, Naito Z, Ishiwata T. // Pathol Int. – 2012. – Vol.62(7). – P.463-470.
13. Identification of CD15 as a marker for tumor-propagating cells in a mouse model of medulloblastoma / Tracy-Ann Read, Marie P. Fogarty, Shirley L. Markant [et al.] // J. Cancer Cell. – 2009. – Vol. 15. – P. 135–147.
14. Characterization of glioma stem-like cells from human glioblastomas / Yamamuro S., Okamoto Y., Sano E. [et al.] // International Journal Oncology. – 2015. – Vol.47(1). – P. 91-96.
15. Conversion of differentiated cancer cells into cancer stem-like cells in a glioblastoma model after primary chemotherapy / B. Auffinger, A.L. Tobias, Y. Han, G. Lee, D. Guo, M. Dey, M.S. Lesniak, A.U. Ahmed // Cell Death and Differentiation. – 2014. – Vol. 21. – P. 1119–1131.
16. Accumulation of CD133-positive glioma cells after high-dose irradiation by Gamma Knife surgery plus external beam radiation. / Tamura K., Aoyagi M., Wakimoto H., Ando N., Nariai T., Yamamoto M., Ohno K. // J. Neurosurg. – 2010. – Vol. 113(2). – P. 310-318.
17. Cancer stem cells in glioblastoma – molecular signaling and therapeutic targeting / Zhi Huang, Lin Cheng, Olga A. Guryanova, Qiulian Wu, Shideng Bao // J. Protein Cell. – 2010. – Vol. 1(7). – P. 638–655.
18. Brain tumor stem cells: molecular characteristics and their impact on therapy / David L. Schonberg, Daniel Lubelski, Tyler E. Miller, and Jeremy N. Rich // J. Mol. Aspects Med. – 2014. – P. 82–101.
19. Репарация ДНК в опухолевых стволовых клетках как фактор развития устойчивости глиом к радиотерапии / Ю.С. Макушева, Г.Л. Дианов // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2015. – Т. 19(3). – С. 247-254.

ТЕХНОЛОГИЯ ДОСТАВКИ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК К РАЗЛИЧНЫМ ОТДЕЛАМ ГОЛОВНОГО МОЗГА В ПЕРЕДНЕЙ ИЛИ ЗАДНЕЙ ЧЕРЕПНЫХ ЯМКАХ

Ю.П. Стукач¹, Ю.Г. Шанько², Л.П. Пархач², С.Г. Пашкевич¹, В.А. Кульчицкий¹

¹*Институт физиологии НАН Беларуси, Академическая, 28, Минск, 220072, Беларусь*

²*РНПЦ неврологии и нейрохирургии, Ф. Скорины, 24, Минск, 220114, Беларусь*

В серии опытов на 9 крысах линии Вистар после интраназальной имплантации 40 тысяч мезенхимальных ствольных клеток в 50 мкл буферного раствора и моделирования повреждения сенсомоторной области или ретроспленальной гранулярной и агранулярной зон коры головного мозга, а также коры мозжечка показана более эффективная миграция ствольных клеток в область травмы в сенсомоторной зоне в сравнении с перемещением клеток в участки деструкции в ретроспленальной зоне или мозжечке, что отражает соматотопическую направленность интраназально имплантированных МСК в структуры передней черепной ямки.

Введение.

Инсульты и травмы головного мозга трудно поддаются терапии и сопровождаются высокой смертностью. Существующие методы лечения слабо отражаются на улучшении статистических сведений [1]. Одной из задач диагностики и терапии при данных заболеваниях является минимизация диагностических и терапевтических процедур с целью сохранения у пациентов контроля витальных функций. В связи с этим в экспериментах на лабораторных животных предпринята попытка отработать методику интраназальной аппликации мезенхимальных ствольных клеток (МСК) крысам [2] с целью реализации естественной способности МСК перемещаться вдоль нервных стволов и кровеносных сосудов в целостном организме. В работе поставлена цель в экспериментах разработать малотравматичную методику перинеуральной миграции МСК для доставки ствольных клеток вдоль волокон черепно-мозговых нервов к различным отделам головного мозга в передней или задней черепных ямках.

Методика эксперимента.

МСК получали по стандартной методике [3] из жировой ткани взрослых самок крыс ($m=270\pm 20$ г). Выделенную первичную культуру МСК культивировали в течение 7 дней в питательной среде Dulbecco's Modified Eagle's Medium с низким содержанием глюкозы (Sigma, Германия) с добавлением 10% фетальной телячьей сыворотки (ФТС) (Sigma, Германия) и 100 мкг/мл гентамицина (Sigma, Германия). Непосредственно перед имплантацией МСК окрашивали на моноклональные антитела к CD90, конъюгированных с FITC (Sigma, Германия). Из полученного клеточного материала готовили суспензию МСК с концентрацией 800 тыс. клеток в 1 мл ФБР с содержанием 10% ФТС.

Всех экспериментальных животных случайным образом разделили на три группы в зависимости от локализации области нейродеструкции ($n=9$). Группа 1 ($n=3$) – животные, которым моделировали травму сенсомоторной зоны головного мозга (2,5 мм латеральнее средней линии, 2,5 мм каудальнее брегмы и на 2,5 мм в глубину от поверхности мозга). Группа 2 ($n=3$) – животные, которым проводили разрушение участка коры мозжечка (2,5 мм латеральнее средней линии, 10,5 мм каудальнее брегмы и на 5,0 мм в глубину от поверхности мозга). Группа 3 ($n=3$) – животные, которым создавали очаг нейродеструкции в ретроспленальной гранулярной и агранулярной (RSA/RSG) области (1,5 мм латеральнее средней линии, 7,0 мм каудальнее брегмы и на 2,5 мм в глубину от поверхности мозга).

Операции по разрушению участков головного мозга проводили на крысах ($m=230\pm 10$ г) под кетамин-ксилазин-ацепромазиновым наркозом. Животных фиксировали в стереотаксисе. После разреза мягких тканей теменной области справа с помощью бор-машины создавали отверстие, через которое с помощью микропипетки осуществляли экспирацию $2,5\text{ мм}^3$ ткани мозга. Всем крысам через 10 мин после моделирования

локальной деструкции в подслизистое пространство носа вводили 40 тыс. клеток в 50 мкл фосфатного буфера [3].

Для микроскопического исследования горизонтальные срезы мозга получали на криостате Microm HM525 (Microm International GmbH, Germany) через 24 часа после имплантации МСК. Толщина образцов 8 мкм. Участки мозга выделяли через каждые 200 мкм, начиная от основания мозга. Препараты исследовали на флуоресцентном микроскопе (Zeiss AxioVert 200M inverted research) при длине волны возбуждения 495 нм и длине волны испускания 519 нм.

Результаты и их обсуждение.

При микроскопическом исследовании препаратов ткани мозга крыс из группы 1 через 24 часа после интраназальной имплантации суспензии МСК (рис. 1) наблюдали распределение флуоресцирующих клеток как в области обонятельных луковиц (35 ± 1 клетки на $0,1 \text{ мм}^2$), так и в области разрушенного участка сенсомоторной зоны (21 ± 7 клеток на $0,1 \text{ мм}^2$). Высокое значение ошибки среднего количества флуоресцирующих клеток в области нейродеструкции обусловлено неравномерным распределением МСК в процессе перемещения в головном мозге от вентральных его отделов до дорсальной поверхности, в области которой расположена зона нейродеструкции, что сопровождается снижением плотности клеток в участках, расположенных вблизи поверхности головного мозга (8 клеток на глубине 1,8 мм от поверхности мозга, 32 клетки на глубине 2,5 мм от поверхности мозга). Важным фактом является то что после интраназального введения МСК группируются в основном вдоль релейных структур обонятельного анализатора. При этом как в задней, так и в передней черепной ямке вне этих структур зарегистрированы лишь единичные флуоресцирующие клетки, не более 2 клеток на $0,1 \text{ мм}^2$.

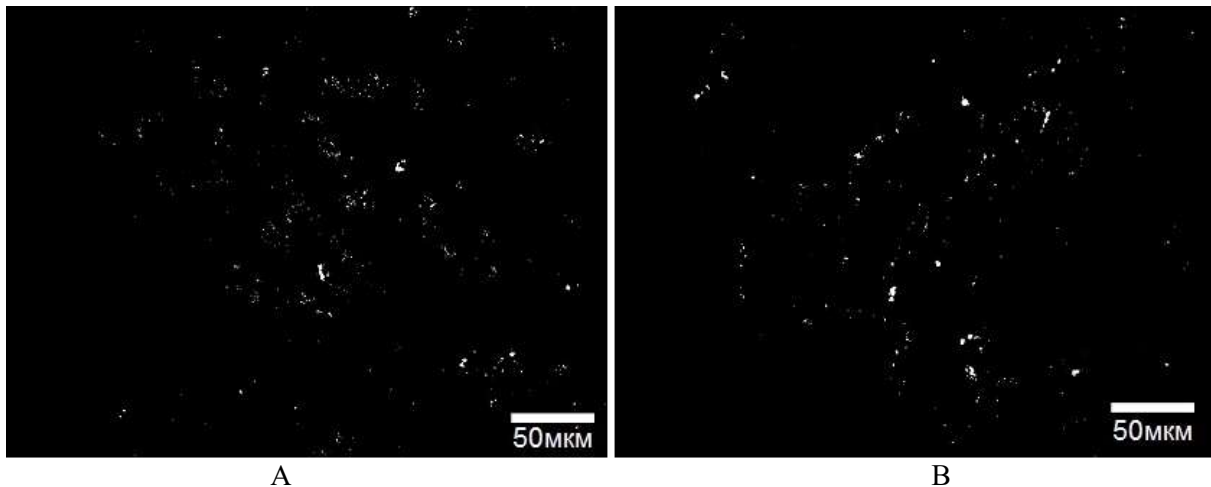


Рисунок 1 – Флуоресценция (CD90) в области обонятельных луковиц (А) и в области травмы сенсомоторной зоны (В) через 24 часа после интраназальной имплантации.

Для выявления возможности периневральной миграции стволовых клеток из подслизистой области полости носа в структуры задней черепной ямки провели микроскопическое исследование срезов мозга крыс из группы 2. Через 24 часа после имплантации флуоресцирующие клетки (26 ± 4 на $0,1 \text{ мм}^2$) наблюдаются в области обонятельных луковиц (рисунок 2А). Светящиеся клетки (16 ± 1 на $0,1 \text{ мм}^2$) зафиксированы в области каудальных ядер ствола головного мозга (рисунок 2В), где расположены ядра тройничных нервов. В области локального повреждения коры мозжечка через 24 часа после интраназальной имплантации МСК наблюдали не более 6 клеток в поле зрения площадью $0,1 \text{ мм}^2$. В других отделах мозга крыс наличие флуоресцирующих клеток не выявлено.

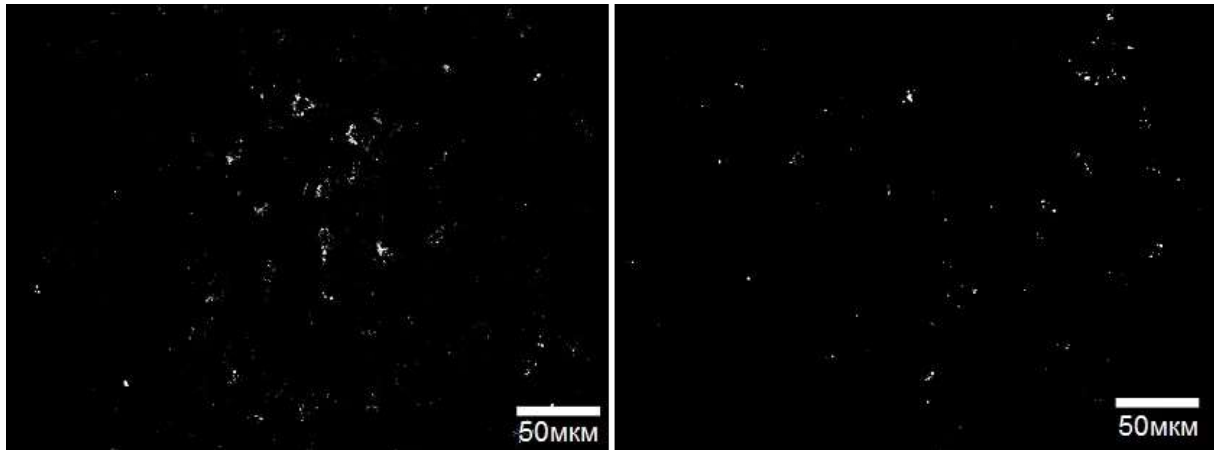


Рисунок 2 – Флуоресценция (CD90) в области обонятельных луковиц (А) и каудальных ядер ствола головного мозга (В) через 24 часа после имплантации.

Наличие флуоресцирующих МСК в области каудальных ядер ствола головного мозга говорит о реальности периневральной миграции клеток имплантированных в подслизистое пространство носа вдоль тройничного нерва, терминалы которого расположены в полости носа. Однако, при сравнении количества флуоресцирующих клеток в области обонятельных луковиц и в области каудальных ядер ствола головного мозга через 24 часа после интраназальной имплантации МСК можно заключить, что основная масса введенных клеток перемещается вдоль нервных стволов обонятельных нервов. Таким образом, на основании полученных данных можно заключить, что эффективность применения интраназальной имплантации МСК в случае повреждений, локализованных в задней черепной ямке, значительно ниже, чем в случае травмы в области передней черепной ямки.

На следующем этапе работы планировали изучение эффективности периневрального перемещения МСК из подслизистого пространства носа крыс в область нейродеструкции, локализованной на границе между областями передней и задней черепных ямок. Для этого моделировали локальное повреждение RSA/RSG зоны (экспирация 2,5 мм³ ткани мозга), которая относится к структурам обонятельного мозга и расположена в каудальной области передней черепной ямки. На рисунке 3 представлено распределение флуоресцирующих МСК через 24 часа после интраназальной имплантации животным из группы 3.

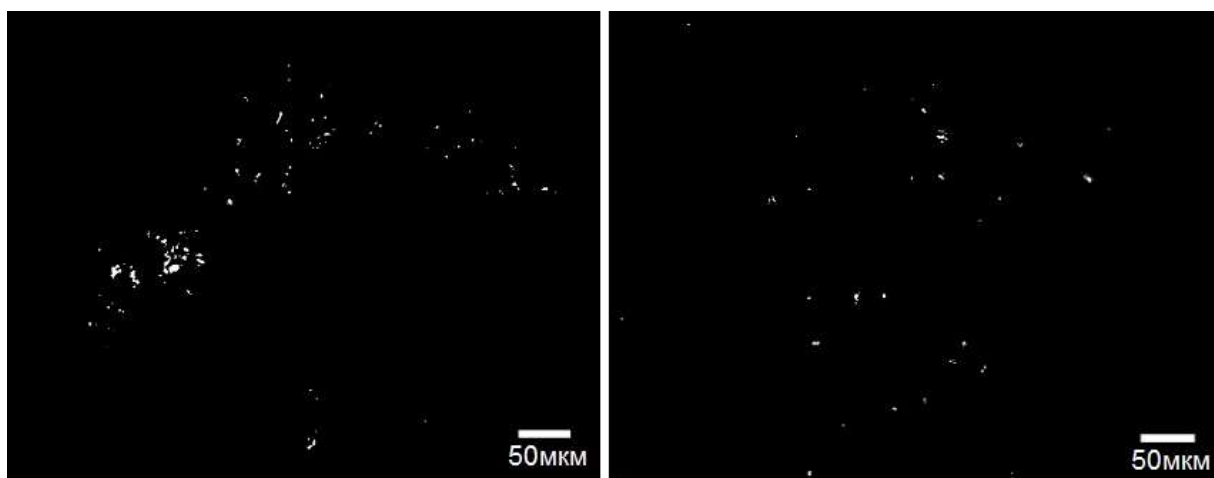


Рисунок 3 – Флуоресценция (CD90) в области обонятельных луковиц (А) и в области травмы RSA/RSG зоны (В) через 24 часа после имплантации.

Через 24 часа после интраназального введения МСК наблюдали распределение имплантированных стволовых клеток в структурах обонятельных луковиц (31 ± 3 клеток на $0,1 \text{ мм}^2$) и участках деструкции RSA/RSG зоны (15 ± 2 клеток на $0,1 \text{ мм}^2$). При этом количество МСК в области травмы RSA/RSG зоны было ниже, чем в случае локализации повреждения в сенсомоторной зоне головного мозга, но выше по сравнению с числом флуоресцирующих клеток в очаге деструкции коры мозжечка.

Заключение.

Мезенхимальные стволовые клетки после имплантации в подслизистую область полости носа крыс перемещаются вдоль волокон *n. olfactorius* в центральные структуры обонятельного анализатора и распределяются в области разрушения сенсомоторной зоны или RSA/RSG зоны головного мозга. При этом в деструктивном участке прецентральной извилины наблюдали большую плотность флуоресцирующих клеток, чем в области повреждения ретроспленальной гранулярной или агранулярной зон коры головного мозга и тем более в зоне травмы коры мозжечка. Следовательно, полученные данные отражают закономерность распределения МСК после имплантации в периферические отделы обонятельного анализатора в тех участках головного мозга, которые расположены вблизи центральных отделов этого анализатора (соматотопический принцип).

Литература

1. Flanagan S.R. Invited Commentary on “Centers for Disease Control and Prevention Report to Congress: Traumatic Brain Injury in the United States: Epidemiology and Rehabilitation” // Arch. Phys. Med. Rehabil. 2015. Vol. 96. P. 1753–1755.
2. Huang S., Xu L., Sun Y., Lin S., Gu W., Liu Y., Zhang J., Chen L., Li G. Systemic Administration of Allogeneic Mesenchymal Stem Cells Does Not Halt Osteoporotic Bone Loss in Ovariectomized Rats. // PLoS One. 2016. Vol. 11, No 10. P. e0163131. doi: 10.1371/journal.pone.0163131.
3. Donega V., Nijboer C.H., van Velthoven C.T., Youssef S.A., de Bruin A., van Bel F., Kavelaars A., Heijnen C.J. Assessment of long-term safety and efficacy of intranasal mesenchymal stem cell treatment for neonatal brain injury in the mouse. // *Pediatr. Res.* 2015. Vol. 78, No 5. P. 520-526. doi: 10.1038/pr.2015.145.

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ В УЛЬТРАФИОЛЕТОВОМ ДИАПАЗОНЕ СПЕКТРА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В.А. Длугунович¹, Е.В. Луценко¹, С.В. Никоненко¹, О.Б. Тарасова²

¹*Государственное научное учреждение «Институт физики имени Б.И. Степанова Национальной академии наук Беларуси» 220072 г. Минск, пр. Независимости, 68.*

²*Республиканское унитарное предприятие «Белорусский государственный институт метрологии», 220053, Беларусь, Минск, Старовиленский тр., 93*

В работе рассматриваются проблемы обеспечения единства измерений радиационных характеристик излучения в ультрафиолетовом диапазоне спектра. Описано современное состояние метрологического обеспечения измерений в Республике Беларусь в ультрафиолетовом диапазоне спектра и перспективы его развития.

Введение.

Ультрафиолетовое (УФ) излучение является высоко биологически активным. Инактивация, денатурация и коагуляция белков; фотолиз, фотооксидация, фотосинтез; фотоизомеризация, эритема, терморегуляция и другие механизмы воздействия на живые организмы, обусловленные УФ излучением, оказывает существенное влияние на процессы, протекающие в живом организме, и, соответственно, на функциональное состояние конкретного живого организма как в целом, так и на состояние его отдельных органов и систем. В медицинской практике широко используются лечебные свойства УФ излучения:

противовоспалительное, бактерицидное, болеутоляющее, эпителизирующее и регенерирующее, стимулирующее реакции иммунитета, десенсибилизирующее и регулирующее витаминный «Д», «С» баланс и обменные процессы. Источники УФ излучения эффективно используются в терапии различных воспалительных процессов, кожных заболеваний, ожогов и отморожений, трофических язв и рахита, заболеваний опорно-двигательного аппарата, инфекционных, стоматологических заболеваний и невралгии, для повышения стойкости и выносливости организма и др. В последние годы наблюдается интенсивный рост применения в различных системах обеззараживания в пищевой промышленности. Вместе с тем воздействие УФ излучения на человека может быть крайне опасным, вызывать повреждение ДНК и раковые заболевания, подавлять иммунитет. При этом относительные отличия в уровне мощности, длительности и спектральном распределении мощности УФ излучения при полезном и отрицательном, а часто и фатальном воздействии УФ излучения, могут не превышать единиц процентов [1, 2]. Поэтому крайне важна точность определения оптических характеристик УФ излучения, особенно при решении вопросов обеспечения безопасности работ, связанных с его использованием. Кроме того, существенной проблемой является деградация оптических характеристик излучения всех используемых типов источников УФ излучения, что обуславливает необходимость их периодического контроля. Таким образом, эффективность, качество и безопасность работ, выполняемых с использованием УФ излучения, в значительной мере определяется качеством их метрологического обеспечения.

Проблемы обеспечения единства измерений оптических величин в УФ диапазоне спектра.

Совершенствование эталонной, измерительной и методической базы для УФ диапазона спектра является одной из наиболее актуальных задач для оптической радиометрии, так как в обеспечении единства измерений в этой области имеется ряд существенных проблем.

Во-первых, актуальной является проблема передачи размеров единиц в диапазонах УФ излучения, нормированных Международной комиссией по освещению (CIE) как: CIE A (от 400 до 315 нм), CIE B (от 315 до 285 нм) и CIE C (от 285 до 200 нм), от национальных эталонов единиц спектрорадиометрических и радиометрических величин (спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ), спектральной плотности энергетической освещенности (СПЭО) и спектральной плотности силы излучения (СПСИ); энергетической яркости и освещенности, силы излучения) до рабочих средств измерений. Так, на уровне национальных эталонов в ведущих национальных метрологических центрах (НМЦ) РТВ (Германия), NPL (Великобритания), NIST (США), ВНИИОФИ (Россия) воспроизводимость спектрорадиометрических шкал единиц СПЭО и СПЭЯ в спектральном диапазоне от 200 до 400 нм обеспечивается с достаточно высокой точностью, суммарная стандартная относительная неопределенность воспроизведения размера единиц составляет порядка 1 %. На уровне вторичных эталонов суммарная стандартная относительная неопределенность калибровки по СПЭО, создаваемой, например кварцево-галогенной лампой, возрастает и составляет от 1,7 % на длине волны 400 нм до 3,5 % на длине волны 250 нм. А для рабочих средства измерений неопределенность калибровки ухудшается до 5,0 % и до 10,0 % на длинах волн 400 и 250 нм соответственно. Снижение точности передачи размера единиц связано с тем, что в первичных эталонах используются: либо абсолютный криогенный радиометр и УФ лазеры; либо синхротронное излучения или излучение модели высокотемпературного черного тела, а в качестве вторичных эталонов в основном используются лампы: дейтериевые, кварцево-галогенные, ртутные и ксеноновые. Для обеспечения высокой точности измерений на уровне вторичных эталонов и эталонов более низкого ранга для УФ излучения диапазонов CIE A, B, C необходимы стандартизованные эталонные (референсные) источники излучения, обеспечивающие относительно

равномерное, высокостабильное и равномерное спектральное распределение мощности излучения во всем спектральном диапазоне и имеющие достаточно высокую мощность излучения, которые в настоящее время отсутствуют.

Во-вторых, отсутствуют общепризнанные рекомендации по унификации эксплуатационных характеристик применяемых в обычной метрологической практике, эталонных (референсных) источников излучения: дейтериевых, кварцево-галогенных, ксеноновых и ртутных ламп. Для каждого из этих типов ламп свойственны свои недостатки и преимущества. Так дейтериевые лампы имеют относительно высокую стабильность излучения (не хуже 0,5 % за 8 ч работы) и относительно «гладкое» спектральное распределение мощности излучения в УФ диапазоне. К их основным недостаткам следует отнести: малый межкалибровочный интервал (не более 50 ч), небольшое время жизни (до 1000 ч) и низкий уровень создаваемой СПЭО (не более $1 \cdot 10^8$ Вт·м⁻³). В отличие от дейтериевых, ксеноновые лампы обеспечивают уровень освещенности как минимум на порядок выше, но имеют невысокую стабильность (не лучше 3 %) и неравномерное спектральное распределение излучения. Кварцево-галогенные лампы имеют высокую стабильность излучения и относительно «гладкое» спектральное распределение мощности излучения (в диапазоне от 250 до 400 нм), но уровень СПЭО не превышает обычно 10^5 Вт·м⁻³ и 10^7 Вт·м⁻³ на длинах волн 250 и 400 нм соответственно. Излучение ртутных ламп характеризуется наличием нескольких узких спектральных линий в УФ диапазоне спектра и нестабильностью излучения. Поэтому измерения с их использованием можно проводить фактически только на определенных длинах волн. Кроме того, общим недостатком при использовании в калибровочных процедурах ламп является то, что при калибровке в диапазонах СИЕ А, В и С необходимо использовать приемник с постоянной спектральной чувствительностью в пределах этих диапазонов и нулевой вне их, что весьма проблематично из-за отсутствия качественных фильтров для УФ области спектра.

В-третьих, на точность результатов измерения оптических характеристик УФ излучения, большое влияние оказывает отличие спектральных распределений мощности излучения испытуемого и эталонного (референсного) источников излучения. Результаты исследований этого спектрального фактора в NIST [3] показали, что при калибровке двух одинаковых УФ радиометров с помощью эталонных (референсных) источников излучения разных типов (дейтериевой, кварцево-галогенной, ксеноновой и ртутной лампам) их показания отличаются от 2,7 до 61,7 %. В случае разных измерительных приборов, прокалиброванных по разным источникам излучения, отличия могут составлять сотни процентов (более 350 %).

В-четвертых, в последнее время появились компактные долговечные твердотельные источники излучения – УФ лазерные диоды (ЛД) и светодиоды (СИД), которые характеризуются более высокими уровнями мощности излучения (более $1 \cdot 10^9$ Вт·м⁻³) и высокой стабильностью излучения. Это позволяет прогнозировать замену уже в ближайшие 5 лет во многих медицинских приложениях традиционных ламповых источников на ЛД и СИД.

Таким образом, используемые ламповые источники УФ излучения не обеспечивают необходимый уровень точности при проведении калибровочных работ средств измерений и источников излучения в УФ диапазонах спектра СИЕ А, В и С и для повышения точности метрологических работ требуется создание новых типов эталонных (референсных) источников излучения. Для решения этой проблемы в СИЕ в 2016 г. создан новый технический комитет ТК 2-87, основной целью которого является подготовка рекомендаций по методам характеристики и калибровке широкополосных УФ радиометров в спектральных диапазонах СИЕ А и В для промышленных применений. Основным способом реализации этой цели станет стандартизация требований к референсному

твердотельному источнику излучения и стандартизация процедуры его применения при калибровке радиометров [4].

Состояние метрологического обеспечения измерений радиационных характеристик излучения в УФ диапазоне спектра в Республике Беларусь.

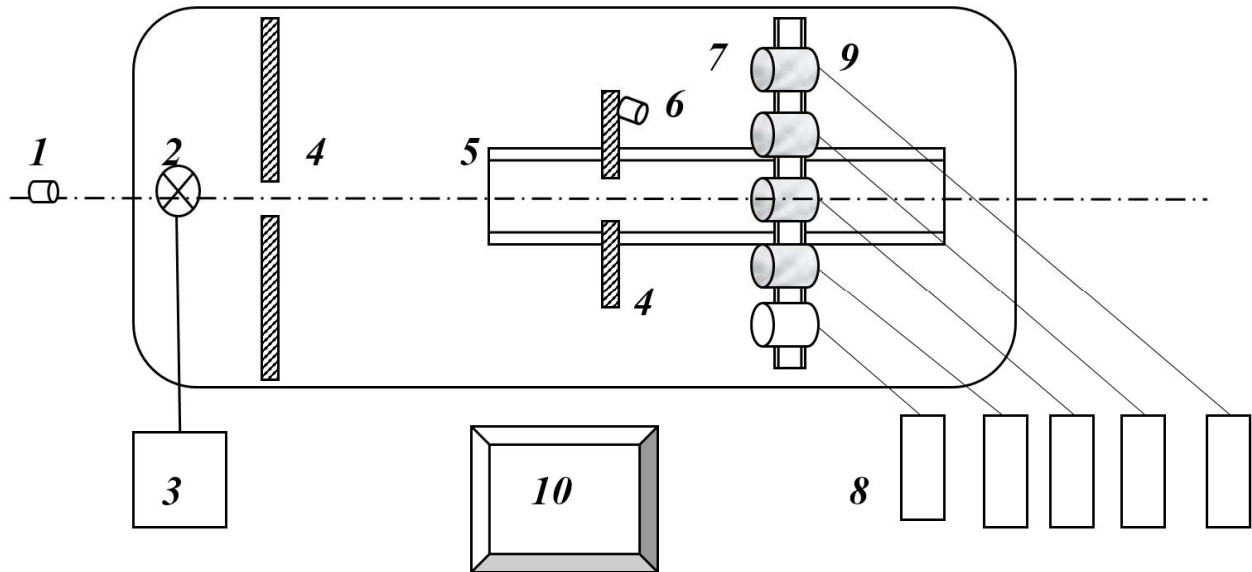
Система обеспечения единства измерений спектрорадиометрических и радиометрических характеристик излучения в УФ диапазоне спектра в Беларуси носит фрагментарный характер и фактически не соответствует современному уровню развития техники и применяемым технологиям в медицине и санитарии. В Беларуси только в Белорусском государственном институте метрологии (БелГИМ) и в Институте физики НАН Беларуси имеются метрологические установки, на которых можно проводить аттестацию приборов и источников излучения, работающих в УФ диапазоне спектра.

Установка для поверки радиометров УПР в БелГИМ предназначена для поверки радиометров, работающих в УФ диапазонах СИЕ А, В и С, а также в видимом (от 360 до 780 нм) и инфракрасном (ИК) (от 800 до 20000 нм) диапазонах спектра. Структурная схема установки приведена на рисунке 1.

Установка УПР функционирует следующим образом. В начале устанавливается источник излучения 2 (для УФ диапазона это дейтериевая лампа) (рисунок 1). Затем на соответствующие держатели, размещенные на платформе перемещения 7, устанавливаются эталонный и испытуемый приемники оптического излучения. После чего приемники излучения юстируются с помощью целеуказателя 1. Необходимое расстояние между источником и приемниками излучения устанавливается посредством смещения платформы перемещения 5. Измерения проводятся с использованием метода замещения.

Установка УПР позволяет обеспечить поверку радиометров в УФ диапазоне СИЕ А от 10 до 20000 мВт/м², в УФ диапазоне СИЕ В и С от 1 до 200 мВт/м², в видимом диапазоне от 1 до 206 Вт/м² и ИК диапазоне от 1 до 206 Вт/м². Погрешность измерений в УФ диапазоне СИЕ А, в видимом и ИК диапазонах не хуже $\pm 12\%$. Погрешность измерений в УФ диапазонах СИЕ В и С не хуже $\pm 20\%$. Диапазон продольного смещения приемников излучения – 340 мм, а поперечного смещения – 200 мм.

В центре испытаний лазерной техники Института физики НАН Беларуси, аккредитованного как калибровочная и испытательная лаборатория, был разработан и создан комплекс «Лямбда УФ» для измерений оптических характеристик твердотельных источников излучения в спектральном диапазоне от 250 до 900 нм. Подробно работа комплекса «Лямбда УФ» описана в [5], поэтому здесь приведем только его основные технические и метрологические характеристики: диапазон измерений силы света и усредненной силы света от 0,01 до 60 кд, относительная расширенная неопределенность измерений не более 2,0 %; диапазон воспроизведения угла поворота поворотных площадок в горизонтальной плоскости $\pm 110^\circ$ и в вертикальной плоскости 360° ; диапазон измерений мощности лазерного излучения (ЛИ) в спектральном диапазоне от 250 до 900 нм от $3 \cdot 10^{-7}$ Вт до 10^{-1} Вт, относительная расширенная неопределенность измерений мощности ЛИ не более 2,0 %; относительная расширенная неопределенность измерений пространственного распределения силы света не более 1,04 %; относительная расширенная неопределенность измерений пространственного распределения плотности мощности ЛИ в диапазоне от 300 нВт до 300 мВт не более 9,2 %; относительная расширенная неопределенность измерений СПЭО, создаваемой СИД в диапазоне от 10^2 до 10^{10} Вт·м³ в спектральном диапазоне от 250 до 400 нм, не более 5,4 %, в диапазоне от 400 до 500 нм – не более 8,0 % и в диапазоне от 500 до 900 нм – не более 5,6 %; относительная расширенная неопределенность измерений СПЭЯ излучения СИД в спектральном диапазоне от 250 до 500 нм в диапазоне от 10^2 до 10^{12} Вт·м³·ср⁻¹ не более 7,0 %.



1 – лазерный целеуказатель; 2 – источник излучения; 3 – блок питания источника излучения; 4 – диафрагмы; 5 – передвижная автоматизированная платформа 8MT295-340-2,5; 6 – видеочкамера; 7 – передвижная автоматизированная платформа 8MT175; 8 – эталонные приемники оптического излучения в держателе; 9 – испытуемый приемник оптического излучения; 10 – персональный компьютер
Рисунок 1 – Структурная схема установки УПР

Имеющиеся возможности аттестации техники, работающей в УФ диапазоне спектра, недостаточно, поэтому многие производители спектральной и оптической техники (БелОМО, ОАО Пеленг, ПО «Горизонт», Рогачевский завод «Диалпроектор», ЗАО «Солар ЛС» и др.) вынуждены обращаться за пределы страны за соответствующими метрологическими услугами и в первую очередь во ВНИИОФИ (Россия).

Развитие национальной эталонной и испытательной базы метрологического обеспечения измерений в УФ диапазоне спектра.

Для обеспечения единства измерений и соответствующего метрологического обеспечения техники и измерений в УФ диапазоне спектра необходимо создание национальной эталонной базы. Такие работы в Беларуси начаты и ведутся по заданию «Создать национальный эталон единиц спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности энергетической освещенности и силы излучения в диапазоне длин волн от 0,2 до 3,0 мкм» в рамках подпрограммы «Эталон Беларуси» государственной научно-технической программы «Эталон и научные приборы» на 2016-2020 гг. Планируется, что эталон обеспечит воспроизведение размеров единиц СПЭЯ, СПЭО и силы излучения в спектральном диапазоне длин волн от 0,2 до 2,5 мкм в диапазонах: спектральной плотности энергетической яркости от $1 \cdot 10^7$ до $1 \cdot 10^{12}$ Вт·ср⁻¹·м⁻³; спектральной плотности энергетической освещенности от $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^{10}$ Вт·м⁻³ и силы излучения от 3,5 до $1 \cdot 10^2$ Вт·ср⁻¹. Эталон будет основан на модели черного тела ВВ3500М с регулируемой температурой от 1500 К до 3200 К. Эффективность от внедрения эталона будет обусловлена: объединением эталонных средств и соответствующих поверочных схем в единый радиометрический эталон с оптимизацией количества звеньев поверочной схемы, а также созданием системы метрологического обеспечения измерений основных радиометрических и спектрометрических характеристик как источников, так и приемников оптического излучения, в том числе и в УФ диапазоне спектра.

С целью совершенствования испытательной базы источников УФ излучения с 2016 г. начаты работы по заданию «Разработать и изготовить установку для испытания источников ультрафиолетового излучения («УФ Источник»)» подпрограммы «Уникальное научное оборудование» ГНТП «Эталоны и научные приборы». Установка будет создана на базе референсных твердотельных источников излучения (СИД и ЛД), созданных с использованием полученных ранее патентов [6, 7], и ламповых источников излучения в УФ области спектра в диапазонах СИЕ А, В и С. Планируется, что установка будет обеспечивать измерение СПЭО в УФ диапазонах СИЕ А, В и С в диапазоне измерений СПЭО от $1 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^8$ Вт·м⁻³ с относительной стандартной неопределенностью измерений СПЭО не более 4,5 %. Эффективность от внедрения установки будет обусловлена совершенствованием системы метрологического обеспечения и повышением точности измерений СПЭО и энергетической освещенности, создаваемых УФ источниками излучения в спектральных диапазонах СИЕ А, В и С.

Заключение.

Таким образом, при измерениях оптических характеристик излучения в УФ диапазоне спектра существует ряд проблем, обусловленных, главным образом, отсутствием стандартизованных эталонных (референсных) источников излучения, обеспечивающих высокостабильное и относительно равномерное спектральное распределение мощности излучения во всем спектральном диапазоне и имеющих достаточно высокую мощность излучения. В Беларуси система обеспечения единства измерений спектрорадиометрических и радиометрических характеристик излучения в УФ диапазоне спектра носит фрагментарный характер и фактически не соответствует современному уровню развития техники и технологиям, применяемым в медицине и санитарии. Для решения этих проблем и соответственно повышения качества метрологического обеспечения измерений в УФ диапазоне спектра в Беларуси создается Национальный эталон единиц спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности энергетической освещенности и силы излучения в диапазоне длин волн от 0,2 до 3,0 мкм и установка для испытаний источников ультрафиолетового излучения в диапазонах СИЕ А, В и С.

Литература

1. Бадтисев А.К. Влияние ультрафиолетового излучения средневолнового диапазона на эмбриональное развитие амфибий / Автореферат диссертации. М. – 2009 – 23 с.
2. Потапенко, А.Я. Ультрафиолетовое излучение Солнца и здоровье человека. / А.Я. Потапенко // Соросовский образовательный журнал, – 2004. – № 3. – С. 1 – 9.
3. Eppeldauer, G.P. Standardization of broad-band UV measurements for 365 nm LED sources / G.P. Eppeldauer/ J. Res. NIST, – 2012. – Vol. 117. – №1. – P. 96 – 103.
4. Eppeldauer, G.P. Broadband Radiometric LED Measurements / G.P. Eppeldauer [et al] // Proc. of SPIE, – 2016. – Vol. 9954. – P. 99540J-01 – 99540J-15.
5. Nikanenka S.V. A practical method for determination of averaged spectral radiance of UV LED / S.V. Nikanenka et al. // 28th Session of the CIE: Proc. 28th Session of the CIE, Manchester, United Kingdom, June 28 – July 4, 2015. CIE 216:2015. Vol. 1. Part 1. P. 1396 – 1400.
6. Эталонный монохромный светодиод: пат. 8354 Республика Беларусь: МПК G 01 J1/00 / Данильчик А. В., Луценко Е.В., Никоненко С.В.; заявитель и патентообладатель Гос. науч. учреж. «Ин-т физики Национальной академии наук Беларуси». – № u20111007; заявл. 09.12.2011; опубл.30.06.12., Бюл. № 3 – с. 258.
7. Эталонный источник излучения на основе белого светодиода: пат. 115890 Российская Федерация: МПК G 01 J1/00 / Данильчик А. В., Луценко Е.В., Никоненко С.В.; заявитель и патентообладатель Гос. науч. учреж. «Ин-т физики Национальной академии наук Беларуси». – № 201202529/28; заявл. 25.01.2012; опубл.10.05.12., Бюл. № 13 – с. 263.

НЕИНВАЗИВНЫЕ МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ДИАГНОСТИКИ САХАРНОГО ДИАБЕТА

Н.И. Силков¹, М.М. Борисик¹, И.М. Король²

¹*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники*

П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь

²*Белорусская медицинская академия последипломного образования*

П. Бровки, 3, корп.3, Минск, 220013, Беларусь

Приведен обзор состояния разработок приборов для неинвазивной диагностики сахарного диабета. Основное внимание уделено приборам, использующим физиологические и недлительные по времени способы оценки значения уровня гемоглобина в крови пациента.

Введение.

Неинвазивный анализ предполагает использование аппаратных методов для определения содержания сахара в крови пациента. При этом идея разработки прибора неинвазивной оценки должна быть реализована таким образом, чтобы исключить травматичную для пациента процедуру травмирования пальцев. Отдельными требованиями к прибору неинвазивной диагностики должны быть надежность, невысокая стоимость и несложность в практическом применении [1].

Методы неинвазивного измерения глюкозы крови.

В обширном арсенале современных методов лабораторной и функциональной диагностики, основанных на оценке морфологических, функциональных, биохимических и генетических параметров организма, неинвазивные методы занимают пока еще довольно скромное место.

Между тем, в медицине будущего роль неинвазивной диагностики будет неуклонно возрастать. Определяется это следующими основными моментами. Неинвазивные методы:

1. исключают внесение во внутреннюю среду организма болезнетворных вирусов и бактерий, чужеродных веществ (ксенобиотиков);
2. позволяют исключить лучевую нагрузку на организм, например, при проведении рентгенологических, радиоизотопных и ультразвуковых методов исследования;
3. освобождают пациента от комплекса болевых и неприятных ощущений;

Метод анализа, применяемый в обычном инвазивном глюкометре, по сути является химическим. Его главное звено - тест-полоска (стикер) с нанесенным на нее реактивом, который изменяет свой цвет или иные характеристики при контакте с кровью. С помощью глюкометра измеряется слабый ток, возникающий в процессе этой реакции (электрохимический метод, реализованный в современных приборах). Неинвазивный анализ требует других методов, физических, не нарушающих целостность кожи, ибо в этом случае в плоть "вторгается" не игла скальпеля, а невидимый луч. Такое вторжение безболезненно и давно известно в медицине - например, рентгеновское излучение. Но, в отличие от рентгена, который нельзя делать пять или десять раз каждый день, в случае неинвазивной диагностики задействованы другие длины волн, безопасные для здоровья человека.

Перечислим физические методы, которые можно использовать для неинвазивного анализа:

1. Наиболее часто с этой целью применяется инфракрасная (ИК) спектроскопия в ближнем диапазоне 750-2500 нанометров (нм). Метод основан на анализе оптического поглощения ИК-излучения, длины волн которого находятся в области поглощения глюкозы крови (пики 840, 940 и 1045 нм). Для этого излучение должно пройти через телесные ткани и попасть на фотоприемник, где фиксируется соответствующий спектр.

Часть тела, которую удобнее всего поместить между источником ИК и приемником - палец или мочка уха; в последнем случае используется конструкция типа клипсы. Однако

этот метод пока не позволяет достичь необходимой точности из-за влияния трудно устранимых побочных эффектов - индивидуальных особенностей кожного покрова и состава межклеточной жидкости, а также наличия сильного пика поглощения воды в области 960 нм. Вода, как известно, один из главных компонентов организма, и упомянутый пик мешает четко зафиксировать пики поглощения глюкозы. При использовании более дальнего ИК-диапазона (длины волн 2500-10000 нм) возникают свои сложности - например, это излучение проникает в телесные ткани на меньшую глубину.

2. Поляризационная спектроскопия, то есть изменение плоскости поляризации в зависимости от концентрации глюкозы. Недостаток метода - наличие, кроме глюкозы, других веществ, также изменяющих поляризацию света, влияние температуры и роговицы глаза. Учесть все эти факторы оказалось весьма непросто.

3. Ультразвуковая технология - ультразвук сравнительно легко проникает через кожу в кровеносные сосуды. Могут применяться лазеры от ультрафиолета до ИК диапазона. В этом случае наблюдается фотоакустический эффект: звуковые колебания возбуждаются модуляцией лазерного излучения в жидкости и воспринимаются микрофоном. Недостаток метода: сложности с учетом влияния внешней среды.

4. Исследование зависимости электрических характеристик крови от уровня глюкозы. Обычно рассматриваются такие параметры, как проводимость крови, ее электрическое сопротивление, электроемкость определенного участка тела - например, кончика пальца при касании пластины детектора. Данный способ весьма чувствителен к особенностям кожи (тонкая или грубая), наполнению кровью сосудов в области анализа, температуре тела, кровяному давлению и ряду других обстоятельств.

5. Исследование зависимости тепловых характеристик крови от уровня глюкозы. Обычно рассматриваются такие параметры, как теплопроводность и теплоемкость. Возникающие трудности - примерно такие же, как в предыдущем случае.

6. Физико-химический метод, связанный с определением уровня глюкозы в межклеточной жидкости. Для определения глюкозы в ней используют специальный сенсор, который относится к расходным материалам, что удорожает стоимость анализа. Кроме того, есть еще одна проблема: уровень глюкозы в межклеточной жидкости не отражает сиюмоментного значения глюкозы крови, а запаздывает на 10-30 минут. Существуют и другие сложности, связанные с состоянием кожи пациента, необходимостью заменять область анализа и т.д.

7. Еще один физико-химический метод - глазная спектроскопия. Используются специальные контактные линзы, на которые наносится гидрогель. Недостатки примерно такие же, как в предыдущем случае.

8. Тепловая спектроскопия. Метод основан на инфракрасном излучении глюкозы при нагревании кожи и выявлении зависимости излучения от концентрации глюкозы. Недостатки: необходимо охлаждать кожу в области анализа примерно до одиннадцати градусов; температура тела может меняться независимо от содержания глюкозы.

9. Метод спектроскопии комбинационного рассеяния света (рамановской спектроскопии), основанный на том, что существует зависимость спектра молекулярного рассеяния от концентрации глюкозы в жидкости и, в частности, в крови. Для возбуждения спектра область анализа (например, ладонь) облучают слабым лазером.

Существует еще ряд методов, на базе которых те или иные исследователи пытаются создать неинвазивные глюкометры: - импедансная спектроскопия (измерение импеданса кожи при прохождении через нее тока); - электромагнитное зондирование; - температурная модуляция локализованного отражения; - оптическая когерентная томография (в этом и в предыдущем случае используются отраженные от кожи лучи); - флуоресценция кожи при освещении светом определенной частоты; - ионофорез; - изучение связи между артериальным давлением и концентрацией глюкозы крови.

Подробный обзор неинвазивных методов содержится в статье А.Тара, А.Марап, G.Расини [4], также доступной в интернете.

Проблема неинвазивного анализа.

Проблема неинвазивного анализа не решена до сих пор, потому что эти анализы - методы косвенные, они базируются на данных, полученных, как правило, спектральным путем. В одних случаях (ИК-спектроскопия) делается попытка количественного анализа глюкозы крови без извлечения пробы из организма, в других (например, электрические и тепловые характеристики) осуществляется исследование факторов, связанных с уровнем глюкозы весьма сложным и неоднозначным путем. В любой ситуации очень велико влияние поверхностных тканевых структур, функциональной сложности компонентов крови и множества трудно учитываемых параметров внешней и внутренней среды. Фактически вопрос сводится к извлечению надежной информации из шумов либо к выявлению эмпирической связи между наблюдаемым явлением и уровнем глюкозы крови. Последнее требует тщательной индивидуальной калибровки прибора [1,3].

Последовательность и взаимосвязь всех задач создания прибора для неинвазивной оценки форм гемоглобина следующая: необходимо подобрать такие длины волн и их число, с помощью которых легче определяется наличие форм гемоглобина в крови, исследовать отражение и пропускание света образцами крови с известным содержанием различных форм гемоглобинов (200 образцов крови), разработать методику неинвазивного мониторинга сахарного диабета, создать модель прибора, провести лабораторные испытания измерительных систем прибора (200 образцов крови), выполнить неинвазивные измерения содержания сахара в крови и сравнить результаты с биохимическими и спектрофотометрическими методами (300 человек), по результатам измерений разработать аппаратные и программные средства для макетного образца, который исследуется на точность измерений, для чего проводится серия медицинских испытаний (500 человек) и вырабатываются рекомендации по модернизации макетных образцов прибора[3]. При создании прибора необходимо использовать рекомендации, приведенные в [2].

Заключение.

В связи с тем, что проведены первые исследования по неинвазивному мониторингу сахарного диабета получены обнадеживающие результаты, для создания действующего прибора необходимо проводить дальнейшие углубленные исследования, положительные результаты которых возможны только при постоянной совместной работе биохимиков, медицинских сотрудников, специалистов по лазерной технике и спектроскопии, системотехников, схемотехников, конструкторов и программистов. Данное обстоятельство предписывает необходимость совместного участия вышеуказанных специалистов в реализации всех задач, возникающих в ходе создания прибора, так как изменения результатов исследований, полученных одной из групп специалистов, требуют коррекции решений, предварительно принятых сотрудниками других групп.

Литература

1. Ахманов, И. Чайковский. Неинвазивный глюкометр: обзор проблемы. Журнал "Диабет. Образ жизни", 2013, N 2.
2. Силков Н.И., Мазолевская М.О., Король И.М. Формирование и обработка данных в процессе мониторинга. BIGDATA and Predictive Analytics. Использование BIG DATA для оптимизации бизнеса и информационных технологий: сборник материалов междунар. науч.-практ. конф. – Минск, БГУИР, 2016.
3. Силков Н.И., Мазолевская М.О., Король И.М. Прибор для неинвазивной диагностики и мониторинга сахарного диабета // Журнал Actualscience, Т.2 №1(6) – с.17-18.
4. А.Тара, А.Марап, G.Расини "Non-invasive glucose monitoring: Assessment of technologies and devices according to quantitative criteria" ("Diabetes Research and Clinical Practice", 2007, 77, pp. 16-40.

ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ ПРИ МЕТАБОЛИЧЕСКОМ СИНДРОМЕ НА ЭТАПЕ САНАТОРНО-КУРОРТНОГО ЛЕЧЕНИЯ

*Л.Г. Карпишевич¹, Н.П. Минько¹, И.А. Бердовская¹, В.А. Пономарев²,
Л.А. Пирогова³, Н.В. Мазур³*

¹Филиал «Санаторий «Радон» ОАО «Белагроздравница», 231469, д. Боровики Дятловского района Гродненской области, 40А/2, главный корпус, E-mail: sanradon@tut.by, тел. +375 (156) 339-140

²Открытое акционерное общество «Белагроздравница», 220007, г. Минск, ул. Фабрициуса, 7а, E-mail: info@agrozdrav.by

³Гродненский государственный медицинский университет, кафедра медицинской реабилитации, 230029, г. Гродно, ул. Коммунальная, 2, E-mail: pirogovalar@rambler.ru, тел. +375-152-745488

В настоящее время сердечно-сосудистые заболевания и сахарный диабет 2-го типа лидируют среди причин смертности, поэтому профилактика этих заболеваний является важной проблемой современности.

Санаторно-курортное лечение на этапе функциональных расстройств организма полностью отвечает профилактическому направлению здравоохранения. В основе профилактики любого заболевания лежит борьба с факторами риска. Выявление факторов риска, влияющих на развитие и прогрессирование патологии, одно из важнейших достижений медицины второй половины XX века.

С целью раннего выявления и устранения факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний и сахарного диабета в медицине применяется термин «метаболический синдром». Метаболический синдром - это комплекс метаболических, гормональных и клинических нарушений, являющихся факторами риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. В основе метаболического синдрома лежит невосприимчивость тканей к инсулину (основной гормон, отвечающий за усвоение глюкозы). Такое состояние называется инсулинорезистентностью. В крови повышается уровень и глюкозы и инсулина (гиперинсулинемия), однако поступления глюкозы в клетки в нужном количестве не происходит. Несмотря на то, что обнаружена некоторая генетическая подверженность к метаболическим нарушениям, нарушение образа жизни играет не малую роль в развитии метаболического синдрома. Снижение физической активности и высокоуглеводный характер питания являются главными причинами того, что заболеваемость метаболическим синдромом возрастает. Метаболическим синдромом страдает около 25% населения западных стран. Это заболевание чаще встречается у мужчин, у женщин его частота возрастает в менопаузальном периоде. При метаболическом синдроме гормональные нарушения способствуют отложению жира в области живота, выше пояса. Возникает абдоминальный тип ожирения. По результатам последних исследований сама жировая ткань способствует развитию инсулинорезистентности. Однако не все составляющие метаболического синдрома можно четко связать и объяснить инсулинорезистентностью, не изучены все возможные причины и механизмы развития инсулинорезистентности при абдоминальном ожирении. Нарушения, объединенные рамками метаболического синдрома, длительное время протекают бессимптомно, нередко начинают формироваться в подростковом и юношеском возрасте, задолго до клинической манифестации в виде сахарного диабета, артериальной гипертензии и атеросклеротических поражений сосудов. Наиболее ранними проявлениями метаболического синдрома являются дислипидемия и артериальная гипертензия. Разумеется, не все компоненты метаболического синдрома встречаются одновременно.

Основные критерии метаболического синдрома:

- абдоминально-висцеральное ожирение (окружность талии более 102 см у мужчин и более 88 см у женщин);
- инсулинорезистентность при высоком уровне инсулина;
- дислипидемия (сочетание гипертриглицеридемии, низкого уровня ХЛ ЛВП и повышения фракции мелких ХЛ ЛНП);
- артериальная гипертензия (артериальное давление выше 130/85 мм рт. ст.);
- ранний атеросклероз и ишемическая болезнь сердца.
- возможные жалобы: на повышенную утомляемость, апатию, одышку, повышенный аппетит, жажду, учащенное мочеиспускание, головную боль, сухость кожи, потливость.

Актуальность проблемы и не всегда эффективная медикаментозная терапия диктуют поиск методов повышения первичной и вторичной профилактики данных заболеваний за счет рационального использования новых немедикаментозных методов лечения, которые суммарно с положительными эффектами курортных факторов увеличат эффективность в профилактике и лечении этой категории заболеваний.

В этой связи перспективными направлениями в санаторной практике в частности являются методы озонотерапии и применение углекислого газа в виде сухих углекислых ванн. В условиях филиала «Санаторий «Радон» ОАО «Белагроздравница» данные методы применяются как дополнительное лечение к радонотерапии.

С целью оценки эффективности лечения метаболического синдрома в условиях санатория «Радон» с применением радонотерапии, озонотерапии, карбокситерапии, была отобрана группа отдыхающих в количестве 60 человек (30 мужчин, 30 женщин) в возрасте от 40 до 70 лет, соответствующих критериям метаболического синдрома. Пациенты по методам лечения были разделены на 3 группы. Пациенты всех трех групп получали комплексное санаторно-курортное лечение соответствующее тяжести заболевания, а именно аэро-, гелио-, талассо-терапию, а также радонотерапию и грязелечение. Кроме этого пациенты первой группы (20 чел.) дополнительно получали озонотерапию, пациенты второй группы (20 чел.) – сухие углекислые ванны.

По наличию дополнительного фактора риска все пациенты были разделены на три подгруппы по 20 пациентов: с АГ подгруппа «А», с гипергликемией подгруппа «В», пациенты с ИБС I и II ФК и нарушениями ритма – подгруппа «С».

Озонотерапия проводилась в виде в/в капельных инфузий озонированного физиологического раствора, полученного на озонаторе Медозонс БМ-03 по 200 мл. Для достижения общего стимулирующего метаболического эффекта использовалась концентрация озона на выходе из озонатора из расчета 20 мкг на 1 кг массы тела пациента. При подсчете дозы введенного пациенту озона учитывалось, что концентрация растворенного в физиологическом растворе озона в среднем составляет 20% от концентрации озона в барботирующей раствор газовой смеси, то есть коэффициент пересчета равен 0,2. Это означает, что например, при концентрации озона в озонкислородной смеси 1000 мкг\л в 1 литре физраствора растворится $0,2 \times 1000 = 200$ мкг О₃. Курс лечения составлял 5 процедур через день.

Для проведения сухих углекислых ванн использовалась специальная ванна «Реабокс» (концентрация СО₂ 30% в камере ванны и при средней 39-40⁰С). Продолжительность 15-20 мин., через день, на курс 6 процедур.

Для объективизации полученных данных во всех группах было проведено комплексное клиничко-лабораторное и инструментальное исследования. Они включали оценку клинического состояния, ЭКГ, Холтеровское мониторирование, общий анализ крови, биохимический анализ крови (глюкоза, гликированный гемоглобин, липидограмма).

В группу отбирались пациенты, имеющие данные амбулаторных либо стационарных обследований, проведенных по месту жительства давностью до трех недель, либо выполненные непосредственно до лечения в санатории.

Всем пациентам было проведено психодиагностическое обследование (тест определения самочувствия, активности, настроения (САН) шкала Айзена), анализ вариабельности сердечного ритма по холтеровскому мониторингу ЭКГ до и после лечения.

В последнее время широко обсуждается воспалительная теория атеросклероза, выдвинутая еще XIX веке, и роль воспаления в развитии острых коронарных синдромов. В этой связи мы проанализировали состояние фагоцитарного звена до и после курса лечения во всех трех группах по результатам ОАК. Наиболее значимая достоверная положительная динамика отмечалась в группе с применением озонотерапии, что проявилось уменьшением лейкоцитоза, уменьшением СОЭ. Во второй и третьей группах обследованных достоверной динамики фагоцитарного звена не отмечалось. Однако отсутствие достоверной положительной динамики после радонотерапии и сухих углекислых ванн не исключает наличия противовоспалительных эффектов этих программ, но можно объяснить меньшей степенью такого влияния этих методов или недостаточным по длительности курсам применяемого лечения.

Оценка данных психодиагностических обследований продемонстрировала улучшение после лечения во всех группах пациентов всех параметров психотестов, но после применения озонотерапии и сухих углекислотных ванн выявлено наиболее выраженное достоверное снижение индекса тревоги и показателей тревожности.

Проанализированные результаты липидограмм пациентов с дислипидемией выявили достоверную положительную динамику только в первой группе пациентов. Так под влиянием озона достоверно снижались уровень общего холестерина на 10,8%, триглицеридов на 7,5%, индекса атерогенности на 18,4%. Кроме того у пациентов этой группы отмечалась тенденция повышения ЛПВП и снижения ЛПНП. После применения СУВ выявлена тенденция снижения показателей общего холестерина и КА. В третьей группе достоверной разницы показателей липидограмм не получено.

СД второго типа является одним из наиболее мощных факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний и осложнений. В выделенной подгруппе «В» были рассмотрены результаты влияния ОЗТ и СУВ на показатели углеводного обмена у лиц с его нарушением. Применение озонотерапии способствовало снижению не только сахара крови натощак, но и оказывало нормализующее действие на показатели гликированного гемоглобина.

Сухие углекислые ванны и просто традиционный комплекс таких результатов не вызывали. Положительный эффект от лечения озонотерапией выражался также в уменьшении жажды, исчезновении полиурии, зуда кожи, слабости, компенсации состояния.

В подгруппе «С» у пациентов со стенокардией напряжения I-II ФК, к концу лечения отмечалась положительная динамика ЭКГ, по результатам холтеровского мониторинга у 70% инвертированный зубец Т стал положительным, у 35% отмечалось приближение сегмента ST к изоэлектрической линии. У всех больных отмечалось уменьшение количества экстрасистол, эпизодов «немой» ишемии за сутки, отмечалось ваготоническое действие в виде урежения сердечного ритма. Данные изменения были отмечены во всех трех группах, что указывает на основное влияние на данные процессы радонотерапии, лишь во второй группе (с сухими углекислыми ваннами) отмечался более выраженный ваготонический эффект. Также во всех трех группах отмечался гипотензивный эффект, что проявлялось снижением не только систолического артериального давления, но и, что особенно важно, диастолического артериального давления, что можно оценивать, как основное влияние радонотерапии. Однако данный эффект был значительно более выражен во второй группе (с сухими углекислыми ваннами).

Гипотензивный эффект в значительной степени обусловлен улучшением нейрогуморальной регуляции тонуса и реактивности сосудов.

На основе анализа вариабельности сердечного ритма по холтеровскому мониторингованию была отмечена активация парасимпатической регуляции, подтвержденная увеличением RMSSD-показателя на 30,2%, снижением ЧСС во всех трех группах, более выраженной активации парасимпатической системы, при этом была выявлена во второй группе. В первой группе (с озонотерапией) было выявлено достоверное увеличение SDNNindex на 18%, что свидетельствует о повышении суммарной активности нейрогуморальных влияний на сердечный ритм, с одновременным снижением LF/HF на 30%, что можно объяснить уменьшением влияния симпатoadренальной активности в регуляции сердечного ритма.

Стоит отметить, что все пациенты переносили лечение хорошо и к его окончанию отмечали исчезновение или существенное ослабление выраженности жалоб.

Сравнительный анализ показателей клинического состояния пациентов показал преимущество включения озонотерапии или сухих углекислых ванн в комплексе санаторно-курортного лечения как адекватного физиологического воздействия, активирующего функциональные резервы организма в сравнении с традиционным санаторно-курортным лечением. Была отмечена положительная динамика с уменьшением метеолабильности в группе, получивших озонотерапию, в меньшей степени после применения сухих углекислых ванн, что позволяет рекомендовать эти газовые смеси для профилактики метеотропных реакций.

Таким образом, в ходе анализа применения радоно-, озон- и карбокситерапии (СУВ) в условиях лечения в санатории «Радон» было выявлено:

- подтверждение ваготонического, гипотензивного, противоаритмического действия радона;

- озонотерапия и сухие углекислые ванны являются мощными антистрессовыми и адаптивными факторами, способствующими устранению дисбаланса вегетативной регуляции.

- озонотерапия существенно влияет на показатели липидного и углеводного обмена.

- сухие углекислые ванны оказывают гипотензивное действие на лиц с артериальной гипертензией и умеренное действие на пациентов с дислипидемией, обладают ваготоническим эффектом и могут использоваться в комплексе гипотензивной и антисклеротической терапии.

- дифференцированное применение газовых смесей выявило более выраженную клиническую эффективность у больных с ИБС и сахарным диабетом и приоритет сухих углекислых ванн для лиц с артериальной гипертензией.

- радоно-, карбокси-, озонотерапии являются эффективными методами первичной и вторичной профилактики метаболического синдрома.

Литература

1. Мохорт Т.В., Холодова Е.А. Современные методы лечения сахарного диабета 2 типа.- Минск, 2002.
2. Критерии диагностики нарушения углеводного обмена. Инструкция по применению.- Минск, 2002.
3. И. И. Гусаров. Радоно-терапия // Медицина//2000// Библиотека практикующего врача.
4. М.В.Карпунин, А.А.Ли, М.Е.Гусев «Радоно-терапия».
5. Полушина Н.Д., Ботвинаева Л.А., Фролков В.К. // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры.- 1999.- № 6.- С. 16-19.
6. Кононенко И.В., Суркова Е.В., Анциферов М.Б. // Проблемы эндокринологии.- 1999.- № 2.- С. 36-41
7. Баллюзек М.Ф. Возрастные особенности течения, надьювантная фототерапия сердечно-сосудистого метаболического синдрома: Автореф. дис. канд. мед. наук.- СПб., 2002.
8. Кобалава Ж.Д., Котовская Ю.В. Артериальная гипертония в вопросах и ответах.- М., 2002.
9. Быков А.Т., Сычева Е.И., Конторщикова К.Н. Озонотерапия в комплексном лечении больных с ишемической болезнью сердца. — СПб., 2000.
10. Гуревич Г.Л., Кирковский В.В., Улащик В.С. и др. // Здоровоохранение. — 2004. — N 4. — С.23—27.
11. Колесова О.Е., Леонова Г.О. //Озон в биологии и медицине. — Н.Новгород, 1995. — С.4—5.

**ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТОТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ «ЭОЛ»
(«МАГНИТОТУРБОТРОН») У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМ БОЛЕВЫМ
СИНДРОМОМ В УСЛОВИЯХ САНАТОРИЯ**

Н.Б. Глазко, А.Н. Демид

Государственное учреждение «Санаторий «Боровое» Управления делами Президента Республики Беларусь, borovoe@vitebsk.by

Магнитотерапевтическая установка ЭОЛ «Магнитотурботрон» под уточненным названием Установка магнитотерапевтическая низкочастотная с регулировкой частоты, модуляции и индукции вращающегося магнитного поля УМТвп – «МАДИН» предназначена для лечения и профилактики различных заболеваний методом общей магнитотерапии (ОМТ) перемещающихся в пространстве вращающимся магнитным полем (ВрМП). Основными механизмами клинической эффективности ОМТ являются: обезболивание, мощное противовоспалительное и противоотечное действие, улучшение периферического кровотока и лимфооттока как за счет нормализации тонуса кровеносных и лимфатических сосудов, так и благодаря улучшению реологических свойств крови, а также стимулированием кроветворения. Противопоказания для лечения на установке ЭОЛ «Магнитотурботрон» являются: беременность; недостаточность кровообращения 2б-3 ст.; системные заболевания крови; наличие инородных магнитных тел; острые инфекционные заболевания; геморрагические васкулиты; психические заболевания; ранний постинфарктный период; некомпенсированная глаукома; базедова болезнь; индивидуальная непереносимость магнитотерапии.

Цель исследования: установить эффективность применения магнитотерапевтической установки «ЭОЛ» («Магнитотурботрон») при хроническом болевом синдроме у пациентов с заболеваниями опорно-двигательного аппарата, мочеполовой системы, органов желудочно-кишечного тракта в условиях санатория.

Материалы и методы: Под нашим наблюдением находилось 50 пациентов (20 мужчин и 30 женщин) в возрасте от 32 до 70 лет с давностью болевого синдрома от 6 месяцев до 10 и более лет. Всем пациентам был проведен курс монотерапии без использования медикаментов в количестве 10 процедур на аппарате «ЭОЛ» («Магнитотурботрон») с заданными параметрами: длительность процедуры – 25 мин, максимальная индукция – 2,0 мТл, частота – 100 Гц, направление вращения – прямое, длительность цикла – 60 с, модуляция – плато.

Результаты и выводы: При оценке клинической эффективности проведенного лечения по нашим результатам случаев ухудшения состояния пациентов отмечено не было, зарегистрировано 4 случая (8%) отсутствия положительной динамики. Клиническая ремиссия и значительное улучшение достигнуто в 92% случаев.

Установка оказывает влияние практически на все изучаемые параметры и может быть рекомендована для лечения хронического болевого синдрома у пациентов с заболеваниями опорно-двигательного аппарата, мочеполовой системы и органов желудочно-кишечного тракта. Высокая эффективность ОМТ оправдывает его применение в качестве одного из возможных вариантов физиотерапевтического лечения хронического болевого синдрома в условиях санатория в виде монотерапии.

Литература

1. Учебно-методическое пособие по применению магнитотерапевтической установки «ЭОЛ» («Магнитотурботрон»), утв. член-корреспондентом РАМН, профессором Шкариным В.В. от 02.06.2003 – С. 3-5, 7-12, 14.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОТОЧНОЙ ГАЗАЦИИ ОЗОНО-КИСЛОРОДНОЙ СМЕСЬЮ В ПЛАСТИКОВОМ МЕШКЕ («САПОГ») У ПАЦИЕНТОВ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ СОСУДОВ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ САНАТОРИЯ

А.Н. Демид, Н.Б. Глазко

Государственное учреждение «Санаторий «Боровое» Управления делами Президента Республики Беларусь, borovoe@vitebsk.by

Озон – молекула, образованная тремя атомами кислорода, имеющая одну свободную связь, которая обеспечивает высокую активность данной молекулы. Использование озона усиливает потребление глюкозы тканями; улучшает реологические свойства крови: снижение вязкости и тромбообразования; увеличивает кислородную емкость плазмы и облегчает отдачу кислорода тканям, снижая степень тканевой гипоксии; окисляет соединения, участвующие в развитии и поддержании воспаления; восстанавливает обменные процессы в пораженных тканях и корригирует кислотно-электролитный баланс; обезболивающий эффект обусловлен постепенным поступлением кислорода в область воспаления и уменьшением передачи болевого сигнала в ЦНС. Применение медицинского озона (озоно-кислородной смеси, состоящей из 0,05%–10% озона и 99,95%–90% чистого кислорода) особенно эффективно при сосудистых заболеваниях нижних конечностей (атеросклерозе, диабетической стопе, варикозном расширении вен).

Противопоказания к применению проточной газации являются: острый инфаркт миокарда, геморрагический инсульт, заболевания свертывающей системы крови, гиперфункция щитовидной железы, индивидуальная непереносимость озона.

Цель исследования: установить эффективность применения проточной газации озono-кислородной смесью в пластиковом мешке у пациентов с заболеваниями сосудов нижних конечностей в условиях санатория.

Материалы и методы: Под нашим наблюдением находилось 50 пациентов (16 мужчин и 34 женщины) в возрасте от 47 до 84 лет с давностью заболевания 5 и более лет. Основными показаниями явились: атеросклероз сосудов нижних конечностей, в том числе трофические язвы; варикозное расширение вен нижних конечностей с «синдромом усталых ног»; «диабетическая стопа». Всем пациентам был проведен курс газации озono-кислородной смесью в пластиковом мешке(сапоге) в количестве 10 процедур на установке озонаторной терапевтической автоматической УОТА-60-01 «Медозон» с заданными параметрами: время воздействия 20 мин в концентрации 15 мг/л. Пациентам, принимающим препараты из группы антикоагулянтов и антиагрегантов, на время проведения курса газации данные лекарственные средства были временно отменены.

Результаты и выводы: Все наблюдаемые пациенты отмечали хорошую переносимость проточной газации озono-кислородной смесью в пластиковом мешке, в конце курса 1 человек (2%) субъективно отмечал появление зуда кожи. Отсутствие положительной динамики зарегистрировано в 5 случаях (10%). Уменьшение отека тканей и гиперемии, повышение кожной чувствительности, уменьшение «синдрома усталых ног» достигнуто в 88% случаев, что говорит о высокой эффективности метода. Процедура озонотерапии безопасна и практически не имеет противопоказаний, может использоваться в качестве одного из возможных вариантов физиотерапевтического лечения заболеваний сосудов нижних конечностей в условиях санатория.

Литература

1. Методики применения озона в медицине (методические рекомендации), согл. директором Департамента организации медицинской помощи населению Украины Ждановым М.П., 2004. – С. 11, 13-15, 21, 25, 33.

СОСТОЯНИЕ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Н.А. Никоненко¹, А.А. Белов², А.К. Сутурин²

¹*Белорусский государственный медицинский университет, пр. Дзержинского, 83, Минск, 220116, Беларусь;*

²*Белорусский институт системного анализа и информационного обеспечения научно-технической сферы, пр. Победителей 7, Минск, 220004, Беларусь*

Дан анализ состояния подготовки научных кадров высшей квалификации в 2013-2015 гг., а также плановых и прогнозных показателей приема лиц для получения послевузовского образования на период 2016-2017 годы по приоритетным специальностям в сфере информационно-коммуникационных технологий, а также по специальности «Приборы, системы и изделия медицинского назначения», связанной с решением проблем развития современных медицинских технологий и их информационного обеспечения.

Инновационное развитие экономики характеризуется повышением роли науки, внедрением новых технологий в производство, распространением и использованием новых знаний с широким применением информационно-коммуникационных технологий. В связи с этим одной из важнейших задач на современном этапе является сохранение и воспроизводство научного кадрового потенциала, а также его поддержание для обеспечения научных исследований мирового уровня.

Приоритетами инновационного развития промышленного комплекса Республики Беларусь до 2020 года определены создание принципиально новых высокотехнологичных и наукоемких производств, соответствующих V и VI технологическим укладам [1]. Поэтому особое внимание в республике уделяется подготовке научных кадров по специальностям, необходимым для развития высокотехнологичных производств (далее - приоритетные специальности), в том числе и в сфере информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) [2].

В работе дан анализ состояния подготовки кадров высшей научной квалификации в 2013-2015 гг., а также плановых и прогнозных показателей приема лиц для получения послевузовского образования на период 2016-2017 гг. по приоритетным специальностям в сфере информационно-коммуникационных технологий, а также по специальности «Приборы, системы и изделия медицинского назначения», связанной с созданием высокоэффективных систем технического и программного обеспечения средств диагностики и лечения.

В настоящее время информационное обеспечение системы подготовки кадров высшей научной квалификации в республике осуществляется посредством республиканской автоматизированной информационно-аналитической системы мониторинга подготовки научных работников высшей квалификации (АСМ НРВК) [3]. В АСМ НРВК содержится информация о подготовке кадров высшей научной квалификации в 119 учреждениях образования, организациях, обеспечивающих получение послевузовского образования в Республике Беларусь.

По направлению «Информационно-коммуникационные технологии» подготовка научных работников высшей квалификации осуществляется главным образом в системе Министерства образования (95,0% от общей численности обучающихся). На протяжении последних трех лет сохраняется тенденция увеличения численности обучающихся в аспирантуре по данному направлению (таблица 1). Численность аспирантов по таким специальностям увеличилась к концу 2015 года по сравнению с предыдущим годом на 29,0% и составила 200 чел., из них более 55,0% проходят подготовку в Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники.

По данным АСМ НРВК наибольшее число аспирантов (71,0% от общей численности) обучается по специальностям: «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», «Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети», «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность», «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей». При этом по последним двум специальностям более 90,0% аспирантов проходят подготовку в Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники.

Таблица 1 Показатели подготовки научных кадров высшей квалификации в системе аспирантуры по приоритетным специальностям в сфере информационно-коммуникационных технологий, чел.

Шифр	Специальность	Факт	План	Прогноз	Численность обучающихся*		
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
01.01.07	Вычислительная математика	1	–	1	5	7	7
01.01.09	Дискретная математика и математическая кибернетика	3	2	2	6	7	8
05.12.04	Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения	2	1	3	5	7	13
05.12.07	Антенны, СВЧ-устройства и их технологии	1	–	1	5	2	4
05.12.14	Радиолокация и радионавигация	2	2	1	–	1	7
05.13.05	Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления	5	–	5	8	13	16
05.13.11	Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей	2	4	4	17	21	32
05.13.12	Системы автоматизации проектирования (по отраслям)	1	1	1	4	4	3
05.13.15	Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети	2	6	6	24	23	28
05.13.18	Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	10	6	9	36	39	43
05.13.19	Методы и системы защиты информации, информационная безопасность	13	7	4	31	31	39
Итого		42	29	37	141	155	200

* с учетом подготовки на внебюджетной основе

Численность приема аспирантов в сфере ИКТ в 2016 году по сравнению с фактическими показателями 2015 года планировалось уменьшить до 29 чел. (на 31,0%), главным образом за счет сокращения приема по специальностям «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность» и «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (таблица 1).

В 2017 году, так же, как и в предстоящие три года численность приема по приоритетным специальностям в сфере ИКТ прогнозируется на уровне 40 чел. Вместе с тем следует обратить внимание на тенденцию сокращения приема в аспирантуру в 2016-2017 гг. по специальности «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность».

По данным АСМ НРВК по приоритетной специальности «Приборы, системы и изделия медицинского назначения», необходимой для обеспечения развития современных медицинских технологий и их практического внедрения, в настоящее время проходят подготовку в целом по республике 11 аспирантов, из них 9 чел. – в Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники. В 2016-2017 гг. прогнозируется прием по данной специальности 3 аспирантов.

Эффективность деятельности аспирантуры и докторантуры в Республике Беларусь оценивается на основании двух показателей: доля лиц, защитивших диссертацию в пределах установленного срока обучения в общей численности выпуска; доля лиц, прошедших процедуру предварительной экспертизы диссертации в общей численности выпуска. В 2015 году доля лиц, защитивших диссертацию в срок обучения в аспирантуре (адъюнктуре) в целом по республике, в общей численности выпуска составила 4,2%; доля лиц, прошедших процедуру предварительной экспертизы диссертации в общей численности выпуска – 13,0%.

Численность выпуска аспирантов по приоритетным специальностям в сфере ИКТ в 2015 году составила 25 чел., из них 2 чел. защитили диссертацию в срок обучения и 4 чел. прошли процедуру предварительной экспертизы диссертации. В результате показатели эффективности подготовки в системе аспирантуры в сфере ИКТ превысили республиканский уровень и составили 8,0% и 16,0%.

Как показывает анализ динамики защит диссертаций выпускниками аспирантуры, доля лиц, защитивших кандидатскую диссертацию после окончания обучения неуклонно растет. Так, среди выпускников 2013 года интегральный показатель эффективности подготовки научных кадров высшей квалификации по рассматриваемым специальностям, учитывающий лиц, защитивших диссертацию на протяжении трех лет после окончания аспирантуры, составил 16,3%.

С целью сохранения и воспроизводства научного кадрового потенциала республики необходимо осуществление комплекса мероприятий по повышению эффективности деятельности системы послевузовского образования Республики Беларусь, вовлечению молодежи в научно-техническую и инновационную деятельность, закреплению талантливой молодежи в науке, повышению престижности работы в научных организациях страны.

Литература

1. Программа развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.economy.gov.by/nfiles/001146_12850_Programma.pdf – Дата доступа: 17.11.2016 г.
2. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 28 марта 2016 г. № 250 «Об утверждении Государственной программы «Образование и молодежная политика» на 2016–2020 годы». Информационно-правовая база нормативных правовых актов Республики Беларусь «ЭТАЛОН» / [Электронный ресурс]. – Дата доступа: 19.09.2016.
3. Автоматизированная информационно-аналитическая система мониторинга подготовки научных работников высшей квалификации / И.В. Войтов [и др.] // Наука и инновации. – 2012. – № 4(110). – С. 39-41.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПНЕВМОКОМПРЕССИИ И АППАРАТА «ХИВАМАТ» ПОСЛЕ РАДИКАЛЬНОГО ЛЕЧЕНИЯ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

И.С. Матюшонок

Государственное учреждение «Санаторий „Боровое“» Управления делами Президента Республики Беларусь, borovoe@vitebsk.by

Основным осложнением радикального противоопухолевого лечения первичного рака молочной железы является отек верхней конечности на стороне операции. Пневматическая компрессия является одним из наиболее эффективных и физиологичных методов консервативной терапии отеков разной этиологии. Механизм лечебного действия заключается в ускорении венозного кровотока в конечности, нормализации тонуса лимфатических и кровеносных сосудов, возникновении в следствие изменяемого давления

своеобразной «тренировки» сосудов имитации сокращения гладких мышц и стенок лимфатических сосудов, повышении фибринолитической активности и уменьшении вязкости крови, приводящих к улучшению оттока венозной крови.

Классификация лимфатического отека:

1. Отек первой степени носит непостоянный характер. Кожа в зоне отека легко берется в складку. Объем отеочной конечности не превышает 25% объема здоровой конечности.

2. Вторая степень – отек после отдыха уменьшается, но плотностью не проходит. Кожа с трудом берется в складку. Объем отеочной конечности на 25–50% превышает объем здоровой конечности.

3. Третья степень – отек плотный, постоянный, отмечаются фиброзно-склеротические изменения кожи и подкожной клетчатки. Кожу не удается взять в складку; гиперкератоз. Объем отеочной конечности на 50–70% превышает объем здоровой конечности.

4. Четвертая степень – деформация конечности, ограничение подвижности, трофические нарушения. Объем отеочной конечности более чем на 70 % превышает объем здоровой конечности.

Существуют различные методики проведения пневмокомпрессии, различающиеся как величиной подаваемого в манжетные рукава давления воздуха (от 30 до 120–180 мм рт. ст.), так и продолжительностью процедуры и курса лечения (от 3 дней до 2–3 недель).

Методика проведения пневмокомпрессии следующая: больная принимает горизонтальное положение, на отеочную конечность надевают манжетный рукав, диаметр его регулируют индивидуально, чтобы исключить сдавление конечности манжетной, давление воздуха подбирают по ощущениям пациентки индивидуально от 30 до 110 мм рт. ст. Время проведения процедуры от 20 мин. На курс лечения назначают 8–15 ежедневных процедур, интервалы между курсами лечения 3–6 мес.

Процедуры пневмокомпрессии отеочной конечности противопоказаны при наличии выраженной сердечно-сосудистой патологии. При проведении процедур следует отдавать предпочтение МС-пневмокомпрессии с давлением в манжетном рукаве не более 50–60 мм рт. ст. Длительностью процедур не более 40 мин.

Проведение курса пневмокомпрессии привело к уменьшению объема отеочной конечности в среднем на 30%.

Для повышения эффективности реабилитационных мероприятий наряду с пневмокомпрессией одновременно использовали лечение аппаратом системы «Хивамат». Это сочетание массажного лечения и электротерапии. Лечение основано на воздействии двухфазного низкочастотного электромагнитного поля, интенсивность которого может регулироваться, а частота может меняться от 5 до 100 Гц. Физическое явление заключается в вибрации как поверхностных слоев кожи, так и в глубоких, что усиливает массажный эффект. Применение аппарата «Хивамат» показало положительные результаты. Во время процедур пациенты ощущали небольшую вибрацию и ощущение приятного тепла в области воздействия. К концу курсового воздействия больные отмечали выраженное уменьшение отека конечности. Переносимость процедур хорошая. Таким образом, применение переменного электростатического поля с сочетанием лимфатического дренажа (пневмокомпрессии) дает хорошие результаты и оказывает положительное воздействие на качество их жизни.

При этом в комплекс проводимых в санатории лечебных мероприятий были включены: фитотерапия, бальнеотерапия (в виде жемчужных, йодобромных, валериановых ванн, индифферентной температуры), питье минеральной воды «Боровая», ЛФК в бассейне, ЛФК, массаж и психотерапия.

Динамическое наблюдение за больными с лимфатическим отеком верхней конечности позволило установить, что 65% больных после проведения этапа санаторно-курортного лечения наблюдалась стабилизация отека. А у 15% уменьшение отека.

Медицинская реабилитация больных с отеком верхней конечности после радикального лечения рака молочной железы должна быть не только ранней и комплексной, но и индивидуальной и непрерывной. Санаторно-курортное лечение, способствующее повышению адаптационных возможностей функциональных систем организма и индивидуальных психофизиологических особенностей пациенток, следует использовать в качестве поддерживающей терапии больных этой категории. Предложенная программа реабилитации безопасна с онкологических позиций для больных этой категории.

Литература

1. Абламасов К.Г. Хирургическое лечение лимфатических отеков конечностей и половых органов: сис. ...д-ра мед. наук. М., 1991.
2. Нимаев В.В., Шевела А.И., Шкурин М.А. и др. // Сборник материалов конгресса лимфологов России. 25-26 октября 2000 г. С. 99.
3. Кузьменко В.В., Копенкин С.С. // Врач. 2001. №8. С. 11-15.
4. Портнов В.В., Забелина Е.И. // Актуальные проблемы восстановления медицины «Диагностика, оздоровление. Реабилитация -200». С.94-95.
5. Егоров Ю.С., Соболевский В.А. // Вестн. Моск. Онкол. Об-ва. 2006. № 4. С. 5.
6. Вельшер Л.З., Стаханов М.Л., Савин А.А. // Вестн. Моск. Онкол. Об-ва. 2006. №4. С.3-4.

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ КАРДИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ НА САНАТОРНОМ ЭТАПЕ В УСЛОВИЯХ САНАТОРИЯ «ОЗЕРНЫЙ».

А.Е. Копать¹, О.О. Волчек¹, Н.М. Мазур, В.А. Куратчик², А.В. Орлов²

¹*Гродненский государственный медицинский университет, кафедра медицинской реабилитации, E-mail: pirogovalar@rambler.ru, тел. +375-152-74-54-88.*

²*ОАО Санаторий «Озерный», РБ, Гродненская область, Гродненский р.-н, пос. Озерный*

Annotation. This paper presents the analysis of the use of materials of treatment and rehabilitation services in cardiological patients in the sanatorium "Lake". The study included patients undergoing rehabilitation in 2014-2015 and in the first half of 2016.

Медицинская реабилитация кардиологических больных представляет комплекс мероприятий, включающих различные методы воздействия (лекарственные и нелекарственные), которые применяют при заболеваниях сердца, а также у лиц, перенёсших кардиохирургическое вмешательство, от момента заболевания до окончательного выздоровления или формирования хронического патологического процесса, требующего поддерживающей терапии.

Главные задачи реабилитации — ускорение регенераторных процессов, нормализация нарушенной или улучшение функции сердца за счёт его компенсаторных возможностей при активизации не поврежденных патологическим процессом отделов и участия других физиологических систем реадaptации к окружающей среде при необратимых органических изменениях.

В данной работе представлены материалы анализа использования лечебно-реабилитационных услуг у пациентов кардиологического профиля в санатории «Озерный». В исследование были включены пациенты, проходившие реабилитацию в 2014-2015 годах и в первом полугодии 2016 года.

За указанный срок санаторий посетили 29841 человек, из них с патологией кардиологического профиля – 8171, то есть 27,4 %.

Таблица 1. Отношение отдыхающих с патологией кардиологического профиля по отношению к общему количеству отдыхающих.

	2014 год	2015 год	Первое полугодие 2016 года
Общее количество отдохавших	11708	11903	6230
Количество отдохавших с патологией кардиологического профиля	3240	3124	1807

Из общего числа пациентов кардиологического профиля, мы сформировали группы по следующим нозологическим формам: стабильная стенокардия, инфаркт миокарда (далее ИМ) в анамнезе, нарушения сердечного ритма, сердечная недостаточность, артериальная гипертензия. Важно отметить, что пациенты с несколькими нозологическими формами включались сразу в несколько групп, так как нас интересовало общее количество каждой патологии и результат, полученный на фоне различных процедур, поскольку для отдельных форм имелись противопоказания для той, либо иной процедуры. Полученные данные приведены в таблице №2.

Таблица 2. Характеристика заболеваний кардиологического профиля по нозологии в санатории «Озерный».

Нозологические формы	2014 год	2015 год	Первое полугодие 2016 года
Всего	3240	3124	1807
Стабильная стенокардия	360	216	111
ИМ в анамнезе	108	107	144
Нарушения сердечного ритма	432	350	210
Сердечная недостаточность	180	144	108
Артериальная гипертензия	2916	2448	1944

Для реабилитации пациентов кардиологического профиля в санатории «Озерный» применяются медикаментозные и немедикаментозные методы. Медикаментозные методы подбирались в зависимости от их необходимости каждому пациенту индивидуально, с учетом сопутствующей патологии. Среди немедикаментозных методов хотелось бы отметить следующие:

- Диета - стол №10: значительное ограничение количества натрия хлорида, уменьшение потребления жидкостей; ограничено содержание веществ, возбуждающих сердечно-сосудистую и нервную систему, раздражающих печень и почки, излишне обременяющих желудочно-кишечный тракт, способствующих метеоризму; увеличено содержание калия, магния.

- психологические методы реабилитации;

- массаж в комплексе терапевтических мероприятий при заболеваниях сердечно-сосудистой системы улучшает регулятивные возможности организма, показатели сосудистой циркуляции и саму сердечную деятельность. Обычно назначается массаж

спины, воротниковой зоны, и иногда, по показаниям, массаж верхних и нижних конечностей.

- ЛФК Индивидуально дозированные физические упражнения при заболеваниях сердца и сосудов способствуют улучшению кровообращения в сердечной мышце и сосудах всего организма, а также стимулируют работу органов дыхания и желудочно-кишечного тракта и регулируют обмен веществ.

- бальнеотерапия - комплекс процедур с использованием пресной, минеральной или морской воды для оздоровления организма. В результате лечения в организме человека наблюдаются сдвиги в обмене веществ, работе иммунной, сердечно-сосудистой и других систем организма. В норме сеансы улучшают адаптацию организма к условиям внешней среды и способствуют формированию большей устойчивости к заболеваниям и стрессам.

- магнитотерапия - воздействие постоянным или переменным низкочастотным магнитным полем (соответственно ПМП или ПеМП), в непрерывном или прерывистом режимах.

- пелоидотерапия. Механизм действия грязи основан на рефлекторном (тепловом и механическом) действии и проникновении биологически активных веществ через кожу или слизистую оболочку.

- электросон и др.

Определяя результаты проводимой реабилитации мы опирались на такие данные как электрокардиограмма, холтеровское мониторирование, профиль артериального давления, общий анализ крови, биохимический анализ крови.

Таблица 3. Результаты лечения пациентов кардиологического профиля в санатории «Озерный».

Год	Всего	Улучшение	Без изменений	Ухудшение
2014	3240	2365 (73%)	826 (25.5%)	48 (1.5%)
2015	3124	2468 (79%)	615 (19.7%)	41 (1.3%)
Первое полугодие 2016	1807	1446 (81%)	327 (18.1%)	16 (0.9%)
Итого	8171	6279 (76.9%)	1768 (21.7%)	105 (1.4%)

Выводы: 1. В санатории «Озерный» имеется высокий процент пациентов с заболеваниями кардиологического профиля (27,4%).

2. В среднем у 76,9% пациентов отмечалось улучшение состояния, что говорит о достаточно высокой эффективности медицинской реабилитации пациентов кардиологического профиля в санатории «Озерный».

3. Сочетание различных методик медицинской реабилитации дает наилучший результат среди пациентов данного профиля.

4. Можно заметить, что с 2014 года по первое полугодие 2016 года включительно процент эффективности реабилитации неуклонно возрастает, что свидетельствует о высокой квалификации работников, постоянном развитии материально-технической базы, использовании современных методик в реабилитации пациентов кардиологического профиля.

Литература

1. ЛФК – Лечебная гимнастика. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lfk-gimnastika.com/lfk-pri-zabolevaniyakh/116-lfk-pri-serdechno-sosudistykh-zabolevaniyakh>. Дата доступа: 15.11.2016.
2. Морозов, Е. Массаж при заболеваниях сердечно-сосудистой системы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.massaging.ru/books/E--A--Morozova_Meditsinskiy--lechebnyy-i-kosmeticheskiy-massazh/30. Дата доступа: 15.11.2016
3. Национальные рекомендации. Реабилитация больных кардиологического и кардиохирургического профиля (кардиологическая реабилитация) / С.Г. Суджаева [и др.]. – Минск, 2010. – 236 с.
4. Разумов А.Н. Учебник по восстановительной медицине / под ред. А.Н. Разумова, И.П. Бобровницкого, А.М. Василенко. – М.: «Восстановительная медицина», 2009. – 648 с.

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ «КУЛЬТЕВАЯ ШТИФТОВАЯ ВКЛАДКА – ТВЕРДЫЕ ТКАНИ ЗУБА» ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДАХ ШТИФТОВОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ

С.П. Рубникович¹, А.Д. Фисюнов², Я.И. Шукевич³

¹Белорусская медицинская академия последипломного образования

П. Бровки, 3, корп. 3, Минск, 220013, Беларусь

²Витебский государственный медицинский университет

Фрунзе, 27, Витебск, 210023, Беларусь

³Белорусский национальный технический университет

пр-т Независимости, 65, Минск, 220013, Беларусь

Авторами была предложена композитно-армированная культевая штифтовая вкладка.

В статье представлены результаты изучения напряженно-деформированного состояния системы «штифтовая конструкция «фиксирующий цемент - твердые ткани зуба» методом конечных элементов на трехмерной математической модели.

Было изучено распределение напряжений, возникающих при использовании предложенной штифтовой конструкции и одноштифтового аналога под действием разнонаправленных нагрузок величиной от 150 до 1050Н, различной толщине фиксирующего цемента от 0,3 до 0,7 мм и дифференцированном уровне закрепления зуба, имитирующем атрофию костных стенок лунки.

Введение.

Наиболее ранней и распространенной формой поражения зубочелюстной системы являются дефекты твердых тканей зубов различного происхождения.

При недостаточном объеме твердых тканей зуба для надежной фиксации надстройки, с целью увеличения площади адгезии и обеспечения дополнительной ретенции может быть использован внутриканальный штифт. Восстановление дефектов твердых тканей зубов штифтовыми конструкциями при значительном разрушении коронки зуба наиболее полно отвечает требованиям полноценной передачи жевательного давления и позволяет сохранить корень от фрактуры под действием функциональных нагрузок [1-3].

Нами разработана и предложена композитно-армированная культевая штифтовая вкладка, отличающаяся тем, что для ее изготовления используются основной и дополнительные стекловолоконные штифты, усиливающие ретенцию культевой части, рационально распределяющие нагрузку и упрочняющие полученную систему [4] (рис. 1).

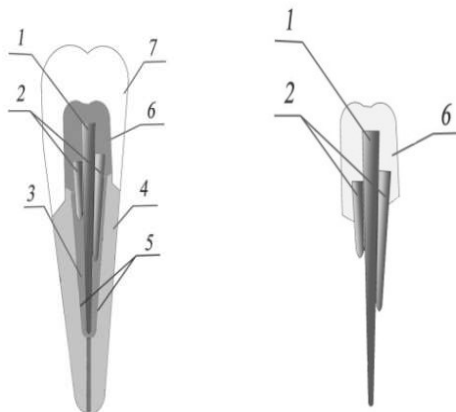


Рисунок 1 – Композитно-армированная культевая штифтовая вкладка

Предлагаемая композитно-армированная культевая штифтовая вкладка индивидуальна, точно адаптируется к стенкам корневого канала, пригодна как для прямого, так и непрямого восстановления, по физическим свойствам близка к твердым тканям зуба.

Восстановление на основе нескольких штифтов, армирующих далеко от оси зуба, придает повышенную несущую способность с учетом интрузивных и экструзивных сил, а также изгибающих моментов. Мы получаем штифтовую конструкцию, точно соответствующую анатомии подготовленного ложа и за счет предварительной полимеризации вкладки лишенную недостатков в виде высокого С-фактора.

Цель: экспериментально обосновать эффективность применения композитно-армированной культевой штифтовой вкладки путем изучения НДС в системе «штифтовая конструкция – фиксирующий цемент – твердые ткани зуба» методом конечных элементов на трехмерной математической модели при разнонаправленных нагрузках.

Материалы и методы исследования.

При сотрудничестве с научно-исследовательской лабораторией «Динамика систем и механика материалов» (НИЛ ДСиММ) Белорусского национального технического университета (БНТУ) была построена трехмерная математическая модель, включающая в себя в качестве исходных данных характеристики твердых тканей зуба, восстановительной штифтовой конструкции, покрывающей ее искусственной коронки и фиксирующего цемента.

Для изучения биомеханических процессов в системе "штифтовая конструкция – фиксирующий цемент – твердые ткани зуба" рассматривали ситуации четырех вариантов модели:

1) К первому варианту относился зуб 3.4, восстановленный при помощи композитной вкладки, армированной одиночным стекловолоконным штифтом, и цельнокерамической коронки (указанный вид покрывной конструкции использовался во всех вариантах модели).

2) Второй вариант был представлен предлагаемой нами конструкцией композитно-армированной культевой штифтовой вкладки с тремя стекловолоконными штифтами.

3) Третьему варианту модели соответствовала литая культевая штифтовая вкладка.

4) Четвертому варианту – культевая штифтовая вкладка из диоксида циркония.

Клинически перечисленным вариантам математических моделей соответствуют корни зубов, восстановленные с помощью указанных видов штифтовых конструкций.

Математическая модель предложенных штифтовых конструкций позволила проанализировать НДС восстановленного зуба для каждого конкретного случая и остановить выбор на наиболее рациональном варианте для пациента. С помощью программы Comsol Multiphysics 5.0. для каждого варианта системы «штифтовая конструкция – фиксирующий цемент – твердые ткани зуба» были получены карты распределения эквивалентного напряжения, вызванные внешней нагрузкой. Полученные поля напряжений оценивали по хроматической шкале, где каждый цвет имеет свой показатель напряжения, численно выражающийся в исследуемой модели. При расчете предельных состояний использовался прочностной критерий Мизеса.

Зафиксированные в процессе моделирования цифровые данные были подвергнуты статистической обработке, которая была произведена на компьютере с использованием программы Microsoft Excel и пакета прикладных программ Statistica 10. Значимость влияния исследуемых факторов проверяли по критерию Фишера. Критерий Фишера являлся значимым и влияние исследуемого фактора считалась доказанной при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение.

I. Сравнение НДС при использовании одно и трехштифтовой конструкции композитной культевой вкладки (нагрузка 150 Н). Нами оценивалась нагрузка в твердых тканях зуба, на границе «вкладка – фиксирующий цемент» и непосредственно в штифтовой конструкции.

1. Анализ при толщине фиксирующего цемента от 0,5 до 0,7 мм.

Характер распределения напряжений соответствует эластичной штифтовой конструкции с концентрацией напряжений преимущественно в цервикальной области зуба.

Исследования показали преимущество трехштифтовой конструкции при приложении вертикальной нагрузки за счет редукиции напряжений в дентине корня зуба на 2,33% (1 шт. – 7,16 МПа, 3 шт. – 6,99 МПа).

Кроме того определялся положительный эффект армирования тремя штифтами за счет значительного (до 17,88%) снижения напряжений на границе фиксирующий цемент – штифтовая конструкция.

Так при использовании композитно-армированной культевой штифтовой вкладки напряжения на границе фиксирующий цемент – штифтовая конструкция были ниже на 5,95% (1 шт. – 0,84 МПа, 3 шт. – 0,79 МПа) при вертикальной нагрузке, на 17,88% (1 шт. – 5,48 МПа, 3 шт. – 4,5 МПа) при боковой нагрузке вправо, на 17,12% (1 шт. – 5,55 МПа, 3 шт. – 4,6 МПа) при боковой нагрузке влево (рис. 2). При косой нагрузке под 45° вправо отмечается редукиция напряжений при использовании трехштифтовой вкладки на 14,89% (1шт. – 4,03 МПа, 3 шт. – 3,43 МПа), при косой влево – на 14,99% (1шт. – 3,67 МПа, 3 шт. – 3,12 МПа).

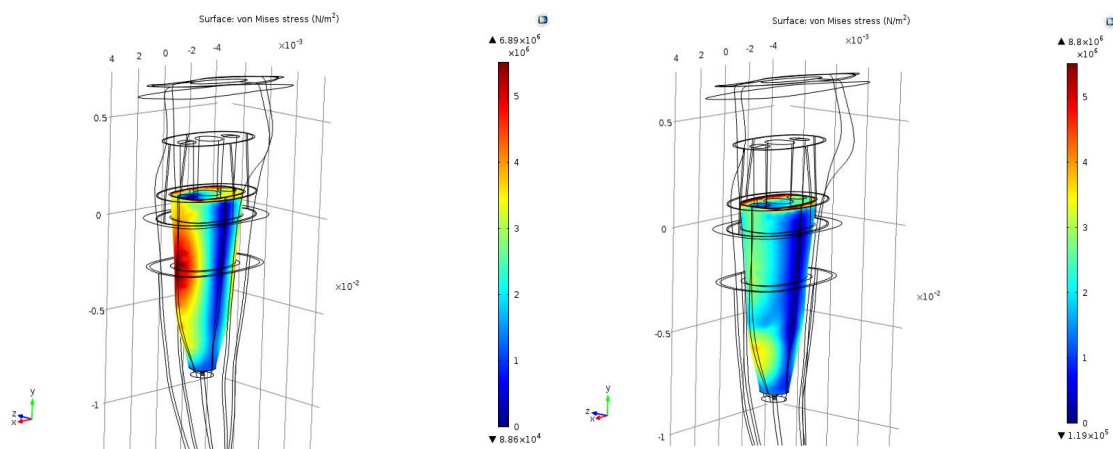


Рисунок 2 – Боковая нагрузка влево (слева один штифт, справа – три штифта)

2. Анализ при толщине фиксирующего цемента 0,3 мм.

Картина распределения напряжений в случае как одного так и трех штифтов соответствовала характеру распределения напряжений, характерной для жестких штифтовых конструкций с преимущественной концентрацией нагрузки на вершине штифта.

Основные изменения в стенках зуба наблюдали при косой нагрузке вправо, где преимущественно обладают три штифта, обеспечивая снижение эффективных напряжений Мизеса на 11,95% с 11,43 МПа до 10,06 МПа.

Определяется существенное преимущество многштифтовой композитной вкладки за счет значительного снижения напряжений на границе «фиксирующий цемент – штифтовая конструкция» при боковых и косых нагрузках. Редукиция напряжений в процентах составила до 23,12%.

Так напряжения ниже при использовании трехштифтовой вкладки на 23,12% (1 шт. – 12,11 МПа, 3 шт. – 9,31 МПа) при боковой нагрузке влево, на 15,52% (1 шт. – 11,02 МПа, 3 шт. – 9,31 МПа) при боковой нагрузке вправо, на 22,79% (1 шт. – 10,1 МПа, 3 шт. – 7,8 МПа) при косой нагрузке вправо, на 11,43% (1 шт. – 7,44 МПа, 3 шт. – 6,59 МПа) при косой нагрузке влево.

Анализ распределения напряжений показал, что предлагаемая конструкция композитно-армированной культевой штифтовой вкладки снижает напряжения, возникаемые в твердых тканях зуба (до 11,95%). Кроме того обладает преимуществом в значительном снижении НДС (до 23,12%) на границе штифтовой конструкции и

фиксирующего цемента при разнонаправленных нагрузках, что уменьшает риск расцементирования и поломки ортопедической конструкции.

II. Характер распределения напряжений при использовании культевых штифтовых вкладок, изготовленных из кобальто-хромового сплава и диоксида циркония.

Наблюдается типичное для жестких штифтовых конструкций распределение напряжений, заключающиеся в концентрации максимальных нагрузок преимущественно на вершине штифта. Величина последних достигает 27,31 МПа. Следует отметить, что зафиксированы значительные напряжения не только в самой вкладке и на границе штифтовой конструкции с фиксирующим цементом (до 55,85 МПа), но и в стенках корня (до 59,01 МПа), что подвергает последний риску фрактуры.

Для сравнения, максимальные напряжения при использовании предлагаемой конструкции вкладки на вершине штифта при толщине фиксирующего цемента 0,3 мм в указанной области – 9,93 Мпа (редукция на 63,64%). На границе штифтовой конструкции с цементом – 9,31 Мпа (снижение на 83,33%). В стенке корня – 10,06 Мпа (снижение на 85,42%).

III. Сравнение НДС при использовании одно и трехштифтовой конструкции композитной культевой вкладки под действием повышенных внешних нагрузок (350Н, 650Н, 1050Н). Отсутствие атрофии стенок лунки.

1. Толщина цемента 0,5-0,7 мм.

Зафиксировано существенное снижение напряжений на границе штифтовая конструкция – фиксирующий цемент при действии вертикальных и боковых нагрузок в случае использования трех штифтов. При 350Н редукция составила – 15,02 %, при 650Н – 19,92 %, при 1050Н – 15,24 %.

2. Толщина цемента 0,3 мм.

При действии вертикальной нагрузки равной 1050Н в большей степени напряжения визуализируются на границе трехштифтовой вкладки (1 шт. – 14,87 Мпа, 3 шт. – 17,94 Мпа). Данный факт объясняется повышенной жесткостью трехштифтовой конструкции и минимальной толщиной цемента, который не может скомпенсировать столь значительную нагрузку.

В это же время наблюдается снижение напряжений в случае использования трех штифтов при боковых нагрузках. На границе вкладка – фиксирующий цемент при 350Н редукция составила – 20,1%, при 650 – 12,78%, при 1050 – 5,27%.

Зная предел текучести и изгибный модуль, в расчётном ПО были получены значения начала пластических (т.е. необратимых) деформаций при максимальных нагрузках.

Установлено, что область концентрации наибольших напряжений локализуется в дентине зуба на границе с краем искусственной коронки. И несмотря на то, что площадь действия максимальных напряжений мала, последние достигают значительных величин (выше упругой зоны для дентина).

Мы определили преимущество композитно-армированной культевой штифтовой вкладки перед одноштифтовой модификацией в виде повышения порога необратимых деформаций при максимальных нагрузках и толщине фиксирующего цемента 0,3 мм. А также зафиксировали неоспоримое влияние толщины фиксирующего материала в виде прямо противоположных результатов в случае использования лютинг-агента толщиной 0,5-0,7 мм.

Учитывая значимое влияние описанного фактора, можно рекомендовать сохранение прецизионности вкладки в цервикальной области и увеличение толщины цемента в других участках (к примеру, за счет пескоструйной обработки перед фиксацией).

IV. Сравнение НДС при использовании одно и трехштифтовой конструкции композитной культевой вкладки и различном уровне закрепления зуба, имитирующем атрофию костных стенок зубной альвеолы.

Мы провели анализ НДС при стандартной разнонаправленной нагрузке в 150Н при значениях уровня костной поддержки +0,5, -0,5, -1 и -1,5 мм от первоначального. Исследование не выявило отличий в распределении напряжений как в стенках корня, так и на поверхности штифтовой конструкции при использовании разного количества армирующих штифтов.

В то же время можно констатировать факт увеличения пятна напряжений в стенках зуба при снижении уровня прикрепления, которому соответствует увеличение атрофии стенок лунки. Так, при атрофии костной ткани на 0,5 мм эквивалентные напряжения в стенке корня увеличиваются на 13,4% по сравнению с изначальным уровнем закрепления (до 56,7 МПа), при атрофии 1 мм – на 36% (до 68 МПа), при атрофии 1,5 мм – на 58% (до 80 МПа)

Соответственно, напряжения в сохранных зубных тканях и собственно штифтовой конструкции можно уменьшить путем увеличения длины штифта, а именно глубины его погружения относительно границы закрепления. Последнее осуществимо без риска сконцентрировать опасную нагрузку на вершине штифта, что бы произошло в случае применения жесткой штифтовой конструкции.

Заключение.

1. При различной толщине фиксирующего цемента зафиксирован эффект от использования трех штифтов в виде значительного (до 23,12%) снижения напряжений на границе «вкладка – цемент» при воздействии разнонаправленных нагрузок, что уменьшает риск расцементировки и поломки ортопедической конструкции. Снижение напряжений в твердых тканях зуба при использовании предлагаемой нами вкладки составило до 11,95%.

2. В случае применения жестких штифтовых конструкций на основе диоксида циркония и кобальто-хромового сплава были зафиксированы значительные (до 59,01 Мпа) напряжения подвергающие корень риску фрактуры. Для сравнения, предлагаемая конструкция вкладки позволяет снизить величину эквивалентных напряжений. Так на вершине штифтовой конструкции напряжения ниже на 63,64%, на границе сред – на 83,33%, в дентине корня – на 85,42%.

3. Анализ распределения напряжений показал, что неоспоримое и существенное влияние на картину НДС оказывает толщина фиксирующего композиционного цемента. Было продемонстрировано, что слой цемента деформируется больше всего, но при этом напряжения в нем малы. За счет высокой эластичности он играет роль своеобразного демпфера и релаксатора напряжений, что зафиксировано в значительном снижении нагрузок как в дентине корня, собственно штифтовой конструкции, так и на границе сред при использовании прослойки фиксирующего агента большей толщины. Так при приложении левосторонней нагрузки величиной 150Н напряжения при использовании одноштифтовой вкладки и цемента толщиной 0,3 и 0,5-0,7 мм составили на границе сред 12,11 Мпа и 5,55 Мпа соответственно (редукция 54,17%). При применении трехштифтовой вкладки напряжения с увеличением толщины цементной прослойки снизились с 9,31 Мпа до 4,6 Мпа (редукция 50,6%).

Литература

1. Рубникович, С.П. Способ протезирования полных дефектов коронок зубов штифтовыми вкладками / С.П. Рубникович // Дост. мед. науки Беларуси. – 2001. – Вып. 6. – С. 144-145.
2. Рубникович, С.П. Анализ напряженно-деформационного состояния корня зуба, восстановленного литой культевой штифтовой вкладкой методом цифровой спекл-фотографии / С.П. Рубникович, Н.А. Фомин, Н.Б. Базылев // Современная стоматология. – 2001. – №3. – С. 50-52.
3. Żarów, M. EndoProtetyka. Przewodnik dla praktyki / M. Żarów, C. D'Arcangelo, L. A. Felipe, G. Paniz, G. Paolone. – Warszawa: Kwintesencja, 2013. – 309 p.
4. Штифтовая культевая вкладка: пат. №10452 Респ. Беларусь / С.П. Рубникович, А.Д. Фисюнов, В.Ч. Недень; № и 20140267; заяв. 18.07.2014.

МЕТОД БИОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННО - ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ «ШТИФТОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ - ФИКСИРУЮЩИЙ ЦЕМЕНТ - ТВЕРДЫЕ ТКАНИ ЗУБА»

С.П. Рубникович¹, А.Д. Фисюнов², Я.И. Шукевич³

¹*Белорусская медицинская академия последипломного образования*

П. Бровки, 3, корп. 3, Минск, 220013, Беларусь

²*Витебский государственный медицинский университет*

Фрунзе, 27, Витебск, 210023, Беларусь

³*Белорусский национальный технический университет*

пр-т Независимости, 65, Минск, 220013, Беларусь

В качестве функциональной характеристики зуба, подверженного действию жевательной нагрузки может быть использовано его НДС (напряжено-деформированное состояние). Анализ НДС служит основой для последовательного описания и понимания роли штифтовой конструкции при восприятии зубом функциональных нагрузок.

Авторами разработана методика оценки НДС системы “штифтовая конструкция – фиксирующий цемент – твердые ткани зуба” методом конечных элементов на трехмерной математической модели при разнонаправленных нагрузках.

Введение

Зуб и окружающие его ткани составляют единую биомеханическую структуру, обеспечивающую восприятие, распространение и поглощение циклической жевательной нагрузки. При механическом воздействии эта структура способна в определенной степени деформироваться и полностью восстанавливаться в исходное состояние после снятия нагрузки. Поэтому внедрению любого нового метода ортопедического лечения должен предшествовать тщательный биомеханический анализ [1].

Дефекты зубных тканей нарушают целостность биомеханической структуры зуба, приводят к концентрации внутренних напряжений и формированию зон локальной усталости. Это ведет к образованию микротрещин, которые, сливаясь между собой, могут стать причиной перелома. Восстановление биомеханической целостности зуба является важной задачей при лечении дефектов твердых тканей. Оптимальное сочетание трех элементов: твердых тканей зуба, собственно восстановительной конструкции и прочного соединения между ними является залогом надежного и долговечного функционирования восстановленного зуба [2].

Предварительная научно обоснованная оценка напряженно-деформированного состояния служит основой для последовательного описания и понимания роли штифтовой конструкции в передаче зубом функциональных нагрузок, что дает возможность выбрать наиболее рациональный вариант конструкции протеза [3].

Теоретический анализ.

Согласно определению, напряженно-деформированное состояние – это совокупность внутренних напряжений и деформаций, возникающих при действии на материальное тело внешних нагрузок, температурных полей и других факторов.

Для изучения полей напряжений, перемещений и деформаций, в свое время широкое применение нашел метод фотоупругости. Исследования показали, что метод фотоупругости является информативным в широких диапазонах изменений параметров модели в ее напряженном состоянии. Однако, использование данного метода возможно лишь при создании оптически-прозрачной модели, что требует дополнительного использования численных методов исследования. Для устранения этого неудобства был разработан метод голографической интерферометрии.

Голографический метод позволяет зарегистрировать волну, рассеянную объектом, а затем восстановить ее с точностью, допускающей интерферометрическое сравнение с волной, рассеянной тем же объектом, но в другое время [2].

С помощью метода голографической интерферометрии могут быть измерены деформации, напряжения, изгибающие моменты и их связь с компонентами смещения, распределение амплитуд механических вибраций и температурных деформаций [4].

Обладая рядом достоинств, метод голографической интерферометрии не лишен и недостатков. Процесс записи и обработки голограмм довольно сложен и трудоемок: низкая чувствительность фотоматериалов требует экспозиций порядка секунд, мокрая обработка фотопластинок и визуальное считывание интерферограмм нуждается в специальных навыках операторов. Неудобство вызывает необходимость хранить большие массивы информации на фотопластинках или делать с голограмм фотографии [5].

Простым и информативным способом определения полей деформации исследуемого образца в настоящее время является функциональная оценка напряженно-деформационного состояния твердых тканей зубов и ортопедических конструкций на основе цифрового лазерного спекл-фотографического анализа.

Метод основан на регистрации и анализе спекл-полей. Основные преимущества спекл-фотографии заключаются в снижении требований к механической стабильности и когерентности, легко перенастраиваемой чувствительности, простоте измерений смещений в плоскости. Метод цифровой динамической спекл-фотографии позволяет выводить динамическую картину корреляционных полос прямо на экран дисплея, минуя какую-либо фотозапись, точную установку фотопластинки и т.д. Доступность применения этого метода в исследованиях позволяет использовать его в различных корреляциях, что ведет к решению более сложных задач [5, 8, 9].

Для анализа различных аспектов процесса лечения в стоматологии в последнее время все шире применяются методы механико-математического моделирования. Математическое моделирование НДС может быть проведено методом конечных элементов (МКЭ), который составляет алгоритмическую основу большого числа прикладных программ для ЭВМ. В МКЭ поведение системы в целом проводится на основе априори известной информации о законах поведения отдельных ее малых частей – конечных элементов. Для моделирования тканей зуба, его окружения и исследуемой восстановительной конструкции используется в той или иной степени адекватная модель в виде набора отдельных, конечных элементов. Модель, представляющую собой систему уравнений, которые описывают форму и особенности строения зуба, окружающих его тканей и ортопедической конструкции, создают на основе изучения физических характеристик указанных элементов [1].

Конечно-элементные модели, содержащие несколько десятков и даже сотен тысяч конечных элементов, формируются с помощью вычислительной техники, что дает возможность с требуемой точностью получить геометрические характеристики сложных пространственных объектов. При численном моделировании важную роль играют физико-механические свойства биологических тканей и материалов, а также способы точного описания процесса функциональной нагрузки протетической конструкции и законов распределения жевательных усилий между опорными тканями зубочелюстной системы [1,2,10].

Методика.

Для изучения НДС в системе “штифтовая конструкция – фиксирующий цемент – твердые ткани зуба” методом конечных элементов на трехмерной математической модели при разнонаправленных нагрузках нами при сотрудничестве с научно-исследовательской лабораторией «Динамика систем и механика материалов» (НИЛ ДСиММ) Белорусского национального технического университета (БНТУ) была построена трехмерная

математическая модель, включающая в себя в качестве исходных данных характеристики твердых тканей зуба, восстановительной штифтовой конструкции, покрывающей ее искусственной коронки и фиксирующего цемента.

Для построения математической модели использовали специальные параметры, которые разделили на три группы:

I. Геометрические параметры (геометрические свойства объектов).

Трехмерная геометрия зуба была реконструирована следующим способом: за основу взяли удаленный 3.4 зуб с интактной коронковой частью. После проведенного эндодонтического лечения и отсечения коронки выполнена подготовка твердых тканей под штифтовую конструкцию. Далее смоделирована собственно штифтовая конструкция, изготовлена временная коронка. Описанный прототип зуба отсканировали на конусно-лучевом компьютерном томографе Planmeca ProMax 3D.

Для создания твердых тел из томограмм, представляющих собой трехмерные облака точек формата .dcm, а также для получения корректной и избавленной от погрешностей сканирования (ошибочных точек и поверхностей) геометрии модели, имеющиеся томограммы обрабатывались в среде геометрического моделирования SolidWorks.

Собственно создание конечно-элементных моделей и расчет проводился с использованием программы Comsol Multiphysics 5.0 (рис. 1). Сетка конечных элементов в модели насчитывала около 1,1 миллиона элементов.

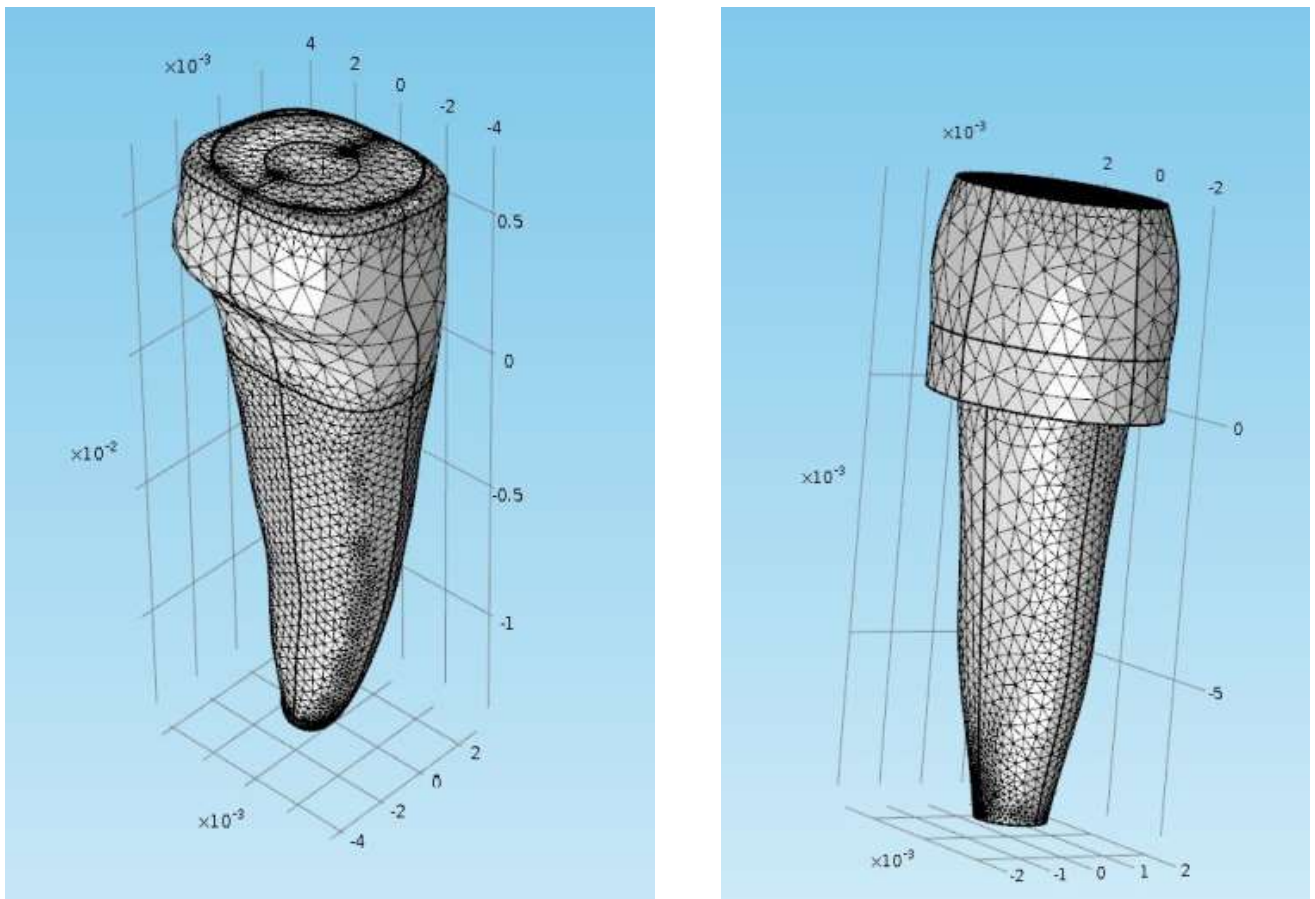


Рис. 1. Сетка конечных элементов для восстановленного зуба (слева) и штифтовой конструкции (справа)

Для изучения биомеханических процессов в системе "штифтовая конструкция – фиксирующий цемент – твердые ткани зуба" рассматривали ситуации четырех вариантов модели зуба, восстановленных при помощи различных культевых штифтовых вкладок.

Клинически перечисленным вариантам математических моделей соответствовали корни зубов, восстановленные с помощью исследуемых видов штифтовых конструкций.

Расчёт был дополнен изучением распределения механических напряжений при следующих условиях:

- 1) различной толщине фиксирующего цемента от 0,3 до 0,7 мм.
- 2) дифференцированном уровне закрепления корня, имитирующем атрофию костных стенок лунки (от +1,5 мм до – 1,5 мм, амплитуда 3 мм, шаг измерения 0,5 мм);
- 3) максимальных нагрузках (350Н, 650Н, 1050Н).

II. Механические параметры (механические свойства тканей).

Эти величины являются математической интерпретацией особенностей гистологического строения органов человека, а также восстановительных конструкционных материалов (табл. 1). Модель включала следующие компоненты:

- твердые ткани зуба представлены дентином;
- апикальная треть корневого канала заполнена гуттаперчей;
- корень окружен периодонтальной связкой толщиной 0,2 мм;
- конструкционный материал штифтовой конструкции;
- свойства искусственной коронки соответствовали механическим параметрам коронки из прессованной керамики (E.max, Ivoclar-Vivadent);
- в качестве характеристик фиксирующего цемента были использованы механические свойства композиционного цемента двойного отверждения RelyX™ U200, 3M ESPE).

По умолчанию корень зуба был закреплен следующим образом: край кортикальной пластинки располагался на 2 мм ниже края искусственной коронки, что соответствовало естественной высоте костной поддержки без признаков резорбции стенок лунки.

Таблица 2. Физико-механические характеристики тканей зуба и конструкционных материалов

Компоненты математической модели	Модуль Юнга, ГПа	Коэффициент Пуассона	Плотность, kg/m ³	Предел текучести σ_{GS} , МПа	Изгибный модуль E_t , МПа
Кортикальная пластинка костной ткани	13,7	0,3	2000		
Периодонтальная связка	0,05	0,45	1100		
Дентин	18,6	0,32	2100	161	16000
Эмаль	84	0,33			
Гуттаперча	0,00069	0,45	950		
Композит	16,6	0,24	1900	150	300
Стекловолоконный штифт	30,5	0,22	2000		
RelyX™ U200	6,6	0,33	2100		
E.max	95	0,23	2500	320	3200
Co-Cr сплав	220	0,33	8500		
Диоксид циркония	210	0,278	6050		

Зная предел текучести и изгибный модуль, в расчётном ПО были получены значения начала пластических (т.е. необратимых) деформаций при максимальных нагрузках.

III. Характеристики внешних нагрузок.

Анализировались различные схемы нагружения исследуемого зуба. При моделировании математических моделей изучали напряжения при нагрузках:

- 1) в вертикальном направлении, параллельно центральной оси зуба;
- 2) в боковых направлениях справа и слева;
- 3) косо направленных справа и слева. Под углом 45°.

Нагрузка по умолчанию во всех вариантах математической модели была равной 150Н и прикладывалась к окклюзионной поверхности зуба.

Результаты и их обсуждение.

Разработана методика оценки НДС в системе “штифтовая конструкция – фиксирующий цемент – твердые ткани зуба” методом конечных элементов на трехмерной математической модели при разнонаправленных нагрузках. Полученная математическая модель позволила проанализировать НДС восстановленного зуба для каждого конкретного случая и остановить выбор на наиболее рациональном варианте для пациента. С помощью программы Comsol Multiphysics 5.0. для каждого варианта системы «штифтовая конструкция – фиксирующий цемент – твердые ткани зуба» были получены карты распределения эквивалентного напряжения, вызванные внешней нагрузкой. Полученные поля напряжений оценивали по хроматической шкале, где каждый цвет имеет свой показатель напряжения, численно выражающийся в исследуемой модели. При расчете предельных состояний использовался прочностной критерий Мизеса. Зафиксированные в процессе моделирования цифровые данные были подвергнуты статистической обработке.

Заключение.

Исследования по изучению напряженно-деформированного состояния, возникающего в твердых тканях зуба и протезе, являются актуальными в современной стоматологии. Анализ литературных источников свидетельствует, что применение в стоматологии математических расчетов и экспериментальных методов теории упругости оправдано и позволяет научно обосновано решать вопросы качества сопоставления и количественного определения величин напряжений и деформаций.

Литература

1. Trivedi, S. Finite element analysis: A boon to dentistry / S. Trivedi // J Oral Biol Craniofac Res. – 2014. – №4(3). – P. 200-203.
2. Чумаченко, Е.Н. Теоретические основы компьютерного моделирования биомеханических зубочелюстных систем / Е.Н. Чумаченко, И.В. Логашина, И.Ю. Лебедеко // Вестник российской академии естественных наук. – 2014. – №1. – С. 98-105.
3. Кудина, Л.Б. Цифровая спекл интерферометрия в стоматологии / Л.Б. Кудина, А.В. Осинцев, В.П. Щепинов, И.Ю. Лебедеко, Т.Э. Глебова, С.М. Вафин // Современная ортопедическая стоматология. – 2011. – №16. – С. 14-17.
4. Рубникович, С.П. Методы определения напряженно-деформационного состояния твердых тканей зубов и ортопедических конструкций / С.П. Рубникович, С.А. Наумович // Медицинский журнал. – 2008. – №1. – С. 7-10.
5. Рубникович, С.П. Функциональная оценка напряженно-деформационного состояния зубных протезов на основе цифрового лазерного спекл-фотографического анализа / С.П. Рубникович // Стоматологический журнал. – 2007. – №3. – С. 247-250.
6. Рубникович, С.П. Лазерно-оптическая диагностика в стоматологии: учебно-методическое пособие / С.П. Рубникович, Ю.Л. Денисова, И.Н. Барадина, И.С. Хомич, А.И. Майзет. – Минск: БелМАПО, 2014. – 23 с.
7. Денисова, Ю.Л. Диагностика напряжений и деформаций твердых биотканей с помощью спекл-технологий в стоматологии / Ю.Л. Денисова, Н.Б. Базылев, С.П. Рубникович, Н.А. Фомин. – Минск, 2013. – 42 с. – Препринт ИТМО НАН Беларуси №7.
8. Тучин, В.В. Лазеры и волоконная оптика в биомеханических исследованиях / В.В. Тучин – Саратов: изд-во Саратовского университета, 1998. – 384 с.
9. Фомин, Н.А. Анализ напряженно-деформационного состояния корня зуба, восстановленного литой культевой штифтовой вкладкой методом цифровой спекл-фотографии / Н.А. Фомин, С.П. Рубникович, Н.Б. Базылев // Современная стоматология. – 2001. – №3. – С. 50-52.
10. Семенюк, В.М. Применение метода конечных элементов в стоматологии (обзор литературных источников) / В.М. Семенюк, И.Н. Пугалова, А.В. Артюхов, А.В. Сырцова, А.К. Гуц // Математические структуры и моделирование. – 2002. – №9. – С. 1-11.

АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВОДИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРИГОДНОСТИ

О.В. Павловская

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь*

Актуальность исследования надежности профессиональной деятельности водителей автотранспортных средств, как специалистов экстремального профиля, определяется увеличением требований к функциональной надежности профессионала технологических профессий, увеличением скоростей во всех сферах деятельности, необходимостью обеспечения медико-физиологической безопасности водительской деятельности и безопасности дорожного движения в целом. Для чего необходимы исследования ведущих психологических функций, для научного обоснования и более точной дифференциации в определении совокупности индивидуально-психологических и психофизиологических критериев оценки надежности, а в итоге выделение классов профессиональной пригодности. Результаты работы представляют интерес для специалистов в области водительской медицинской комиссии, людей, отвечающих за контроль дорожно-транспортной системы, а также полезны для внедрения на уровне автошкол.

Введение

В настоящее время деятельность водителя сопряжена с большим количеством стрессоров, физической и психоэмоциональной нагрузкой. Являясь участником дорожного движения, от водителя требуется соблюдение таких обширных и ответственных функциональных обязанностей, при которых субъект должен обладать совокупностью индивидуально-психологических качеств, отвечающих требованиям надежности, и обеспечивающих безошибочное и точное выполнение профессиональных действий.

Надежность деятельности водителя, являющегося оператором технических систем (автомобиля), обеспечивается не только личностными особенностями подструктуры направленности и опыта, но и совокупностью психодинамических характеристик, определяющих скорость реакции, координацию и согласованность действий, совершаемых одновременно, моторную ловкость, высокую пропускную способность зрительного анализатора, что особенно необходимо в опасных, экстремальных дорожных ситуациях. Следовательно, только существующими процедурами профессионального психологического отбора в обеспечении надежности деятельности водителя ограничиться невозможно. Тут необходима непрерывная и качественная реконструктивная активность биопсихического уровня личности. Поэтому стимулирование глубинных психодинамических структур психики должно быть направлено на формирование психофизиологических функциональных систем, обеспечивающих безошибочное выполнение скоростных элементов деятельности, высокие параметры самоконтроля на уровне автоматизмов. Все это влечет за собой необходимость определения и изучения основных показателей надежности и разработки комплекса мер, по созданию специальных программ повышения надежности профессионала, программ, позволяющих расширить резервные возможности психики.

Однако в настоящее время отсутствует перечень психофизиологических характеристик, необходимых для диагностики функционального состояния человека в случае профессионального отбора на должность оператора автотранспортных средств. Актуальной задачей является использование информационных технологий для диагностики психофизиологического состояния человека.

Все это обеспечит повышение качества профессионального отбора и адаптации водителей, обеспечения условий психологической экспертизы и разработки на этой основе программ, способствующих повышению уровня профессиональной надежности.

Теоретический анализ.

Для интегрального анализа критериев оценки надежности деятельности водителей и разделение их профессиональной пригодности на различные классы, необходимо изучить проблему диагностики и мониторинга функционального состояния (ФС) операторов транспортных средств, которая показывает необходимость априорного определения перечня тех ФС, которые оказывают существенное влияние на функциональную надежность профессиональной деятельности. В связи с этим особое значение приобретает диагностика текущего ФС водителя и определение степени развития того или иного ФС из неограниченного множества возможных ФС. Ключевым моментом в описании и оценивании ФС является не только анализ абсолютных значений показателей, но и анализ основных тенденций в характере изменений (динамики) показателей и соотношения между значениями показателей [1].

После завершения мониторинга ФС оператора необходимо проведение комплекса мероприятий, направленных на обеспечение должной функциональной надежности его профессиональной деятельности, поэтому основными аспектами мониторинга ФС являются:

- своевременное (на ранних стадиях развития) выявление негативных изменений ФС как на основе анализа динамики изменения его показателей, так и на основе анализа динамики условий выполнения оператором задач профессиональной деятельности;
- обеспечение своевременной оптимизации, а при необходимости, коррекции ФС на основе данных о динамике выявленных изменений его показателей (индексов).

Существуют два подхода к диагностике и мониторингу ФС специалиста-оператора: моно- и полипараметрический [2].

Суть монопараметрического подхода заключается в использовании для описания ФС показателей состояния одной из функциональных систем организма, как правило, центральной нервной системы, или сердечно-сосудистой, или респираторной, или системы кровообращения. Однако, по мнению многих исследователей, оценить ФС по отдельным физиологическим показателям, тем более без учета эффективности деятельности, невозможно. Наиболее существенным недостатком монопараметрического подхода является неспецифичность наблюдаемых изменений показателей для конкретных ФС. В этом случае правильнее говорить не об оценке и тем более не о прогнозировании ФС, а об определении степени активности напряжения функционирования тех или иных систем организма.

Более полно оценить ФС оператора возможно при реализации полипараметрического подхода с использованием комплекса диагностических методик. Это обусловлено тем, что ФС является системным ответом организма на выполнение определенной профессиональной деятельности в конкретных условиях, т. е. когда этот организм обладает достаточной степенью устойчивости и допускает, в определенных пределах, колебание отдельных показателей ФС при условии сохранения структуры взаимного взаимодействия функциональных систем организма. Поэтому при диагностике ФС оператора важно выявлять не только количественные и качественные характеристики различных функциональных систем организма, но и определять степень и характер их взаимодействия.

В большинстве случаев принято различать физиологические, психологические и психофизиологические методы мониторинга ФС [3]. Физиологические методы позволяют оценить ФС на основе динамики показателей активности функционирования систем организма. К их числу относятся электрофизиологические показатели (электроэнцефалография, электромиография, кожно-гальваническая реакция и др.), характеристики частоты сердечных сокращений, артериального давления, дыхания, состояние тонуса сосудов, величина зрачка, биохимические сдвиги и т. п. Психологические методы позволяют оценить ФС оператора в контексте исследований уровня утомления и динамики работоспособности при помощи субъективных оценок (опросники и методики

шкалирования субъективного состояния) и психофизиологических процессов. Опросники позволяют выявить качественные симптомы утомления, представленные в тесте и осознаваемые человеком.

Показатели успешности (или эффективности) профессиональной деятельности относятся к прямым показателям уровня работоспособности или классам профессиональной пригодности. Различают три группы методик, позволяющих количественно и качественно оценить профессиональную работоспособность оператора. В зависимости от того, на каком уровне исследуется профессиональная деятельность, оценивается ли эффективность отдельных элементарных действий, операций или в целом системы управления, применяются элементарные, операционные и интегральные диагностические методики [4].

При регистрации физиологических характеристик мониторинг ФС требует предварительного согласования данных, получаемых с помощью электрофизиологических, субъективно-психологических и психометрических методов, с последующим анализом результатов и переходом от системы частных показателей к интегральным. Всякое состояние является как переживанием субъекта, так и деятельностью различных его функциональных систем. Таким образом, в любом психофизиологическом состоянии должны быть представлены три уровня реагирования: психический, физиологический и поведенческий.

Непосредственно к психофизиологическим характеристикам относят функции высшей нервной деятельности (свойства нервных процессов, характеристики памяти, внимания и мышления), функции зрительного анализатора (время реакции на световые раздражители, критическую частоту слияния мельканий, пропускную способность анализатора, скорость зрительного восприятия), функции слухового анализатора (время реакции на звуковые раздражители), функции двигательного анализатора (динамический и статический тремор, точность движений), функции тактильного анализатора (время реакции на тепловой и холодовой раздражители) [5].

Выбор физиологических, психологических показателей функционального состояния и методик регистрации параметров, характеризующих это состояние, определяется в каждом отдельном случае, конкретными задачами обследования операторов и особенностями их профессиональной деятельности.

Методика и экспериментальная часть исследования.

Для проведения экспериментального исследования динамики показателей надёжности водителей автотранспортных средств было организовано теоретическое и эмпирическое изучение параметров, представляющих интерес для анализа психологических и психофизиологических механизмов надёжности деятельности водителей. Исследование проводилось в три этапа.

На первом этапе была определена основная выборка испытуемых, которая была представлена людьми с наличием водительского удостоверения категории «В» с различным стажем вождения автотранспортного средства. Основную контрольную группу составили 48 человек из общего числа обследованных лиц (151 человек). Испытуемые контрольной группы находились в возрасте от 18 до 61 лет. Наибольшее количество испытуемых составили лица в возрасте 22 - 30 лет, доля которых 63,8 % от общего числа обследованных лиц в основной группе. Менее всего в основной группе представлена возрастная категория 31-45 лет (20,8 %) и от 46 лет (15,4 %). Преимущественно респондентами были мужчины (30 человек) 62,5%, а женщины (18 человек) составляли 37,5% от числа лиц контрольной группы.

На втором этапе было проведено психодиагностическое обследование и тестирование с помощью аппаратно-программного комплекса «УПДК-МК» всех 151 человека-испытуемых. После психодиагностического исследования при помощи методов

сравнительного, корреляционного и факторного анализа было систематизировано пространство психодиагностических параметров «УПДК-МК», как показателей, влияющих на поведение водителей в различных ситуациях на дороге, и осуществлен выбор определяющих психодиагностических показателей. Были выявлены достоверно значимые различия между нормативными показателями, определяющие группу профессиональной пригодности, и результатами нормативных показателей контрольной группы по индивидуально-психологическим и психофизиологическим параметрам личности и поведения, являющимися определяющими в аспекте надежности профессиональной деятельности. Отличия от нормативных показателей послужили основанием в описании симптомокомплекса индивидуально-психологических и психофизиологических особенностей водителей автотранспортных средств, а также комплекса профессионально значимых психофизиологических и индивидуально-психологических показателей надежности профессиональной деятельности водителей. Полученные результаты, не соответствующие нормативным, послужили основанием для разработки программы коррекции и развития показателей надёжности профессиональной деятельности водителей.

На третьем этапе была сформирована контрольная учебная группа из числа водителей автотранспортных средств, в которую входили 48 человек. Далее была проведена программа коррекции и развития показателей надежности профессиональной деятельности под руководством тренера (исследователя) с целью повышения качества профессиональной деятельности, профессионального роста респондентов, снижения неблагоприятных последствий, связанных с безопасностью труда, совершением ошибочных действий, высоким травматизмом, аварийностью. После была выдана респондентам инструкция проведения данной тренировки самостоятельно в практических условиях. Через 6 месяцев, после проведения всего цикла занятий, направленных на коррекцию и развитие показателей надежности профессиональной деятельности водителей было проведено повторное занятие с тренером (исследователем) и выполнена повторная диагностика на аппаратно-программном комплексе «УПДК-МК». Результаты были подвергнуты математической обработке, проведен сравнительный анализ показателей до и после воздействия, сформулированы выводы по результатам исследования и выработаны практические рекомендации.

Результаты и их обсуждение.

Увидеть более детальную картину критериев оценки надежности деятельности водителей, позволил корреляционный анализ, осуществленный по Пирсону. В него были включены 25 количественных показателей, оценивающих 5 критериев надежности работы водителей, которые образуют такие психические процессы, как уровень восприятия скорости и расстояния, распределение внимания, эмоциональную устойчивость, сложную двигательную реакцию, склонность к риску. А также включена переменная «Группа профпригодности», которая принимает значения от 1 до 4 в зависимости от принадлежности водителя к группе профессиональной пригодности: чем выше уровень пригодности и, соответственно, уровень допуска, тем выше значение данной переменной.

Прежде всего рассмотрим матрицу корреляций переменной «Группа профпригодности» с измеренными у водителей психологическими и психофизиологическими характеристиками, куда вошли только статистически значимые коэффициенты ($p < 0,05$). Среди всех 25 показателей надежности деятельности водителя, 6 оказались значимо связанными с группой его профпригодности, из них 5 – отрицательно (это «Количество баллов» ($r = -0,54$), «Количество недостоверных кругов» ($r = -0,35$), «Количество ошибок с помехой» ($r = -0,48$), «Разница количества ошибок с помехой и без помехи» ($r = -0,36$) и «Количество нажатий на кнопку при отсутствии сигнала» ($r = -0,33$)). Отрицательно коррелирующие с группой профпригодности переменные имеют с ней слабую связь, за исключением количества баллов по склонности к риску – данная

переменная имеет умеренную корреляцию. Переменная «Количество точных попаданий» коррелирует с группой профпригодности умеренно положительно ($r=0,55$).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что группа профпригодности водителя, отражающая уровень надежности его профессиональной деятельности, связана с некоторыми показателями, которые оценивают уровень восприятия водителем скорости и расстояния, его склонность к риску, эмоциональную устойчивость, а именно устойчивость против помех, а также такой аспект выполнения сложного двигательного действия, как реагирование в отсутствие сигнала. Как показывают результаты корреляционного анализа, уровень профессиональной пригодности водителя тем выше, чем выше его уровень восприятия скорости и расстояния. В то же время высокий уровень водительской профпригодности наблюдается при низких оценках у водителя склонности к риску, при малом количестве допускаемых им ошибок в ситуации возникновения помех, способных нарушить его эмоциональную устойчивость, и при малом количестве сложных зрительно-моторных реакций в отсутствие надлежащего сигнала.

Интерес представляет также картина связей между самими показателями критериев надежности профессиональной деятельности водителя. Так, показатель уровня восприятия скорости и расстояния статистически значимо слабо положительно коррелирует с показателями внимания, направленного на зрительные ($r=0,30$) и на слуховые стимулы ($r=0,31$), а также слабо отрицательно – с оценкой склонности к риску (переменная «Количество недостоверных кругов»; $r=-0,33$) и с показателем, оценивающим снижение уровня внимания к слуховым стимулам ($r=-0,31$).

При исследовании статистически значимых коэффициентов корреляции, свидетельствующих о связи каждого из показателей склонности водителя к риску с одним из показателей, позволяющих охарактеризовать его эмоциональную устойчивость, следует отметить, что количество набранных испытуемым баллов по склонности к риску слабо положительно связано с количеством допускаемых им ошибок в ситуации помехи ($r=0,32$), а количество недостоверных кругов как еще один показатель склонности к риску имеет слабую положительную связь с разницей количества ошибок с помехой и без помехи ($r=0,30$). Таким образом, можно говорить о том, что склонность водителя к риску возрастает с уменьшением его эмоциональной помехоустойчивости.

Из всех показателей распределения внимания лишь среднее время реагирования в задании 1 статистически значимо слабо положительно коррелирует с двумя показателями осуществления сложной моторной реакции: со средним временем реагирования в задании 1 ($r=0,38$) и со средним временем реагирования в задании 2 ($r=0,49$). Если учесть, что все три переменные, так или иначе, измеряют среднее время реагирования на зрительные стимулы, связь первой с двумя остальными вполне объяснима.

Заключение.

В результате исследования, выявлено отсутствие перечня психофизиологических характеристик, необходимых для диагностики функционального состояния человека в случае профессионального отбора на должность оператора транспортных средств. Показано, что психофизиологическое состояние человека является определяющим при решении вопросов профессионального отбора на должности операторов транспортных средств, допуска операторов к выполнению прямых обязанностей и определению класса профессиональной пригодности. Формирующий эксперимент позволил не ограничиваться регистрацией выявляемых фактов, а через создание специальных техник и средств раскрывать механизмы, динамику, тенденции психического развития изучаемых особенностей личности испытуемых, определяя возможности повышения надежности их профессиональной деятельности.

Целью дальнейших работ является внедрение данной диагностики во специализированные места работы людей, связанные с автотранспортом, а также

дальнейшая работа над усовершенствованием коррекционной программы на основе мониторинга психофизиологических показателей водителей автотранспортных средств.

Литература

1. Губинский, А. И. Характеристики человека как звена систем управления : учеб. пособие / А. И. Губинский, Г. Д. Лаушкин, П. И. Падерно. –Л. : ЛЭТИ, 1982. – С. 47.
2. Рыжков, Ф. Н. Надежность технических систем и управление риском: учеб. пособие / Ф. Н. Рыжков, В. И. Томаков. – Курск : Курск.гос. техн. ун–т, 2000. – С. 346.
3. Activity in the human brain predicting differential heart rate responses to emotional facial expressions / Н. D. Critchley [et al.] // Neuroimage. – 2005. – Vol. 24, № 3. – P. 751–762.
4. Wilhelm, F. H. Assessment of heart rate variability during alterations in stress: complex demodulation vs. spectral analysis / F. H. Wilhelm, P. Grossman, W. T. Roth // Biomed Sci Instrum. – 2005. – № 41. – P. 346–351.
5. Марченко, А. А. Применение стабелографии для оценки функционального состояния человека-оператора в процессе профессиональной деятельности / А. А. Марченко, С. С. Слива // Известия ТРТУ. Тематический выпуск «Материалы научно-технической конференции – Медицинские информационные системы – МИС–2002». – Таганрог : ТРТУ, 2002. – № 5(28). – С. 220.

ОПЫТ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ АНКИЛОЗИРУЮЩИМ СПОНДИЛОАРТРИТОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИОПУНКТУРЫ

С.В. Хидченко¹, Л.А. Малькевич¹, Л.В. Подсадчик², А.И. Устинова¹

¹УО «Белорусский государственный медицинский университет»¹
пр. Дзержинского 83, 220116, Минск, Беларусь

²ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования»
Ул.П.Бровки 3,220013, Минск, Республика Беларусь

Приведен опыт лечения пациентов анкилозирующим спондилоартритом с использованием локальной воздушной криопунктуры. Применение локальной криопунктуры и в комплексном лечении и реабилитации больных анкилозирующим спондилоартритом повышает эффективность лечения, что в сравнительном исследовании подтверждается достоверным уменьшением болевого, воспалительного синдромов. увеличивает двигательную активность больных, что снижает степень социальной недостаточности и отодвигает сроки наступления инвалидности.

Введение.

Анкилозирующий спондилоартрит (АС, болезнь Бехтерева) - воспалительное поражение структур позвоночника (позвонков, межпозвоночных суставов, связок) и в некоторых случаях периферических суставов, а также околоуставных структур, воспалительный синдром, определяемый при проведении исследований крови (повышение СОЭ, С-реактивного белка). У 90% больных АС заболевание ассоциировано с антигеном гистосовместимости HLA-B27. Крайне важным для установления диагноза спондилоартритов является выявление воспалительного поражения крестцово-подвздошных суставов (сакроилеит), осуществляемое рентгенографически, а при возможности – с помощью магнитно-резонансной томографии (позволяет произвести визуализацию воспаления на более ранних этапах) или при помощи сцинтиграфии/ультрасонографии костно-суставной системы.

Комплекс реабилитационных мероприятий больных с АС должен быть направлен на подавление активности и прогрессирования процесса, купирование болевого синдрома (боли в позвоночнике, крестцово-подвздошных суставах и/или периферических суставов), скованности, профилактику обострения, поддержку способности пациента к работе и, в конечном итоге, улучшение качества жизни.

Среди лечебных и реабилитационных средств ведущее место занимают физиотерапевтические методы лечения, выбор и направленность которых зависит от

степени активности воспалительного процесса и стадии заболевания [1]. При высокой степени активности физиотерапия применяется ограниченно, однако, в последние годы актуальным становится использование криогенных технологий (воздействие холодом - локальная и общая воздушная криотерапия)[2].

Воздушная криотерапия обладает обезболивающим (блокирование ноцицептивной проводимости и повышение болевого порога), противоотечным (улучшение микроциркуляции крови и трофики в тканях, увеличение артериального кровотока и венозного оттока), противовоспалительным (снижение активности медиаторов воспаления, ингибирование лизосомальных протеаз, бактериостатическое действие холода), миорелаксирующей (ликвидация мышечных контрактур и снижение тонуса), иммуномодулирующей (уменьшается количество циркулирующих иммунных комплексов и специфических антигенов, увеличивается титр комплемента и интерферона, оптимизируется хелперно-супрессорная функция клеточного иммунитета) действием[3].

Материалы и методы

Нами проведено изучение клинической эффективности криопунктуры (локальной воздушной криотерапии на акупунктурные точки) у больных анкилозирующим спондилоартритом.

Под наблюдением находились 12 добровольцев, больных АС. Все пациенты получали традиционное медикаментозное лечение, которое включало в себя нестероидные противовоспалительные препараты. Возраст больных от 35 до 55 лет. Длительность заболевания от 3 до 6 лет. Всех пациентов беспокоили боли в крестцово-подвздошных суставах (сакроилеит), сопровождающиеся скованностью, усиливающиеся в покое и уменьшающиеся при физических нагрузках. В 50 % случаев течение АС сопровождалось одновременным поражением коленных и голеностопных суставов, у 25% - тазобедренных суставов. Диагноз АС установлен клинически и рентгенологически. Рентгенологически у всех пациентов отмечалось наличие признаков двустороннего сакроилеита.

Криопунктура проводилась от аппарата «Криоджет С200» воздушной струей. Использовались акупунктурные точки (АТ) каналов печени (F)- F3, F7, почек (R)-R3, селезенки-поджелудочной железы (RP)-RP6, канала мочевого пузыря (V) – V31-32, V27, V28, заднесрединного меридиана (VG) - VG3, VG4, канала трех обогревателей (TR) – TR5, толстого кишечника (GI) – GI4. На одну процедуру криопунктуры использовалось 6-8 АТ, комбинировались локальные и точки широкого спектра действия. Для уменьшения клинических проявлений проводился курс лечения не менее 8 процедур.

До и после лечения наряду с клиническим обследованием определялись сроки купирования болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале (ВАШ), длительность утренней скованности, эффективность лечения больных АС. После проведенного лечения больным предлагалось оценить эффективность лечения по пятибалльной шкале: отличный – 5 баллов, хороший – 4 балла, удовлетворительный – 3 балла, без изменений – 2 балла, ухудшение – 1 балл. В последующем для сравнительного анализа рассчитывался средний балл.

Результаты и их обсуждение.

У больных АС в период обострения ведущим клиническим проявлением является болевой синдром и скованность в пораженных суставах и позвоночнике.

Применение криопунктуры на локальные точки (паравертебрально, пораженные суставы – коленные, тазобедренные, голеностопные суставы показало снижение интенсивности боли по ВАШ начиная с 3 дня лечения и последующее его уменьшение на протяжении всего курса лечения ($p < 0,001$), уменьшалась утренняя скованность ($p < 0,05$), и увеличивался объем движений в пораженных суставах на 10^0 С. Отмечалась положительная тенденция снижения величины СОЭ в сравнении с исходным уровнем до

начала лечения, другие показатели периферической крови, биохимические показатели в контрольной и исследуемых группах оказались без достоверных изменений.

Критериями оценки эффективности комплексного лечения пациентов с АС на стационарном этапе с использованием криопунктуры явились: ослабление болевого синдрома, уменьшение утренней скованности, увеличение объема движений в пораженных суставах. Следует отметить, что в процессе лечения в группе пациентов, которым назначались криопунктура не было пациентов «без улучшения» (рис.1).

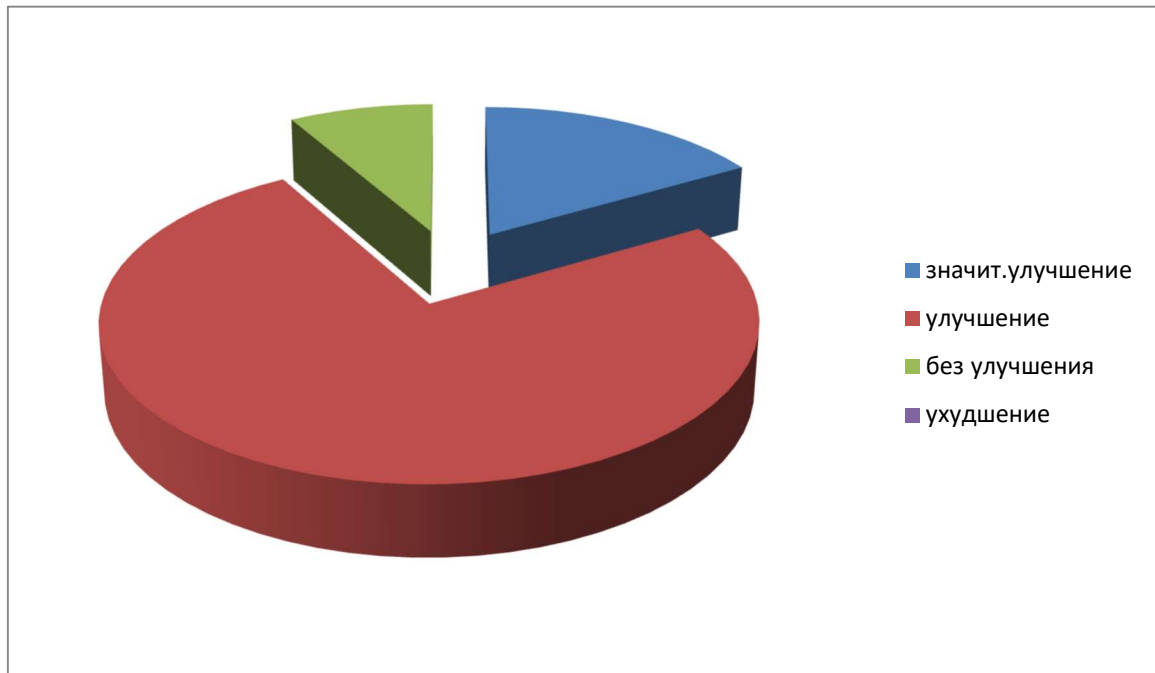


Рисунок 1 – Эффективность лечения больных анкилозирующим спондилоартритом под влиянием криопунктуры

Следует отметить, что после локальной криопунктуры не наблюдалось неблагоприятных побочных явлений и осложнений ни во время проведения процедур, ни после ее завершения, все пациенты отмечали улучшение физической активности и подъем психоэмоционального состояния

Заключение.

Таким образом, использование криопунктуры в комплексном лечении больных анкилозирующим спондилоартритом способствует уменьшению клинических проявлений и улучшает течение заболевания. Повышает эффективность лечения, что в сравнительном исследовании подтверждается достоверным уменьшением болевого синдрома, увеличивает двигательную активность больных, что снижает степень социальной недостаточности и отодвигает сроки наступления инвалидности.

Воздушная криопунктура может использоваться в период обострения заболевания у больных анкилозирующим спондилоартритом.

Литература

1. Физиотерапия и курортология: в 3 кн./под. ред. В.М.Боголюбова.-М.: Бином,2008.-кн.1.- С.276-29
2. Портнов В.В. Локальная воздушная криотерапия:механизм действия и применение в практике/В.В. Портнов/Курортные ведомости.-2009.-№2(59).-С.62-64
3. Cryotherapy. Theoretical bases, biological effects, clinical applications /Edited by: A Sieron, G. Cieslar, A. Stanek. - Alfamedica press, 2010.- 158 p.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЩЕЙ ВОЗДУШНОЙ КРИОТЕРАПИИ В УСЛОВИЯХ САНАТОРИЯ

Г.А. Сысой¹, Н.А. Якубович¹, М.Г. Касацкая¹, Д.А. Якубович²

¹ОАО Санаторий «Ружанский»

n/o Полонск, Пружанский район, 225155, Республика Беларусь

²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь

Изучено в условиях санатория действие общей воздушной криотерапии при различной патологии. Отмечен выраженный лечебный эффект у пациентов с заболеваниями опорно-двигательного аппарата.

Восстановительная медицина на современном этапе развития характеризуется постоянно усиливающимся вниманием к физическим методам лечения, что обусловлено значительными социально-экономическими затратами на медикаментозную терапию и реабилитацию, полипрагмазией, «агрессивностью» лекарственных препаратов, развитием аллергических реакций и т. д. Среди физических методов лечения особый интерес представляет воздействие низкими температурами – криотерапия (греч. kryos-холод).

Более 10 лет в Республике Беларусь с успехом применяются различные методики локальной воздушной криотерапии (ЛВК). Накоплен положительный опыт применения ЛВК при ушибах мягких тканей, острых гематомах, повреждениях связочно-мышечного аппарата, бурситах, синовитах, ревматоидном артрите, артрозах, лимфовенозной недостаточности. Объективная оценка результатов применения ЛВК с использованием рентгенодиагностики, ультразвуковых методов исследования, ангулометрии, термографии и др. позволяет сделать вывод о несомненной терапевтической эффективности метода. Уменьшение боли и воспалительного отека, увеличение амплитуды движений в пораженных суставах в среднем на 5–7 дней сокращает срок пребывания пациентов в стационаре.

В санатории «Ружанский» используется новый метод лечения холодом – общей воздушной криотерапии (ОВК). Используется универсальная установка cryoSpace –80, предназначенная для общей криотерапии, которая осуществляется посредством кратковременного экстремального охлаждения всей поверхности тела направленными потоками сухого воздуха с температурой –80°С.

Состав криосауны: рабочая камера; двухкаскадная холодильная машина; электрошкаф; наружный блок конденсатора; пульт управления; аудиоустановка.

Установка эксплуатируется в соответствии с требованиями безопасности:

- высота двери;
- возможность открытия двери изнутри;
- уровень шума ниже 40 dB (A);
- очистка рабочей камеры;
- нескользящее напольное покрытие;
- отсутствие электрических розеток внутри рабочей камеры;
- операционные инструкции;
- постоянный визуальный контроль осуществляется через стеклянную дверь;
- мониторинг процедуры ведется с помощью сенсорного экрана на пульте управления.

Технология общей воздушной криотерапии:

- Охлаждающая среда: атмосферный воздух.
- Температура в камере: –80°С.
- Пропускная способность: до 3 человек за сеанс.
- Длительность процедуры: 1-3 мин .

- Кратность процедур: ежедневно, 1–2 процедуры, с интервалом не менее 6 часов.
- Курс лечения: 10–20 процедур, 2 раза в год.

Преимущества cryospace –80:

1. стабильность и непрерывность холодового лечебного фактора;
2. отсутствие градиента температуры вдоль тела и связанных с этим побочных эффектов, осложнений (градиент температуры в открытой азотной кабине достигает 160 градусов: голова при +20°C, туловище при –140°C);
3. отсутствие расходных материалов, кроме электроэнергии;
4. комфортность, объективная и субъективная безопасность, экологичность;
5. процедуры не требуют никакой предварительной подготовки и последующего отдыха пациента;
6. полная контролируемость, управляемость; стандартность методики;
7. отсутствие возрастных, физиологических, психологических ограничений;
8. сочетаемость с другими оздоровительными и физиотерапевтическими процедурами;
9. европейский дизайн, мягкое освещение, специальные поручни и покрытие пола, музыкальное сопровождение;
10. компактность установки (размеры камера позволяют установить её в помещении общей площадью не менее 12 м²).

В санатории «Ружанский» установка CRYOSPACE –80 начала функционировать с сентября 2013 года. Данные по количеству лиц и отпущенных процедур за период с сентября 2013 года по сентябрь 2016 года приведены в таблице №1.

Таблице №1. Количество лиц и отпущенных криопроцедур в санатории «Ружанский»

Период	Лиц	Процедур
4 мес. 2013 год	180	393
2014 год	717	1577
2015 год	438	1041
9 мес. 2016 год	404	759

Среди положительных результатов лечения клиенты отмечали: улучшение общего самочувствия, повышение работоспособности, улучшение или нормализацию сна, уменьшение или купирование болевых ощущений любого генеза.

Мы используем ОВК у пациентов с заболеваниями, при которых механизмы действия ОВК наиболее обоснованы и изучены: ревматоидным артритом, вертеброгенным болевым синдромом, с анкилозирующим спондилоартритом, с реактивным артритом, с рецидивирующим синовитом коленного сустава на фоне гонартроза, с полиартрозом, частыми простудными заболеваниями. Возраст пациентов от 13 до 63 лет. До и после курса терапии проводилось развернутое клинико-лабораторное и функциональное обследование, использовались опросники оценки результатов лечения, психоэмоционального состояния и качества жизни.

Кратковременное воздействие ультрахолодного воздуха воспринимается организмом как мощный положительный стресс, который мобилизует и повышает общие физиологические ресурсы человека, активизирует биохимические и иммунные реакции, благотворно влияет на состояние центральной и вегетативной нервной системы и оживляет кровообращение. За счет воздействия низких температур происходит резкое сужение, а потом расширение сосудов. Налаживается обмен веществ, усиливается циркуляция крови, восстанавливаются нормальные функции тканей и органов. С помощью криосауны происходит естественное стимулирование иммунной системы. Приходит в норму гормональный фон, усиливается продукция эндорфина, благодаря чему ощущается прилив бодрости, радости и хорошего настроения. Холод способен не только быстро снять боль,

воспаление, отёк, спазм, но и улучшает микроциркуляцию в кровеносной и лимфатической системах, регулирует мышечный тонус, улучшает обменные процессы. Криосауна сильнее всего влияет на кожу – улучшает микроциркуляцию, оптимизирует обменные процессы, усиливает тургор кожи, улучшает её внешний вид.

Полученные данные показывают, что после курса лечения методом ОВК состояние всех пациентов улучшилось. Достигнуто уменьшение болевого синдрома и выраженности явлений воспаления, улучшение функции суставов и позвоночника, улучшение опороспособности нижних конечностей и самообслуживания. Все пациенты, несмотря на разницу в возрасте и тяжесть заболеваний, отмечали улучшение общего самочувствия, бодрость, улучшение настроения, нормализацию сна. Все пациенты выразили желание повторить курс лечения.

Осложнений и нежелательных эффектов при использовании метода не было.

Таким образом, данные литературы и первые собственные наблюдения свидетельствуют о том, что ОВК является перспективным безопасным методом лечения и реабилитации пациентов с заболеваниями опорно-двигательного аппарата.

Литература

1. Портнов В.В. Криотерапия: теоретические основы и применение в практике / В.В. Портнов // Общая и локальная воздушная криотерапия: сб. статей и пособий для врачей. - М, 2007. - С. 3-32.
2. Marino, F.E. Methods, advantages, and limitations of body cooling for exercise performance. *British Journal of Sports Medicine*, 36 (1), 89-94, 2002.
3. Uckert, S. & Joch, W. Der Einfluss von Kalte auf die Herzfrequenzvariabilitat. *Osterreichisches Journal fur Sportmedizin* 33 (2), 14-20, 2003.

ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ МЕТОДИКАМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

П.В. Камлач, В.И. Камлач, Д.А. Мельниченко, В.М. Бондарик, О.В. Ланина

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь*

Разработаны программные эмуляторы приборов экологического контроля экотестера "СОЭКС", радиометра РКСБ-104, радиометра РУГ 91 «АДАНИ», метеометра МЭС-200А.

Современный этап развития образования характеризуется широким внедрением в учебный процесс компьютерных технологий. Они позволяют выйти на новый уровень обучения, открывают ранее недоступные возможности, как для преподавателя, так и для студента. Информационные технологии находят свое применение в различных предметных областях, помогая лучшему усвоению, как отдельных тем, так и изучаемых дисциплин в целом.

Важным этапом эффективного образовательного процесса является эксперимент, стимулирующий активную познавательную деятельность и творческий подход к получению знаний.

Однако часто в силу отсутствия достаточного дорогостоящего оборудования ограничивается возможность доступа студентов к наиболее интересному и уникальному оборудованию, техническим объектам, научным и технологическим экспериментам, которые подчас представляют наибольший интерес и стимулируют получение знаний. Эта проблема решается с помощью разработки виртуальных лабораторных работ.

Разработка программных средств обучению методикам экологического контроля.

Для проведения лабораторных работ по дисциплинам «Безопасность жизнедеятельности человека» и «Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций».

Радиационная безопасность» разработаны на кафедре экологии УО БГУИР программные эмуляторы приборов экологического контроля.

Экотестер «СОЭКС» – универсальный прибор, сочетающий в себе две важные функции: проверка уровня нитратов в продуктах и измерение радиационного фона.

Содержание нитратов проверяется посредством измерения электрической проводимости образца, которая зависит от количества нитрат-ионов. Результаты сравниваются с занесенными в память экотестера базовыми безопасными значениями. Анализу подвергаются только свежие овощи и фрукты, так как при гниении химический состав продукта изменяется, что влияет на электропроводность среды.

Эмулятор экотестера «СОЭКС» (рисунок 1) написан на языке C#. Данный язык был выбран в силу того, что он обеспечивает готовую поддержку документов excel, алгоритмов шифрования файлов, библиотек для работы с графикой.



Рисунок 1– Внешний вид эмулятора Экотестера «СОЭКС»

РКСБ-104 предназначен для измерения мощности полевой эквивалентной дозы гамма-излучения, измерения плотности потока бета-излучения с загрязненных радионуклидами поверхностей одежды, жилых помещений, продуктов питания, "даров леса", измерение удельной активности радионуклида цезий-137 в веществах. В дозиметре РКСБ-104 имеется звуковая сигнализация о превышении мощности полевой эквивалентной дозы гамма-излучения, установленной потребителем.

РКСБ-104 малогабаритный прибор с ручным выбором режимов и пределов измерения, предназначен для контроля радиационной обстановки специалистами и населением. Благодаря функции "дежурный режим" прибор РКСБ-104 не требует постоянного контроля над радиационной обстановкой. При превышении установленного порога дозиметр РКСБ-104 подаёт звуковой сигнал об опасности. В приборе РКСБ-104 предусмотрена функция усреднения показаний из выборки измерений для получения более точных данных. Прибор РКСБ-104 отличает простота управления, универсальность функций и современный дизайн.

Для выполнения лабораторных работ разработан программный эмулятор радиометра РКСБ-104 (рисунок 2).

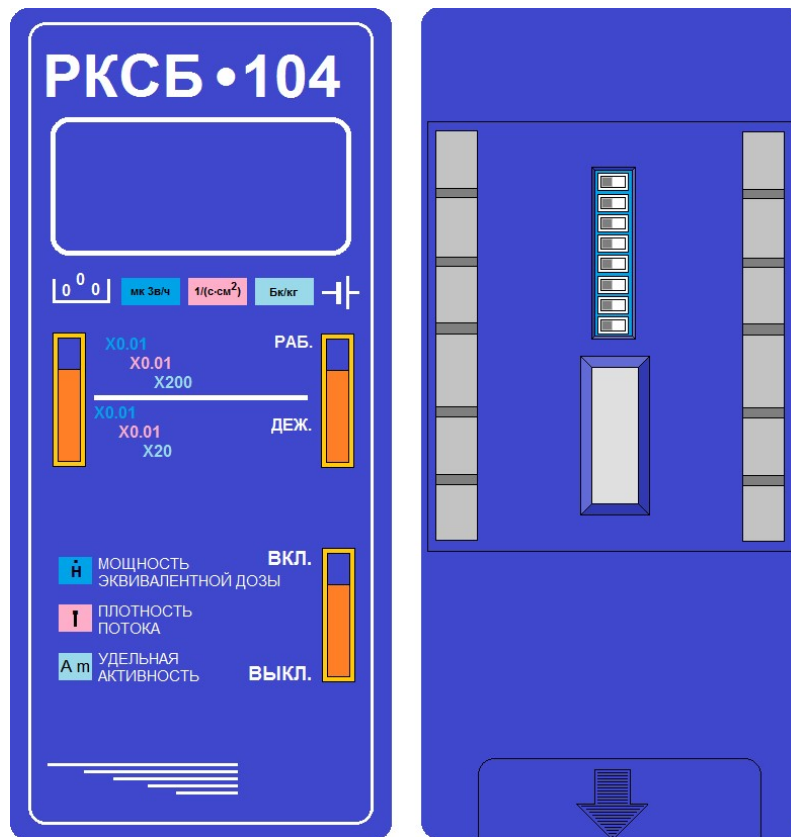


Рисунок 2 – Внешний вид радиометра РКСБ-104 в эмуляторе

Данный эмулятор написан на языке C#.

При реализации прибора был использован следующий алгоритм:

1. проверка наличия excel файла с набором входных данных при включении программы;
2. проверка положения все тумблеров на лицевой и задней частях прибора;
3. проверка состояния крышки прибора (снята или одета) – в зависимости от результата определяется константа, на которую необходимо умножать значение, полученное после окончания измерений;
4. вывод значения на передней панели, полученного после измерений. В случае если полученное значение превышает разрядность прибора (9999), перед числом появляется знак ÷.

При проведении лабораторных работ по дисциплине «Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность» используется радиометра РУГ 91 «АДАНИ». Гамма-радиометр «АДАНИ» предназначен для измерения объемной активности радионуклидов цезия-137 и калия-40 в загрязненных радионуклидами пробах природного происхождения (строительных материалах, пищевых продуктах, воде и др.).

Принцип действия радиометра основан на использовании сцинтилляционного эффекта, при котором световые вспышки, возникающие в кристалле-сцинтиляторе при попадании в него гамма-квантов, регистрируются фотодетектором. По числу зарегистрированных в единицу времени световых импульсов определяется интенсивность гамма-излучения в исследуемом образце в единицах объемной активности (Бк/л). Диапазоны измеряемой удельной активности радионуклидов Cs-134 и Cs-137: при времени измерения 20 минут - от 0,018 до 5,0 Бк/л, при времени измерения 2 минут - от 0,06 до 50,0

кБк/л. Диапазон измеряемой удельной активности радионуклида К-40: при времени измерения 20 минут - от 0,20 до 50,0 кБк/л; при времени измерения 2 минут - от 0,50 до 50,0 кБк/л.

Для выполнения лабораторных работ студентами дистанционной формы обучения на кафедре экологии УО БГУИР разработан программный эмулятор радиометра РУГ 91 «АДАНИ» (рисунок 3).

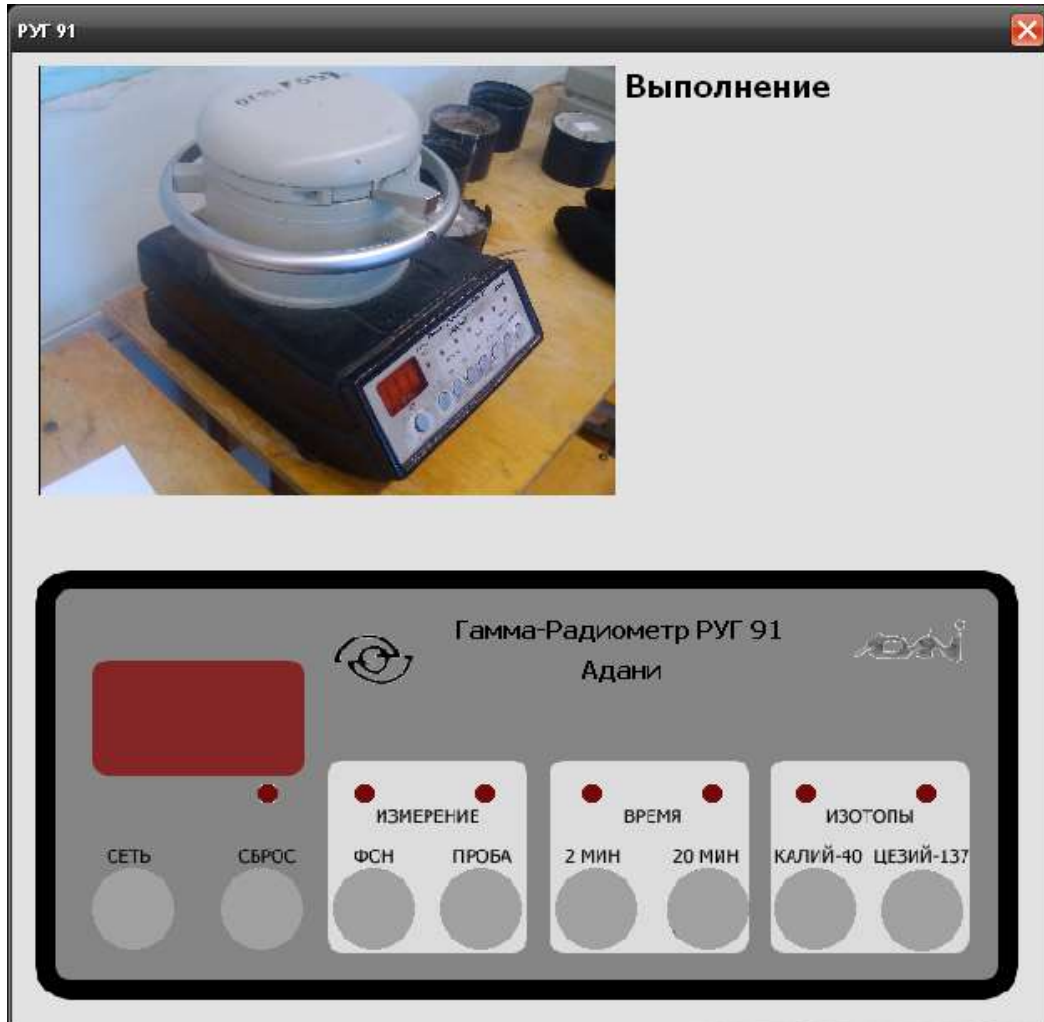


Рисунок 3 – Внешний вид радиометра РУГ 91 «АДАНИ» в эмуляторе

Данный эмулятор был написан на компилируемом статически типизированном языке программирования общего назначения C++ в среде разработки BorlandC++Builder 2010. C++ — чрезвычайно мощный язык, содержащий средства создания эффективных программ практически любого назначения, от низкоуровневых утилит и драйверов до сложных программных комплексов самого различного назначения. Поэтому было решено в качестве языка программирования использовать именно его.

Основой системы управления эмулятора послужила приборная панель РУГ -91, которая полностью соответствует оригиналу. С точки зрения системного управления стоит отметить возможность, для преподавателя, загрузки базы результатов измерений, что существенно упрощает работу и увеличивает гибкость данного продукта.

МЭС-200А - прибор, предназначенный для контроля параметров воздушной среды: атмосферного давления; относительной влажности воздуха; температуры воздуха;

скорости воздушного потока внутри помещения или в вентиляционных трубопроводах; параметров тепловой нагрузки среды ТНС-индекс; концентрации токсичных газов.

В качестве языка программирования, для разработки эмулятора, был выбран С# [1]. В среде разработки спроектированы рабочие элементы прибора: корпус прибора МЭС-200А (рисунок 4) и щуп измерительный Щ-1, щуп измерительный температуры черного шара Щ-2 (рисунок 5), щупы измерительные концентрации токсичных газов Щ-4, Щ-5 и Щ-7.

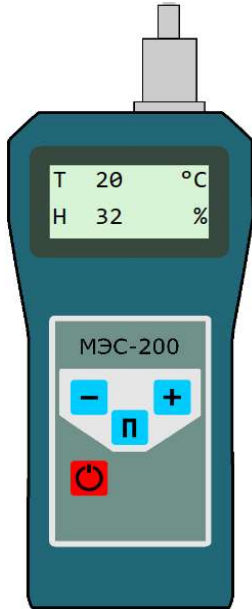


Рисунок 4 – Корпус прибора МЭС-200А

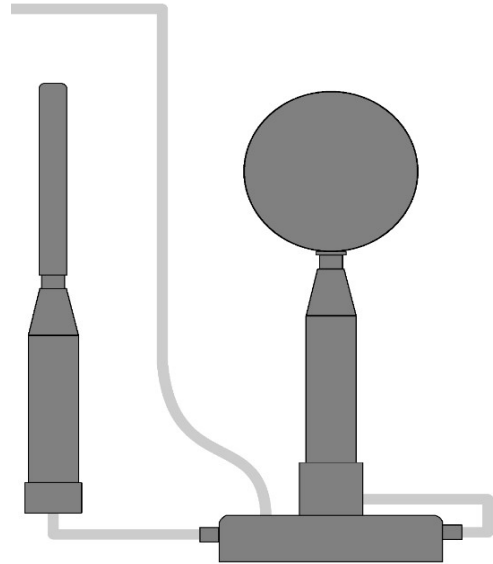


Рисунок 5 – Внешний вид измерительного щупа Щ-2

Управляющими элементами прибора являются четыре кнопки. Каждая кнопка обрабатывается каждый раз при наведении на неё, а так же при нажатии. Это происходит за счет обработки событий MouseUp и MouseEnter.

При наведении на зону области кнопки, происходит простая подмена, т.е. на место текущей кнопки подгружается новая, которая указана параметром в объекте BitmapImage. После того, как пользователь увел курсор от кнопки, сработает событие MouseLeave и кнопка вернется в начальное состояние.

В качестве способа хранения исходных данных был выбран excel файл, содержимое которого, при запуске программы, автоматически загружается. Для управления данными, которые находятся в файле, был создан control combobox. Это специальный механизм, который без особого труда позволит пользователю выбрать какие-то конкретные данные, для конкретного варианта.

При загрузке программного средства вызывается метод ReadFromFile, который и обеспечивает загрузку вариантов.

В файле хранятся номера вариантов и исходные данные для каждого из вариантов. Одна строка характеризует информацию об одном варианте. При загрузке программного средства происходит построчное считывание из файла, а затем происходит разбиение строки на её составляющие. В алгоритме предусмотрен обработчик ошибок. Если данные в файл были введены некорректно, то программа предупредит об этом пользователя.

Для начала работы с эмулятором необходимо выбрать номер своего варианта и в соответствии с ним выбрать нужный измерительный щуп. После этого необходимо включить эмулятор. Как только эмулятор включен, выбор варианта и измерительного щупа становится недоступным.

Заключение.

Разработанные программные эмуляторы метеометра МЭС-200А, экотестера «СОЭКС», радиометра РКСБ-104, радиометра РУГ 91 «АДАНИ» могут использоваться при проведении лабораторных работ по дисциплинам «Безопасность жизнедеятельности человека», а также по дисциплине «Охрана труда», «Радиационная безопасность» в различных учебных заведениях страны для студентов первой ступени образования, а также магистрантов специальностей «Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций», «Геоэкология», «Охрана труда», «Управление безопасностью производственных процессов»

Литература

1. Либерти, Д. Программирование на С# / Д. Либерти. – М : Символ-Плюс, 2003.
2. Макконнелл, С. Совершенный код. Мастер-класс (Практическое руководство по разработке программного обеспечения) / С. Макконнелл. – М.: Русская редакция, 2005 – 896 с.
3. Буч, Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений (3-е издание). / Г. Буч, Издательский дом "Вильямс", 2008. 720 с.
4. Камлач, П. В. Особенности защиты данных в эмуляторе метеометра МЭС-200А / П.В. Камлач, В.И. Камлач, Р.Д. Горошняя, П.С. Лис, И.О. Метельский // Технические средства защиты информации : Тезисы докладов XIV Белорусско-российской научно-технической конференции –Минск: БГУИР, 2016. — С. 31.
5. Горошняя, Р.Д. Эмулятор метеометра МЭС-200А / Р.Д. Горошняя, П.С. Лис, И.О. Метельский, П.В. Камлач, В.И. Камлач // Компьютерное проектирование и технология производства электронных систем : Тезисы докладов 52-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР –Минск: БГУИР, 2016. — С.63.
6. Архипенко, С.А. Программный эмулятор радиометра РУГ 91 «АДАНИ» / С.А. Архипенко, П.В. Камлач // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века :Материалы VII Международной научно-методической конференции. – Минск :БГУИР, 2011. – С. 170,171.
7. Петранков, Ю.А. Программный эмулятор радиометра РКСБ-104 / Ю.А. Петранков, Н.В. Манько, П.В. Камлач // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века :Материалы VII Международной научно-методической конференции. – Минск :БГУИР, 2011. – С. 164,165.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИМПЛАНТАТОВ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ

М.В. Тумилович¹, В.В. Савич², А.И. Шелухина²

¹*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь*

²*ГНУ «Институт порошковой металлургии» НАН Беларуси
Платонова, 41, Минск, 220072, Беларусь*

Приведен обзор основных методов получения имплантатов из металлических порошков различного назначения. Показано, что современные и традиционные технологии порошковой металлургии являются наиболее эффективными методами получения имплантатов из новых титановых сплавов, коррозионно-стойких сталей повышенной биосовместимости (с пониженным содержанием токсичных компонентов, с модулем упругости, приближенным к модулю упругости костных тканей), новых композиционных биоактивных материалов (в первую очередь – на основе гидроксипатита и ситаллов), пористых имплантатов и покрытий, покрытий из биоактивных материалов, индивидуальных имплантатов.

Введение.

В настоящее время в ортопедии, кардиологии, офтальмологии и других направлениях медицины для лечения различного рода заболеваний широко используются имплантаты, зонды, эндоскопы и другие изделия медицинской техники. Традиционно данные изделия производятся, методами точного литья, различными видами обработки материалов давлением, резанием и др. [1-5]. Перспективным методом получения имплантатов являются методы порошковой металлургии, которые могут применяться не только для создания непосредственно имплантатов, но и для нанесения на них пористых и биоактивных

покрытий из порошков металлов и керамики из порошка, волокон, сетки и т.п. [6-9], что обеспечивает более высокое качество вставания или остеоинтеграцию в них костных тканей.

Теоретический анализ.

Традиционными технологиями для производства имплантатов методами порошковой металлургии являются прессование, спекание, горячее изостатическое прессование, штамповка спеченных порошковых заготовок [10, 11]. Так, в работе [10] приведены примеры получения имплантатов тела позвонков из порошков титана и тантала. Поверхность титановых имплантатов – гладкая, сами имплантаты - плотные; а поверхность танталовых – шероховатая, имплантаты - пористые. Физические и механические свойства таких имплантатов приведены в табл.1 [10], а внешний вид – на рис.1.

Таблица 1. Физические и механические свойства имплантатов позвонков [10]

	Титановые	Танталовые
Пористость, %	0	80
Размеры пор, мкм	0	520-850
Объем, мл	0,81	1,12
Масса, г	3,13	3,13
Плотность, г/мл	3,86	2,79
Размеры, мм	14×14×7	14×14×8



Рисунок 1 – Имплантаты позвонков, полученные методами порошковой металлургии: слева – пористый танталовый (изготовитель фирма «Sofamor Danek», США); справа - титановый беспористый (изготовитель - фирма «Allendale», США)

Авторами работы [12] предложена комбинированная конструкция внутрикостной пластинки. Пористый элемент получен из порошка титана марки ТПП по технологии холодного двустороннего прессования, а компактная часть конструкции изготовлена из сплава марки ВТ1-0. Комбинированную структуру спекали в вакууме. Исследования показали, что вокруг имплантата образуется костная ткань, которая активно проникает вглубь него, создавая тем самым биологическую фиксацию имплантата.

Одним из популярных способов получения пористых покрытий являются разновидности газотермического (плазменное или газопламенное высокоскоростное) напыления порошков титана или титановых сплавов на поверхность имплантата [13]. Процесс ведется, как правило, в защитной атмосфере либо в динамическом вакууме.

Для модификации поверхности имплантатов путем нанесения пористых слоев также используется плазменно-искровое спекание [14], которое отечественные авторы называют электроимпульсным [15], поскольку процесс ведется при приложении небольшого давления и кратковременного (10^{-7} - 10^{-4} с) импульса тока высокой плотности (10^5 - 10^6 кА/м²). В качестве материала имплантата авторы работы [14] использовали сферический порошок технически чистого титана или титанового сплава Ti-6Al-4V. Режимы процесса спекания приведены в табл. 2.

Таблица 2. Условия спекания порошков титана и титановых сплавов методом плазменно-искрового спекания [28]

	Температура спекания	Время спекания	Давление спекания	Плотность тока	Напряжение	Вакуум
Образцы диаметром 5 мм и толщиной 10 мм						
Ti	600°C	3 мин	30 МПа	1000 А	2-3 В	3-4 Па
Ti-6Al-4V	700°C	3 мин	30 МПа	1000 А	2-3 В	3-4 Па
Образцы диаметром 50 мм и толщиной 1,5 мм						
Ti	600°C	10 мин	20 МПа	2000 А	2 В	3-4 Па
Ti-6Al-4V	700°C	10 мин	20 МПа	3000 А	3 В	3-4 Па

Авторы работы [16] для получения дентальных имплантатов использовали метод однократного спекания порошка титана. Ими было показано, что, несмотря на применение различных температурных режимов, прочность таких имплантатов недостаточно велика, поэтому был разработан метод двухкратного спекания, который позволил повысить прочностные характеристики пористых образцов более чем в 2 раза без заметного уменьшения пористости и усадки при спекании.

В работе [17] описаны ортопедические, дентальные и кардиологические имплантаты с пористым поверхностным слоем, полученным традиционной технологией порошковой металлургии припеканием к компактной основе сферических порошков кобальт-хром-молибденовых сплавов, титановых сплавов, сплавов Pt-Ir.

В работе [18] конструкция дентальных имплантатов улучшена за счет нанесения плазменным напылением слоя губчатого порошка титана или порошка гидроксиапатита, который обеспечивает более быструю остеоинтеграцию. Показано, что ортопедические имплантаты с покрытием, имеющим пористую структуру, образованную губчатыми частицами порошка титана с развитой поверхностью имеют наиболее плотный контакт с вновь образованными костными тканями.

Применение ультратонких порошков металлов, керамики или композиционных материалов в сочетании с различными видами глубокой пластической деформации позволяет получать высокопрочные имплантаты. Так в аналоге известного аппарата Елизарова, силовые элементы которого получены из ультрадисперсных порошков по технологии фирмой Synmatix Corp. (США), и имеют 1,5 кратный запас прочности [19].

Для замещения крупных дефектов кости иногда используют естественный ячеистый материал – коралл, аналогом которого являются ячеистые керамические материалы на основе оксида алюминия и оксида циркония. Рядом авторов [20 - 23] предложено использовать для изготовления имплантатов высокопористый ячеистый материал с

различными типами структур, полученный методами порошковой металлургии, так как этот материал в отличие от компактного титана имеет структуру, подобную структуре кости, например, рис. 2 [22].

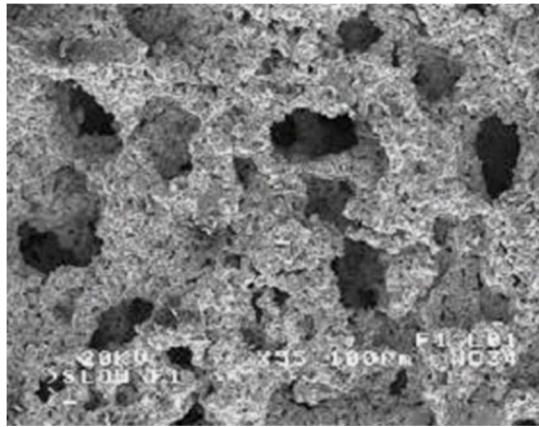


Рисунок 2 – Структура титанового ячеистого материала

Специалистами фирмы Zimmer была разработана технология производства ячеистых имплантатов из тантала, которая позволяет создать металлическую структуру аналогичную спонгиозной костной ткани (рис. 3) [24]. Данный материал не только по своей структуре, но и по физико-механическим свойствам близок костным тканям, что открывает перед ним определенные перспективы.

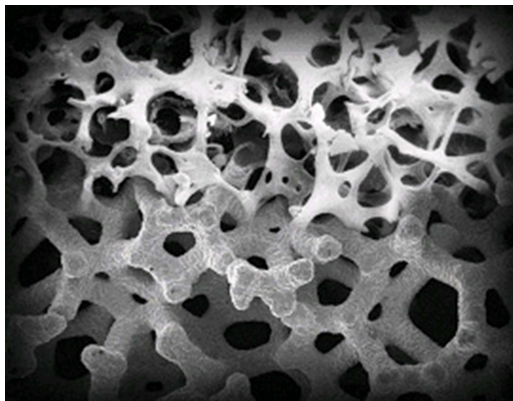


Рисунок 3 – Структура танталового ячеистого материала

Авторы работы [25] также описывают имплантаты, имеющие структуру, сходную со структурой кости – трабекулярную. Микроструктура имплантата состоит из ячеистого стеклообразного углерода, покрытого посредством напыления в вакууме танталом (99% - тантал и 1% - углерод). Полученные имплантаты имеют пористость 80,9%, размер пор 527 ± 27 мкм, средняя толщина балок 122 ± 6 мкм.

Следует отметить, что одной из главных проблем, касающихся применения металлических имплантатов в ортопедической хирургии является несоответствие модуля упругости кости и имплантата. Модуль Юнга металлических материалов в 10-20 раз выше, чем у костной ткани, что замедляет реконструкцию и заживление костной ткани. Одним из способов смягчить проблему является снижение модуля упругости имплантата. Для решения проблемы авторы предлагают использовать титановый сплав с содержанием азота, который при пористости 29% имеет модуль упругости сходный с модулем упругости кости [26].

Результаты и их обсуждение.

Новыми методами в технологии получения имплантатов различного назначения являются разработанные в последнее время технологии МИМ (metal powder injection molding – инжекционное формование), НИР (hot isostatic pressing – горячее изостатическое прессование) и SLS (selective laser sintering – селективное лазерное спекание), которые позволили освоить массовый выпуск недорогих деталей имплантатов нового поколения – корпуса искусственных клапанов сердца, деталей «брэкет»-систем коррекции зубов, режущих элементов и захватов эндоскопов и т.п., имеющих сложную форму и точные размеры [27-29].

Так, авторы работы [30] описывают порошковые материалы, пригодные для производства компонентов медицинских имплантатов, в том числе методом МИМ. Технология МИМ используется также для производства микродеталей и целостных микросистем из одного и нескольких материалов [31], производства дентальных и ортопедических имплантатов из порошка титана и титановых сплавов [28], искусственных клапанов сердца [29]. Перечень материалов, используемых для таких медицинских имплантатов приведен в табл. 4.

Технология НИР используется для получения высокоплотных и прочных заготовок керамических головок эндопротезов тазобедренного сустава, заготовок металлических деталей ортопедических и дентальных имплантатов из безникелевых аустенитных сталей с повышенным содержанием азота, титановых сплавов, не содержащих ванадий и др. Примеры применения технологии НИР приведены в работах [15, 32, 33]: металлические медицинские имплантаты с улучшенным соединением биосовместимого покрытия и улучшенным качеством литья за счет исключения пористости (кобальт-хромовые имплантаты коленного и бедренного суставов) и керамические имплантаты (сферические головки эндопротезов тазобедренного сустава и компоненты эндопротезов коленного сустава на основе оксида алюминия. Источники [34, 35] описывают имплантаты из никель-титанового сплава, полученные технологией НИР.

Таблица 4. Материалы, используемые для медицинских имплантатов

Материал	Применение имплантатов
316L	Кости, пластины, винты, скобы, штифты, гвозди Стенты
Co-28Cr-6Mo	Имплантаты для замещения суставов: бедра, колена, локтевого сустава, плечевого сустава, лодыжки и пальцев Пластины, винты, скобы и прутки для остеосинтеза Сердечные клапана
Беспримесный Ti	Пластины, винты, скобы и прутки для остеосинтеза Сердечные клапана и оболочки для сердечных ритмоводителей
Ti-6Al-4V	Имплантаты для замещения суставов: бедра, колена, локтевого сустава, плечевого сустава, лодыжки и пальцев
Беспримесный Ta	Проволока, фольга, лист, скрепки, скобы и сетка Электроды

Технология SLS (selective laser sintering) [36] применяется в последнее время все более широко для получения индивидуальных имплантатов, обладающих достаточной механической прочностью, биосовместимостью и замещающих значительные фрагменты костей черепа, челюсти, таза и т.п. На рис. 4 приведен внешний вид и микроструктура полученных данным методом из губчатого порошка титана образцов дентальных имплантатов, разработанных в ГНУ «Институт порошковой металлургии» НАН Беларуси совместно с ГНУ «Институт технической акустики» НАН Беларуси [37, 38].

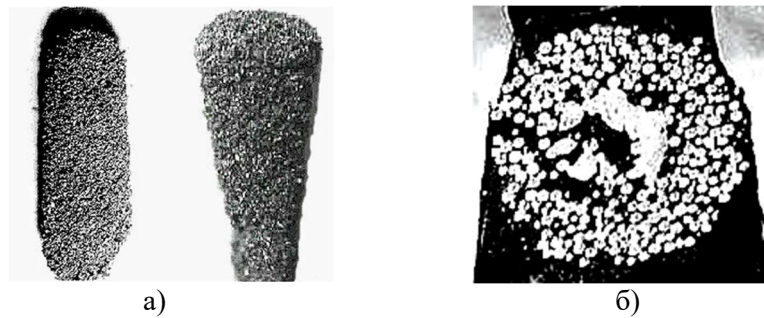


Рис. 4. Внешний вид (а) и микроструктура образцов дентальных имплантатов (б) из губчатого порошка титана методом SLS

Авторами работы [39] разработан способ изготовления медицинских имплантатов из биосовместимых материалов методом селективного лазерного спекания, отличающийся тем, что с целью повышения биосовместимости в исходную смесь порошков никеля и титана добавляют гидроксипатит (-акрилат). В работе [40] предлагается технология селективного лазерного спекания, применяемая для производства бедренных протезов и протезов суставов пальцев. Технология лазерного синтеза объемных изделий позволяет вести скоростное изготовление из порошковых материалов точных биосовместимых пористых медицинских имплантатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Проведенный анализ литературных данных, результаты собственных исследований авторов позволили сделать следующие выводы. В настоящее время для производства имплантатов широко используются как классические методы порошковой металлургии, так и методы, позволяющие наносить пористые и биоактивные покрытия из порошков металлов и керамики на ортопедические и дентальные имплантаты. В последнее время разработаны более современные технологии инъекционного формования (ММ), горячего изостатического прессования (HIP), селективного лазерного спекания (SLS), которые позволили освоить массовый выпуск недорогих деталей имплантатов нового поколения - корпусов искусственных клапанов сердца, деталей «брэкет»-систем коррекции зубов, режущих элементов и захватов эндоскопов и т.п., имеющих сложную форму и точные размеры, деталей ортопедических и дентальных имплантатов из безникелевых аустенитных сталей, индивидуальных имплантатов, обладающих достаточной механической прочностью, биосовместимостью и замещающих значительные фрагменты костей черепа, челюсти, таза и т.п.

Литература

1. Вильямс Д.Ф., Роуф Р. Имплантаты в хирургии. – М.: Медицина, 1978. – 552 с.
2. Texhammer R., Colton C. AO/ ASIF Instrumente und Implantate. – Springer-Verlag: Berlin-Heidelberg, 1995. – 564 s.
3. Линков Л. Без зубных протезов.– СПб.: Комета, 1993. – 288 с.
4. Petty W. Total joint replacement. – Philadelphia: W.B. Saunders Inc., 1991. – 814 p.
5. Савич В.В., Киселев М.Г., Воронович А.И. Современные материалы хирургических имплантатов и инструментов. 2-е изд. перераб. и доп. – Минск: ООО «ДокторДизайн», 2004. – 104 с.
6. Параскевич В.Л. Дентальная имплантология: Основы теории и практики: Науч.-практ. пособие. – Минск: ООО «Юнипресс», 2002. – 368 с.
7. Semlitch M.: Stand der Werkstofftechnik des Zweymueller-Hueftprothesensystems nach 10 Jahren klinischer Praxis. In: 10 Jahre Zweymueller-Hueftendoprothese. Huber, Bern; Stuttgart; Toronto, 1990, - S. 14-22.
8. Stephensen P.K., Freeman M.A.R., Revell P.A. et al. The effect of hydroxyapatite coating on ingrowth of bone into cavities in an implant // J. of Arthroplasty. – 1991. - Vol. 6, №1. – P. 51-58.
9. Савич В.В. Разработка технологии изготовления и конструкции бесцементного тотального эндопротеза тазобедренного сустава системы SLPS (Self Locking Porous System) // I Symposium Inzynieria Ortopedyczna I Protetyczna – IOP-97. – Bialystok, 23-24 czerwca 1997. – S. 515-525.
10. Allan D.O., Won Gyu Choi, Paul J. Keller et al. The radiographic and imaging characteristics of porous tantalum implants within the human cervical spine. //Spine. - 1998, - Vol. 23, №11. - P. 1245-1251.

11. Михайлов О.В., Ткаченко Л.Н., Штерн М.Б. и др. Оптимизация состава и геометрической формы имплантатов на основе компьютерного моделирования // Порошковая металлургия. – 2003. - №12. - С. 10-16.
12. Сметкин А.А., Ярмонов А.Н., Конюхова С.Г. Порошковые материалы на основе титана в дентальной имплантологии// Новые материалы и технологии: Порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия. 5-я междунар. науч.-техн. конф., Минск, 18-19 сентября 2002 г.: Материалы докладов. – Минск: «Топник» - 2002. – С. 30-31.
13. Калита В.И., Парамонов В.А. Структура и механические свойства трехмерных капиллярно пористых титановых покрытий// Физика и химия обработки материалов. – 2002, - №6. - С. 37-41.
14. Masayuki Kon, Luciana M. Hirakata, Kenzo Asaoka. Porous Ti-6Al-4V alloy fabricated by spark plasma sintering for biomimetic surface modification// Willey Periodicals, Inc./ J. Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater 68B – 2003. – P. 88-93.
15. Теория и практика электроимпульсного спекания пористых порошковых материалов/ Белявин К.Е., Мазюк В.В., Минько Д.В., Шелег В.К. – Мн.: Ремико, 1997. – 180 с.
16. Итин В.И., Гюнтер В.Э., Ходоренко В.Н., и др. Прочностные свойства пористых проницаемых материалов на основе титана для стоматологии// Порошковая металлургия. – 1997. - №9/10. - С. 29-33.
17. Pilliar Robert M. PM processing of surgical implants: Sintered porous surfaces for tissue-to-implant fixation// Int. J. Powder Met. – 1998. – 34, №8 – P. 33-45.
18. Rooks, J. Story. New enhanced coating for dental implants// Sulzer technical review. - 1998. - №1 – P. 38-40.
19. Ultrafine Powders Yield High-Strength Implants// www.technology.com – 2002.
20. Innovation in Biomaterials: Titanium Foams for Tissue Attachment// www.imi.enrc-nrc.gc.ca – 2003.
21. David C. Dunand. Processing of titanium foams. // Advanced engineering materials. – 2004, 6, - №6. – P. 369-376.
22. Lev Tuchinskiy, R. Loutfy. Titanium foams for medical applications // Advanced materials&processing. – 2003. – P. 32-33.
23. J. Barhart. Service properties and exploitability// www.hmi.de
24. Trabecular metal technology// www.zimmer.com
25. D.J. Medlin, S. Charlebois, D. Swarts, R.Shetty. Metallurgical characterization of a porous tantalum biomaterial (trabecular metal) for orthopedic implant applications // Advanced materials&processing. – 2003. – P. 31-32.
26. Effect of nitrogen on mechanical properties of porous titanium compacts prepared by powder sintering// www.scientific.net
27. Effect of alloying elements on elastic modulus of Ti-Nb-Ta-Zr system alloy for biomedical applications// www.scientific.net
28. Williams B. Challenges for MIM titanium parts// J. Metal powder report. – 2003. - №10. - P. 30.
29. Medical engineering. Manufacturing technologies and materials for medical engineering// www.ifam.fhg – 2004.
30. John L. Johnson. Mass production of medical devices by metal injection molding// MDDI. – 2002. - №11. // www.deviceslink.com
31. Volker Piotter, Andreas E Guber, Matthias Hecke et al. Micro moulding of medical device components// Business briefing: Medical device manufacturing & technology. – 2004. – P. 1-7.
32. The range of applications for hot isostatic pressing (HIP) is growing fast// www.bodycoat.com
33. Hot Isostatic Pressing - For your needs// www.sintec-keramik.com
34. Dimitris C. Lagoudas, Pavlin B. Entchev and Vandygriff Eric L. The effect of transformation induced plasticity on the mechanical behavior of porous SMAs// Proc. SPIE Smart Structures and Materials: Active Materials: Behavior and Mechanics – 2002. - Vol. 4699. - P. 224-234.
35. Bing-Yun Li, Li-Jian Rong, Yi-Yi Li, V.E. Gjunter. A recent development in producing porous Ni-Ti shape memory alloys// Intermetallics – 2002. № 8. – P. 881-884. //www.elsevier.com
36. Laser-sintered PM passes its medical. July/August// www.metal-powder.net – 2002.
37. Dental implants fabricated by selective laser processing of titanium powders/ Tolochko N.K. Artushkevich A.S., Savich V.V. at all// Science for Materials in the Frontier Centuries: Advantages and Challenges. 4-8 November 2002. Kyiv, Ukraine. Proceedings of Conference. P. 343-344.
38. Dental root implants produced by the combined selective laser sintering/melting of titanium powders / N K Tolochko, T Laoui, V V Savich at all // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications. - Volume 216, -Number 4 / 2002 Pages: 267 – 270
39. Пат. России 99102751/02. МКИ В 22 F 3/23. Способ изготовления медицинских имплантатов из биосовместимых материалов/ Гуреев Д.М., Петров А.Л., Шишковский И.В. Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН; Опубл. 11.02.99.
40. Новая технология изготовления медицинских имплантатов из биосовместимых материалов// sciteclibrary.ru – 2004.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

К.В. Рак

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь*

В статье рассмотрена значимость информационных технологий в медицине, актуальные вопросы их развития. Показаны возможности и перспективы использования информационных технологий для диагностирования состояния здоровья человека. А также использование таких технологий значительно упрощает ряд рабочих процессов и повышает их эффективность при оказании медицинской помощи.

Введение

Прогресс в информационных технологиях положительно сказался на развитии новых направлений организации медицинского обслуживания. Сбор, хранение, обработка и передача информации является обязательным пунктом совершенствования системы медобслуживания. В настоящее время сформирован комплекс технических разработок, благодаря которым можно существенно сократить непроизводительное время профессиональной деятельности медицинского персонала, повысить эффективность профилактической работы с населением, снизить временные и финансовые затраты пациентов.

Термин «информационная технология» чаще всего употребляется в связи с использованием компьютеров для обработки информации. Информационные технологии охватывают всю вычислительную технику, технику связи, в том числе электронику для диагностирования состояния здоровья человека.

Теоретический анализ

На сегодняшний день ключевую роль для внедрения информационных технологий в медицине и лабораторной диагностике играет стандартизация, алгоритмизация и разработка экспертных программ оценки потока фозрастающей информации, получаемой при обследовании и лечении пациентов.

Информационные технологии в медицине в настоящее время применяются для решения следующих задач:

1) Контроль физиологических параметров пациентов, таких как артериальное давление, частота сердечных сокращений, уровень глюкозы крови и др. Такой подход часто реализуется также в имплантируемых устройствах, электрокардиостимуляторах и имплантируемых кардиовертерах-дефибрилляторах, обеспечивающих передачу данных о функционировании имплантированной системы.

2) Повышение доступности медицинской помощи группам населения, проживающим в географически удаленных регионах, сельской местности, пациентам с ограниченными возможностями.

3) Поддержка реабилитационных мероприятий у пациентов после операций.

4) Телемедицинская поддержка медицины критических состояний.

5) Организация консультационной поддержки оказания медицинской помощи при чрезвычайных ситуациях со стороны высококвалифицированных специалистов медицинских центров.

По решаемым задачам выделяют следующие информационные системы:

1) Информационно-справочные системы, которые применяются для поиска и выдачи медицинской информации по запросу пользователя;

2) Консультативно-диагностические системы, предназначенные для диагностики патологических состояний, включая прогноз и расчет рекомендаций по способам лечения, при заболеваниях различного профиля.

3) Приборно-компьютерные системы, используемые для поддержки и автоматизации диагностического и лечебного процесса, осуществляемых при непосредственном контакте с организмом больного.

4) Автоматизированные рабочие места специалистов, для автоматизации всего технологического процесса врача и обеспечивающая информационную поддержку при принятии диагностических и тактических врачебных решений [1].

Автоматизация медицинских учреждений позволяет создать единое информационное пространство, что позволит создавать базы данных, вести электронные истории болезней и объединять их в единое целое все лечебные, диагностические, административные и финансовые процессы.

Важнейшим направлением внедрения современных информационных технологий является применение экспертных систем, предназначенных для решения задач диагностики и лечения заболеваний, особенно в тех случаях, когда учет слишком большого объема входной информации или реализации сложного алгоритма принятия решения представляет серьезные затруднения для практического врача. Эти выводы о необходимости информационных технологий в области разработки и создания алгоритмического подхода к принятию решений. Они должны обеспечивать не только документооборот, регистрацию статических и финансовых потоков, но и должны быть направлены на оптимизацию диагностического поиска, выстраивание «логических шагов» от результата к диагнозу с использованием алгоритмического подхода в оценке патологического процесса и функционирования органов и систем пациента [2].

Диагностика всегда была главной задачей медицины, а точность диагностики определяет соответствующий уровень медицинской науки. Потеря времени и отсутствие нужной квалификации медперсонала на местах приводит к несвоевременному назначению обследования, лечения, развитию осложнений.

Чаще наблюдаются признаки, которые с некоторой вероятностью соответствуют каким-либо заболеваниям, а возможность провести дополнительно исследование для получения увеличения количества признаков не всегда может быть. Именно по таким причинам как неполнота данных и зачастую отсутствием четкого порога в интерпретации параметра, часто возникают проблемы с постановкой надежного диагноза. Появляется необходимость разработки программного инструмента, позволяющего автоматически строить индивидуальную модель течения болезни пациента, ориентированную на физиологических особенностях конкретного пациента. Поэтому использование новейших информационных технологий, создание единых информационных сетей лечебного учреждения, внедрения экспертных систем оценки состояния органов и систем организма пациента помогает устранить данные недостатки.

Учитывая сложность системы организма человека, характеризующейся практически бесконечным количеством проявления болезни, большого влияния индивидуальности больного на симптоматику и клинику болезни, а также ограниченностью знаний специалистов, наука вынуждена постоянно работать в поисках все новых и новых методов и технологий выявления заболеваний.

Также в последнее время все чаще применяются технологии для круглосуточных врачебных онлайн-консультаций или телемедицинских консультаций, мониторинга контроля над ключевыми показателями жизнедеятельности больного.

Телемедицинские консультации осуществляются при помощи передачи медицинской информации по электронным каналам связи. Консультации могут проводиться как в «отложенном» режиме по электронной почте, как наиболее простой и дешевый способ передачи медицинской информации, так и в режиме реального времени *on-line* с использованием каналов связи и видеоаппаратуры. Плановые и экстренные видеоконсультации – это непосредственное общение между врачом-консультантом и

лечащим врачом, при необходимости – с участием больного. Сеанс видеоконференцсвязи может проходить как между двумя абонентами, так и между несколькими абонентами, т.е. наиболее сложные случаи могут обсуждаться консилиумом врачей из разных медицинских центров.

К перспективным направлениям телемедицины относятся телехирургия и дистанционное обследование (дистанционное управление медицинской диагностической аппаратурой). Под телехирургией понимают дистанционное проведение лечебных воздействий, хирургических операций на основе использования дистанционно управляемой робототехники. Данное направление предъявляет наиболее высокие требования ко всем элементам телекоммуникаций. Примером дистанционного управления может служить управление сетевыми видеокамерами, что эффективно при наблюдении за состоянием пациентов в палатах интенсивной терапии и дистанционном контроле хирургических операций.

Итак телемедицинские системы позволяют организовать диалог с врачом-экспертом на любом расстоянии и передать практически вся необходимую для квалификационного заключения медицинскую информацию (выписки из истории болезни, рентгенограммы, снимки УЗИ и т.д.).

Заключение.

Несомненно можно сказать, что информационные технологии – это важная система для повышения качества и эффективности медицинской помощи, позволяющая вести электронную базу данных всех пациентов с полной историей обращений, с указанием назначенного лечения, всех оказанных услуг, сданных анализов, выписанных рецептов, дающая возможность проводить быстрый поиск информации по контексту в базе данных и позволяющая сотрудникам устанавливать профессиональные связи для обмена опытом и получения консультации в каком-либо вопросе диагностирования. Но и их использование требует тщательного подхода к подготовке медицинского персонала, организации структуры непосредственно медицинской помощи и управлением ею.

Литература

1. Гроздова, Т.Ю. Современные информационные подходы обеспечения функционирования автономной медицинской организации в системе ОМС / Т.Ю. Гроздова // XII Всероссийская конференция «Информационные технологии в медицине-2011»: Междунар. науч.-практ. конференция (Москва, 13—14 октября 2011 года) – Москва: КОНСЭФ, 2011. - С. 47-50.

2. Никулин Б.А. Направление развития информационных технологий в лаборатории [Электронный ресурс] // Медицинская лаборатория «ВЕРАЛАБ» – Режим доступа: <http://www.vera-lab.ru/info/43.html>.

СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И РАДИАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ В ЗОНЕ АЭС

Е.Н. Зацепин, С.В. Дробот

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь*

В работе рассмотрены основные принципы, системы, организационные мероприятия, обеспечивающие высокую надежность современных энергоблоков АЭС на основе реактора типа ВВЭР-1200. Приведена структура радиационного мониторинга окружающей среды на площадке АЭС.

В основе проекта Белорусской АЭС лежит типовый проект АЭС-2006, в соответствии с которым реализуется и референтная Ленинградская АЭС-2. Проект АЭС-2006, использующий технологию водо-водяных энергетических реакторов, ставшую визитной карточкой Госкорпорации «Росатом», относится к поколению АЭС «3+» с улучшенными

технико-экономическими показателями, выполнен в современной информационной среде и соответствует самым высоким международным нормами и требованиям ядерной и радиационной безопасности. Расчеты и обоснования безопасности проекта АЭС-2006, выполненные разработчиками, показывают, что в настоящее время это один из наиболее надежных проектов АЭС, способной противостоять разрушительным природным силам, подобным тем, что вызвали аварию на АЭС Фукусима. Этому способствует комплекс активных и пассивных системы безопасности, а также ряд новых технических решений, реализованных в этом проекте.

Основной особенностью технологического процесса на АЭС является образование значительного количества радиоактивных продуктов деления в тепловыделяющих элементах активной зоны реактора. Для надежного удержания продуктов деления в ядерном топливе и в границах сооружений атомной станции предусматривается ряд последовательных физических барьеров на пути их распространения в окружающую среду [1]. Как показывает практика, на АЭС возможны нарушения режимов нормальной эксплуатации и возникновение аварийных ситуаций с выходом радиоактивных веществ за пределы АЭС. Это представляет потенциальный риск для персонала АЭС, населения и окружающей среды и требует принятия технических и организационных мер, снижающих вероятность возникновения таких ситуаций до приемлемого минимума. Обеспечение таких мер осуществляется системами безопасности и системами по преодолению запроектных аварий.

Международным сообществом сформулированы 12 фундаментальных принципов безопасности, три из которых связаны с управлением безопасностью, три – с глубокоэшелонированной защитой и шесть – с техническими принципами обеспечения безопасности [2].

В понятие «управление безопасностью» входят: культура безопасности; ответственность эксплуатирующей организации; нормативный контроль и независимая проверка. Принцип защиты в глубину (глубокоэшелонированной защиты) предполагает создание ряда последовательных уровней защиты: комплекс последовательных физических барьеров на пути распространения радиоактивных продуктов в окружающую среду; ряд технических и административных мероприятий по сохранению целостности и эффективности этих барьеров; организационные мероприятия по защите населения и окружающей среды в случае разрушения барьеров. Система последовательных физических барьеров включает в себя топливную матрицу, оболочки тепловыделяющих элементов, границу теплоносителя первого контура, а также контейнмент – прочную герметичную оболочку, представляющую собой внешнее защитное ограждение, в которое заключен ядерный реактор и другое оборудование и системы первого контура.

Принцип глубокоэшелонированной защиты распространяется не только на элементы, оборудование и инженерно-технические системы, влияющие на безопасность АЭС, но также на деятельность человека и имеет пять уровней безопасности. Первым уровнем защиты являются качественно выполненный проект АЭС, в котором все проектные решения обоснованы и обладают определенной степенью консерватизма с точки зрения безопасности, а также высокая степень подготовки и квалификации эксплуатационного персонала. Вторым уровнем защиты АЭС является обеспечение готовности оборудования и систем, важных для безопасности станции, путем выявления и устранения отказов. Третий уровень защиты АЭС обеспечивается инженерными системами безопасности, предусмотренными в проекте станции. Он направлен на предотвращение перерастания отклонений от режимов нормальной работы в проектные аварии, а проектных аварий – в тяжелые запроектные аварии. Четвертым уровнем глубоко эшелонированной защиты АЭС является управление авариями. Этот уровень защиты станции обеспечивается заранее запланированными и отработанными мероприятиями по управлению ходом развития

запроектных аварий. Эти мероприятия включают систему аварийного охлаждения активной зоны, спринклерную систему и систему аварийного парогазоудаления. Пятым уровнем защиты являются противоаварийные меры вне площадки АЭС. Основная задача этого уровня состоит в ослаблении последствий аварий с точки зрения уменьшения радиологического воздействия на население и окружающую среду. Этот уровень защиты обеспечивается за счет противоаварийных действий на площадке АЭС и реализации планов противоаварийных мероприятий на местности вокруг АЭС. Таким образом, реализация принципа глубокоэшелонированной защиты позволяет достигать главной цели безопасности при эксплуатации – предотвращения отказов и аварий, а в случае их возникновения предусматривает средства по их преодолению и ограничению последствий. При создании проекта АЭС-2006 особое внимание было уделено повышению его безопасности с учетом опыта новых разработок в этой области, а также строительства новых АЭС в Индии и Китае. В проекте соблюдены как качественные показатели безопасности, когда функции безопасности должны выполняться активными и пассивными элементами, так и количественные. Расчетная вероятность тяжелого повреждения активной зоны реактора по всем исходным событиям не превышает 10^{-6} на реактор в год; расчетная вероятность серьезных чрезвычайных ситуаций с выходом радиоактивности в окружающую среду не превышает 10^{-7} на реактор в год. Предусмотрено также минимальное влияние на показатели безопасности человеческого фактора (ошибки, ошибочные решения, бездействие персонала) и отказов обеспечивающих и управляющих систем безопасности (обесточивание в энергосистеме, отказ источников охлаждающей воды).

Обеспечение безопасности персонала АЭС, населения в районе АЭС, а также предотвращение радиоактивного загрязнения окружающей среды является важной задачей [3-4]. При нормальной эксплуатации и неповрежденных барьерах радиоактивные вещества локализованы в тепловыделяющих элементах и не представляют опасности. При аварии ряд барьеров безопасности прекращает выполнять защитные функции и вероятность выхода радионуклидов возрастает. Практика эксплуатации АЭС показывает, что в случае аварии облучение персонала и выброс радионуклидов во внешнюю среду можно своевременно предотвратить без остановки АЭС, если на ранней стадии обнаружить повреждение защитных барьеров. Эффективность такого обнаружения определяется видами используемого радиационного контроля и его оперативностью. Необходимо использовать такие виды контроля как контроль объемной активности аэрозолей, инертных радиоактивных газов, теплоносителя, контроль мощности дозы, контроль плотности потоков нейтронов и бета-частиц.

Для оценки радиационного воздействия АЭС на население и окружающую среду большое значение имеет предварительное исследование района размещения АЭС. Исследования обычно проводятся по следующим направлениям: сейсмичность площадки, география размещения площадки, климатические особенности региона, гидрология площадки. В целях обеспечения безопасности населения, проживающего в районе АЭС, и осуществления контроля радиационной обстановки вокруг АЭС устанавливаются особые территории: санитарно-защитная зона (СЗЗ) и зона наблюдения (ЗН). По своему функциональному назначению СЗЗ является дополнительным фактором, повышающим уровень безопасности населения, проживающего вблизи АЭС. В соответствии с нормативными документами СЗЗ – это территория вокруг АЭС, на которой уровень облучения людей в условиях нормальной работы станции может превышать предел дозы облучения населения (1 мЗв/год). Размеры и границы для АЭС устанавливаются на стадии проектирования исходя из проектных значений поступлений радиоактивных веществ в окружающую среду, распространения аэрозольных выбросов, условий жизнедеятельности населения. На территории СЗЗ и ЗН должен осуществляться радиационный мониторинг.

В системе радиационного контроля АЭС используют методы и технические средства, которые позволяют непрерывно анализировать радиационную обстановку на площадке размещения и вблизи АЭС, прогнозировать возможные неисправности основного оборудования реакторной установки и предупредить или свести к минимуму вероятность крупных аварий. Система радиационного контроля состоит из ряда подсистем, выполняющих отдельные задачи контроля параметров радиационной безопасности АЭС: автоматизированная система радиационного контроля, автоматизированная система индивидуального дозиметрического контроля, автоматизированная система контроля радиационной обстановки. Эти подсистемы обеспечивают контроль состояния защитных барьеров, доз облучения персонала АЭС, радиационной обстановки на площадке АЭС и радиационной обстановки в СЗЗ и ЗН АЭС, включая контроль активности газоаэрозольных выбросов и жидких сбросов.

Таким образом, сочетание высокой надежности Белорусской АЭС и постоянного радиационного мониторинга в СЗЗ и ЗН АЭС позволит минимизировать выбросы радиоактивных продуктов распада и последствия их влияния на персонал, население и окружающую среду.

Литература

1. Проект АЭС-2006. Ленинградская АЭС-2. – ФГУП Санкт-Петербургский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Атомэнергопроект», 2007.
2. Основные принципы безопасности атомных электростанций. 75-INSAG-3. Rev.1. INSAG-12. Доклад Международной консультативной группы по ядерной безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2015.
3. Е.А. Иванов, Л.П. Хамьянов. Методологические аспекты оценки риска для населения региона АЭС с учётом возможных радиационных аварий // Атомная энергия, т. 83, вып. 3, 1997. – С. 222.
4. И.И. Крышев, Е.П. Рязанцев. Оценка риска радиоактивного загрязнения окружающей среды при эксплуатации АЭС // Атомная энергия, т. 85, вып. 2, 1998. – С. 158-164.

ФЛУОРЕСЦЕНТНАЯ ДИАГНОСТИКА КАРИЕСА ЗУБОВ

***Л.С. Ляшенко¹, М.П. Самцов², Е.С. Воронай¹, А. В. Бутвиловский³,
В.Р. Гайфулина³, М.В. Бобкова¹***

¹Белорусский государственный университет, Минск, 220030 Беларусь ;

²НИИИПФП им. А.Н. Севченко БГУ, Минск, 220045 Беларусь;

³Белорусский государственный медицинский университет, Минск, 220045 Беларусь ;

Приведены результаты исследований лазерно-возбуждаемой флуоресценции тканей зубов в норме и пораженных кариесом. Показано, что при использовании для возбуждения флуоресценции разработанного спектрометрического комплекса с возбуждением полупроводниковым лазерным источником с длиной волны 684 нм. возможно детектирование глубоко расположенного кариеса.

Введение

Кариес относится к одному из наиболее распространенных заболеваний зубной ткани. Применяемые методы лечения постоянно совершенствуются, разрабатываются новые технологии. Однако успех лечения данного заболевания, как и многих других определяющим образом зависит от его обнаружения на самой ранней стадии развития. Это зависит от используемых методов диагностики. Наряду с многими традиционными методами большими возможностями связываются с методом лазерно-возбуждаемой флуоресценции. Этот метод является одним из неинвазивных способов идентификации патологических изменений биотканей. Метод флуоресцентной диагностики начальных кариозных поражений основан на анализе различий в спектрах флуоресценции интактных

и пораженных кариозным процессом твердых тканей зуба, а также в изменении интенсивности флуоресценции по мере прогрессирования кариозного процесса.

К настоящему времени проведено большое количество исследований для изучения различий в спектрах флуоресценции здоровых твердых тканей зуба и пораженных кариесом [1-4]. В работах [3, 4] установлено, что более интенсивная флуоресценция необратимых кариозных поражений обусловлена наличием в них повышенной концентрации производных порфирина, как продуктов жизнедеятельности кариесогенной микрофлоры. На их присутствие указывает максимум в спектре поглощения около 400 нм, что может представлять собой полосу Сорэ типичную для соединений порфиринового ряда. Несмотря на обилие накопленных данных относящихся к изучению спектрально-люминесцентных свойств тканей пораженных кариесом остаются нерешенными проблемы в понимании механизмов флуоресценции твердых тканей зуба как интактных, так и патологических, а также оптимальные методики и аппаратура для диагностики посредством данной методики.

Объекты и методика эксперимента.

В качестве объектов исследований выступали удаленные по медицинским показаниям зубы, содержащие здоровую эмаль и видимые кариозные пятна коричневого цвета. Исследуемые зубы предварительно очищались от зубных отложений, что позволило избежать ложных результатов, связанных с собственной флуоресценцией зубного камня. Измерения проводились в темноте в отсутствие источников рассеянного света при комнатной температуре.

Для определения относительной интенсивности сигнала свечения и анализа формы спектров флуоресценции использовался разработанный спектрометрический комплекс [5]. Возбуждение спектров флуоресценции осуществлялось полупроводниковым лазером с длиной волны излучения 684 нм и мощностью на выходе 10мВт. Для уменьшения уровня рассеянного света в приборе использовался светофильтр, полоса пропускания которого начинается с 720 нм. Подвод возбуждающего излучения к испытуемой поверхности и сбор света флуоресценции в спектрометре осуществлялся с помощью световода. Наконечник световода защищен слоем пленки ПВХ для предотвращения перекрестного загрязнения. Измерения проводились как в визуально пораженных областях структуры зуба, так и в здоровых. Полученные спектры флуоресценции обрабатывались с использованием программного обеспечения с электронными таблицами (Origin 7.0, OriginLab, США). Наряду с указанным комплексом проведены аналогичные измерения с использованием стационарного аргонового лазера, генерирующего излучение с длиной волны 514 нм, мощность на выходе которого достигает до 350мВт. Излучение аргонового лазера фокусировалось в узкое пятно до 10 микрон, что позволило селективно пространственно возбудить здоровую или пораженную ткань исследуемого зуба. Регистрация флуоресценции проводилась под углом 180 град (геометрия обратного рассеяния). Анализ полученных спектров проводился с использованием гауссовых спектральных функций, что позволило повысить чувствительность дифференциации между различными стадиями кариеса.

Результаты и их обсуждение.

Известно, что пропускание света биотканью, включая образцы эмали человека зависит от длины волны, а максимум пропускания приходится на область терапевтического окна [6, 7]. Соответственно, наиболее подходящим для изучения лазерно-возбуждаемой флуоресценции при диагностике кариеса является использование источников излучения генерирующих свет в «красной» области видимого спектра. Инфракрасное излучение меньше поглощается и рассеивается эмалью, что позволяет ему глубже проникнуть в ткани зуба.

На рис. 1 представлены спектры флуоресценции различных областей зуба при возбуждении светом длиной волны 684 нм. Интенсивность флуоресценции приведена в

условных единицах. Регистрируемые максимумы спектров флуоресценции твердых тканей здоровых и пораженных кариозным процессом расположены на 755 нм. Понятно, что при таком возбуждении и использовании отрезающего фильтра при использовании описанного спектрометра регистрируются лишь длинноволновые участки спектров флуоресценции. Наименьшей интенсивностью флуоресценции обладает интактная поверхность зубов. Интенсивность флуоресценции увеличивается с увеличением степени кариозной деминерализации. Анализ интенсивности флуоресценции позволяет определить границы патологического процесса.

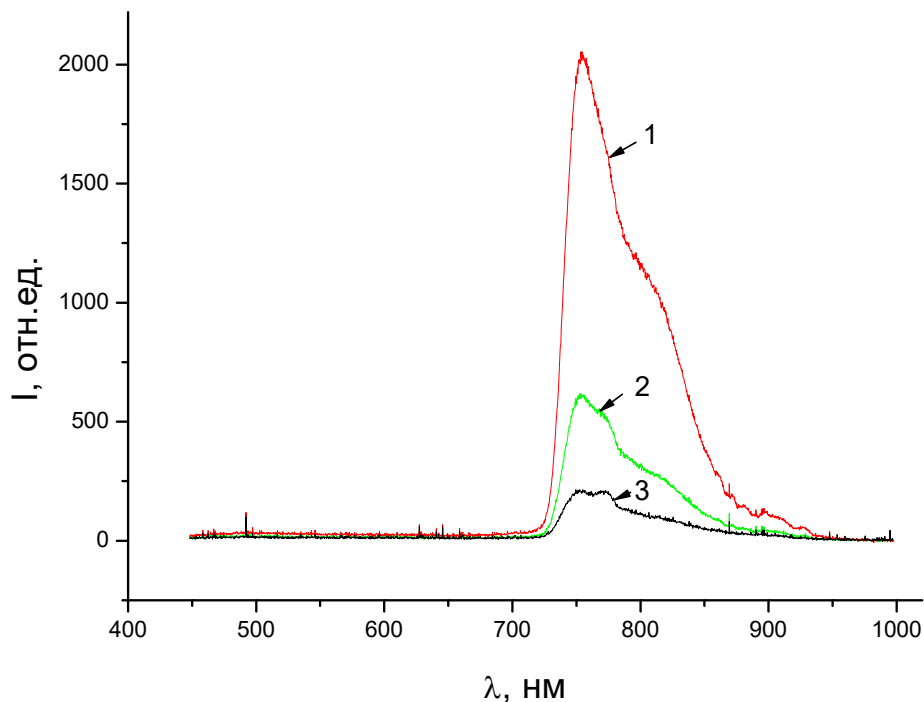


Рисунок 1 – Спектры флуоресценции, зарегистрированные при возбуждении светом длиной волны 684 нм, пораженной поверхности (1), на границе пораженной области (2) и от интактной поверхности (3)

Для более детального определения спектрально-люминесцентных характеристик различных поверхностей зуба проведены исследования флуоресценции при использовании для возбуждения аргонового лазера с длиной волны 514 нм. В полученных спектрах максимум спектра флуоресценции здоровых тканей расположен на 568 нм, а максимум флуоресценции пораженной области находится на длине волны 655 нм (рис.2). При этом наблюдается различие в интенсивностях флуоресценции изучаемых поверхностей. В спектрах флуоресценции неглубокого кариеса наблюдается дополнительный коротковолновый максимум (рис.3). Использование для обработки полученных результатов гауссовых спектральных функций позволило установить, что наблюдаемый спектр флуоресценции является составным от двух областей: интактной и пораженной кариозом. Максимумы полученных после преобразования спектров соответствуют максимумам флуоресценции здоровой и кариозной ткани. Следовательно, узконаправленный луч аргонового лазера при довольно большой мощности излучения возбуждает флуоресценцию не только с внешней поверхности зуба, но и из глубины, затрагивая внутренние ткани.

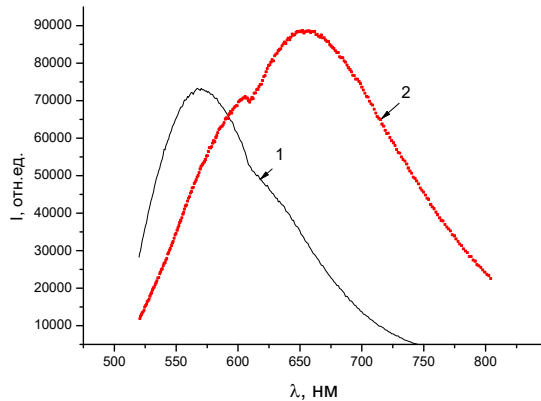


Рисунок 2 - Спектры флуоресценции, зарегистрированные при возбуждении светом длиной волны 514 нм, интактной поверхности (1) и пораженной области (2)

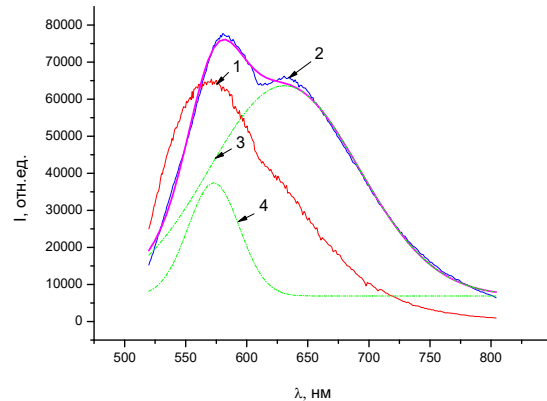


Рисунок 3 – Спектры флуоресценции, зарегистрированные при возбуждении светом длиной волны 514 нм, интактной поверхности (1), пораженной области (2) и полученные после обработки результатов (3,4)

Заключение

Установлено, что определение ранних кариозных изменений с помощью индуцированной лазерным лучом флуоресценции достаточно эффективно достигается при возбуждении излучения данными лазерными источниками. В свою очередь, при использовании для возбуждения длины волны 684 нм становится возможным обнаружения «скрытого» кариеса, так как это излучение находится в области прозрачности тканей зуба, что позволит зарегистрировать сигнал флуоресценции от более глубокого поражения. Следовательно, использование компактного портативного спектрометрического комплекса позволяет эффективно выявлять патологии твердых тканей зубов на анализе различий в уровнях интенсивности свечения интактных и кариозных областей зубной поверхности.

Литература

1. Ekstrand K., Qvist V., Thylstrup A. Light microscope study of the effect of probing in occlusal surfaces // Caries Res. 1987. V. 21. P. 368–374.
2. Hibst R., Paulus R., Lussi A. Detection of occlusal caries by laser fluorescence: Basic and clinical investigations // Med. Laser Appl. 2001. V. 16. P. 205–213.
3. Sailer R. Analysis of carious lesions and subgingival calculi by fluorescence spectroscopy / R. Sailer, R. Paulus, R. Hibst // Caries Research. – 2001. – №35. – p. 267.
4. Buchalla W. Comparative fluorescence spectroscopy shows differences in noncavitated enamel lesions / W. Buchalla // Caries Research. – 2005. – №39. – p. 150-156.
5. Самцов М.П., Радько А.Е., Каплевский К.Н., Шевченко К.А. Лазерный спектрометрический комплекс для флуоресцентной диагностики области локализации опухолей. Квантовая электроника: материалы V Междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 22-25 ноября 2004 г.) – Мн.: БГУ, 2004. – 179.
6. Robert H. Wilson, Kyle P. Nadeau, Frank B. Jaworski, Bruce J. Tromberg, and Anthony J. Durkin // Journal of Biomedical Optics 20(3), 030901 (March 2015) Review of short-wave infrared spectroscopy and imaging methods for biological tissue characterization
7. Brodbelt R.H.W., O'brien W.J., Fan P.L., Frazer–Dib J.G., Yu R. Translucency of human dental enamel // J. Dent. Res. 1981. V. 60, № 10. P. 1749–1753.

**ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ С ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРОМ
НА ОСНОВЕ ТРИКАРБОЦИАНИНОВОГО КРАСИТЕЛЯ
С ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЕМ НА МОДЕЛИ ПЕРЕВИВНЫХ
ОПУХОЛЕЙ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ**

***М.П. Самцов¹, Д.С. Тарасов¹, Л.С. Ляшенко²,
П.Т. Петров³, Е.Н. Александрова⁴, Ю.П. Истомин⁴, Е.С. Воронай²***

¹НИИИПФП им. А.Н. Севченко БГУ, Минск, 220045 Беларусь;

²Белорусский государственный университет, Минск, 220030 Беларусь e-mail: Voronay@bsu.by

³Институт биоорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь

⁴РНПЦ онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова, Минск, Беларусь

Проведены сравнительные исследования эффективности фотодинамической терапии в опытах «in vitro» и «in vivo» при использовании для облучения полупроводникового лазера с длиной волны 740 нм и светодиод с длиной волны в максимуме излучения 780 нм. Установлено, что несмотря на близкие для биоткани по величине значения пропускания на указанных длинах волн глубина некроза для светодиодного источника примерно в 1,5 раза больше.

Введение. Эффективность фотодинамической терапии (ФДТ) злокачественных опухолей в первую очередь определяется использованным фотосенсибилизатором, а также выбранной методикой и характеристиками аппаратных средств для осуществления ФДТ. Как правило, в качестве источника света используются лазеры с длиной волны излучения в области максимума поглощения фотосенсибилизатора. Вместе с тем появились мощные светодиоды, с помощью которых можно обеспечивать сравнимую с лазерами плотность мощности излучения на поверхности опухоли. Для поверхностных локализаций опухолей такие источники света обладают преимуществами по сравнению с лазерами, поскольку имеют значительно более низкую стоимость. Вместе с тем при разработке аппаратуры и регламента для использования в клинике необходимо сопоставление эффективности процесса ФДТ для различных используемых источников.

Объекты и методика эксперимента. В данной работе проведено сравнение результатов двух сеансов фототерапии злокачественных опухолей у подопытных животных при использовании лазерного и светодиодного источников света. В качестве источников излучения использован полупроводниковый лазер с длиной волны 740 нм и максимальной мощностью излучения 1 Вт, и светодиод с длиной волны в максимуме излучения 780 нм и световой мощностью до 1 Вт. В качестве фотосенсибилизатора использован трикарбоцианиновый краситель с полиэтиленгликолем [1, 2]. В экспериментах in vivo эффективность фотохимиотерапевтического действия красителя оценивалась по глубине повреждения солидных опухолей лабораторных животных. При расчете эффективной поглощенной световой дозы, учитывались поглощение красителя в модельных средах, в частности, в клетках HeLa. Для регистрации распределения интенсивности излучения по сечению пучка применялась камера компании ORMINS (Беларусь). Исследования проводили на монослой опухолевых клеток HeLa (плоскоклеточный рак шейки матки человека), который выращен в питательной среде 199 с добавлением 10% сыворотки крови телят и 100 мг/мл канамицина. По завершении фотооблучения флаконы выдерживали 20 часов в термостате при 37 °С в темноте. Затем монослой клеток обрабатывали 0,02%-м раствором Версена и проводили подсчет количества клеток с помощью камеры Горяева. Долю живых клеток в опытных группах определяли по отношению к контролю. На каждую точку использовали по 3 флакона с клетками. В качестве экспериментальных модельных систем in vivo использованы солидные перевиваемые опухоли белых беспородных крыс – саркома М-1 (Са М-1). Исследования проводили спустя 9–10 суток после перевивки Са М-1. В каждой контрольной и опытной группе использовали по не менее 5 крыс. Для оценки глубины некрозов в опухолях через 24 часа после проведения сеанса фотодинамической

терапии крысам внутривенно вводился 0,6% раствор синьки Эванса (1 мл/100 г массы тела животного). Затем через 2 часа животные были выведены из эксперимента с использованием общепринятых методов эвтаназии (хлороформ), опухоли иссечены, фиксированы в 10% растворе формалина в течение 2 часов и заморожены. После этого были сделаны гистотопографические срезы опухолей (2 мм толщиной по диаметру опухоли) с последующей фиксацией их изображений с помощью фотокамеры. Мощность падающего на образцы света определялась с помощью измерителя мощности LM-2. Спектры поглощения регистрировались с помощью спектрофотометра PV 1251A фирмы Solar. Флуоресценция растворов красителей исследована на спектрофлуориметре Fluorolog. Спектры флуоресценции красителя *in vivo* регистрировалась с помощью спектрометрического комплекса, разработанного в НИИ ПФП им. А.Н. Севченко. Подвод возбуждающего излучения ($\lambda=683$ нм) к образцу и сбор света флуоресценции в спектрометрическом комплексе осуществлялся с посредством световода.

Результаты и их обсуждение. Клетки HeLa в спектральном диапазоне 600-900 нм без введения фотосенсибилизатора практически не поглощают, оптическая плотность суспензии содержащей порядка $2 \cdot 10^6$ клеток в 1 см^3 не превышает $D < 0,006$. При этом клеточная культура оказалась средой, в которой отсутствуют различия в пропускании в спектральной области использованных источников света. Для создания одинаковой скорости расхода кислорода и красителя в процессе фотовоздействия для каждой из использованных длин волн излучения выполнены условия, обеспечивающие поглощение фотосенсибилизатором в биологических структурах одинакового количества квантов света в единицу времени. Это достигалось выбором для каждого источника своей плотности мощности падающего на образец света. При этом учитывалось, что количество поглощенных фотосенсибилизатором фотонов пропорционально $(1-T)$, где T – пропускание образца. Соотношение величин плотности мощности определялось из спектра поглощения полиметинового красителя в клетках HeLa на длинах волн 668 нм, 740 нм и 780 нм по значениям $(1-T)$. Основанием для использования такого соотношения *in vivo* является то, что спектры флуоресценции фотосенсибилизатора в клеточной культуре HeLa совпадает по положению и форме со спектром в тканях *in vivo*. Из полученных данных рассчитывалось соответствие плотности мощности падающего излучения для $\lambda=740$ нм и на краю спектра поглощения, которые обеспечивают одинаковое число поглощенных квантов света в единице объема образца в единицу времени. В связи с этим условием, при котором обеспечивается одинаковое число поглощенных фотосенсибилизатором квантов света в единицу времени, для длины волны 668 нм была использована в 2.8 раза, а для 780 нм в 2.3 раза большая плотность мощности излучения, по сравнению с $\lambda=740$ нм (это с учетом различий энергии фотонов для использованных источников света). Для каждого из использованных источников света при таких условиях фотовоздействия при одинаковом интервале времени освещения обеспечивалась одинаковая эффективная экспозиционная доза света. При таких условиях фотовоздействия доля погибших клеток HeLa для всех использованных источников практически одинакова. В процессе проведения сеансов фотохимиотерапии на перевивных опухолях экспериментальных животных использовалось такое же соотношение величин плотности мощности падающего излучения при использовались эти же источники света. Проведено исследование однородности пучка падающего на образец света по сечению пучка, а также влияние на степень и эффективность повреждения опухолевых тканей в результате ФДТ. Для этого анализировалось зарегистрированное с помощью камера компании ORMINS изображение матового экрана помещенного в пучке света на разных расстояниях от лазера. Оказалось, что распределение излучения по сечению светового пучка полупроводникового лазера $\lambda=740$ нм без дополнительных оптических устройств является в значительной степени неоднородным. В различных точках сечения светового пятна полупроводникового лазера освещенность

различается на один – два порядка. Отклонение огибающей от средней по 10 точкам достигает 55%, среднее квадратичное отклонение составляет 18%. Такая высокая неоднородность лазерного пучка может привести к неравномерному фотовоздействию во время сеанса фотодинамической терапии, и как следствие фрагментарному повреждению опухоли. Для повышения однородности на выходе из лазера установлен рассеиватель излучения. Наиболее эффективным оказалось использование в качестве рассеивателя линзового раstra. При этом светораспределение в силу высокой контрастности освещающих пучков имеет вид подобный светораспределению в спектре Фраунгофера дифракционной решетки, сглаженного за счет конечных размеров источника света. Огибающая светораспределения в идеальном случае должна иметь вид трапеции. Использование линзового рассеивателя позволило уменьшить перепады интенсивности соседних тачек в сечении пучка более чем в пять раз, т.е. существенно снизило разброс интенсивности по сечению. Так отношение интенсивности наиболее освещенных областей к интенсивности наименее освещенных не превысило 1,6. Отклонение огибающей от средней не превышает 27%, а среднее квадратичное отклонение уменьшилось до 8 %. При использовании такого рассеивателя результативность сеансов фотохимиотерапевтического воздействия заметно улучшилось. Так в случае использования одинаковой экспозиционной дозы света - 200 Дж/см² при средней плотности мощности - 150 мВт/см² при проведении сеанса ФДТ с использованием лазера с установленным рассеивателем получены некрозы с глубиной повреждения до 2 см, а без рассеивателя только 5 мм. В случае светодиодного источника с линзовым растровым рассеивателем профиль излучения имеет достаточно гладкую колоколообразную форму. В результате проведения сеанса фотохимиотерапии, при использовании такой же как для лазера эффективной экспозиционной дозы света с $\lambda=780$ нм - 200 Дж/см² и средней плотностью мощности 150 мВт/см², по всей площади и глубине засветки опухолевых узлов некрозы тканей были сплошными, площадь некроза опухолей составила 76-89%. Средняя глубина повреждения перевиваемых опухолей Са М-1 крыс при воздействии светом с длиной волны 780 нм в 1,5 раза больше по сравнению с длиной волны 740 нм и в 2 раза больше по сравнению с фотовоздействием с длиной волны 668 нм. То есть, при фотовоздействии в указанном спектральном диапазоне наблюдается рост глубины повреждения опухолевых тканей с увеличением длины волны использованного источника излучения. Коэффициенты поглощения биоткани на длинах волн 780 и 740 нм имеют достаточно близкие значения, вместе с тем наблюдаются существенные, до полутора раз, различия в глубине некроза при фотовоздействии источниками света с длинами волн 780 и 740 нм.

Заключение. На основании проведенных сравнительных исследований эффективности фотодинамической при использовании для облучения полупроводникового лазера с длиной волны 740 нм и светодиода с длиной волны в максимуме излучения 780 нм, установлено, что несмотря на близкие для биоткани по величине пропускания значения на указанных длинах волн глубина некроза для светодиодного источника примерно в 1,5 раза больше. Предполагается, что различия в глубине повреждения опухолей при фотовоздействии источниками с разной длиной волны света определяются не только различием в пропускании тканей, но и возможной различной эффективностью фотодиссоциации гемоглобина в кровеносных сосудах.

Литература

1. Патент на изобретение №17638: «Водорастворимый индотрикарбоцианиновый краситель в качестве фотосенсибилизатора для фотодинамической терапии злокачественных опухолей» Самцов М.П., Луговский А.П., Воропай Е.С., Петров П.Т., Луговский А.А., Демид Д.И., Истомин Ю.П. // Афіційны бюл. / Нац. центр інтелектуал. уласнасці. – 2013. – № 5. – С. 103.
2. Alexander Lugovski, Michael Samtsov, Kirill Kaplevsky, Petr Petrov, Eugene Voropay, Dmitri Tarasau, Yuri P. Istomin. Novel indotricarbocyanine dyes covalently bonded to polyethylene glycol for theranostics //Journal of Photochemistry and Photobiology A, 2016.V.316, P.31-36.

Научное издание

**МЕДЭЛЕКТРОНИКА–2016.
СРЕДСТВА МЕДИЦИНСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ
И НОВЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ
X МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Минск, Республика Беларусь, 8–9 декабря 2016 года)

В авторской редакции
Ответственный за выпуск *С. К. Дик*
Компьютерная верстка: *А. В. Смирнов*

Подписано в печать 02.12.2016. Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. Л. Уч.-изд. л. Тираж 80 экз. Заказ.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий №1/123 от 24.03.2014,
№2/113 от 07.04.2014, №3/615 от 07.04.2014.
ЛИ № 02330/264 от 14.04.2004.
220013, Минск, П. Бровки, 6