

На правах рукописи

Киреев  
Сергей Иванович

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ ТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА  
КАК ФАКТОР КОРРЕКЦИИ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНЫХ НАРУШЕНИЙ  
ОПОРНЫХ ТКАНЕЙ  
(ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)**

03.01.02 – биофизика

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора медицинских наук

Саратов  
2011

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского Федерального Агентства по здравоохранению и социальному развитию» и в Образовательно-научном институте наноструктур и биосистем ГОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского».

Научные консультанты: доктор медицинских наук, профессор

Бейдик Олег Викторович

Заслуженный деятель науки РФ,  
доктор медицинских наук, профессор  
Киричук Вячеслав Федорович

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук, профессор  
Ульянов Сергей Сергеевич

доктор медицинских наук, профессор  
Маланин Дмитрий Александрович

доктор медицинских наук  
Солдатов Юрий Петрович

Ведущая организация: Федеральное государственное учреждение «Научно-исследовательский детский ортопедический институт имени Г.И.Турнера» Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации. г. Пушкин (Санкт – Петербург).

Защита состоится «22» апреля 2011 г. в 15 часов 30 минут на заседании диссертационного совета Д 212.243.05 в Саратовском государственном университете (410012, г.Саратов, ул.Астраханская,83)

С диссертацией можно ознакомиться в Зональной научной библиотеке ФГОУ ВПО «Саратовский государственный университет им.Н.Г.Чернышевского».

Автореферат разослан «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
доктор физико-математических наук,  
профессор

Дербов В.Л.

## Общая характеристика работы

### Актуальность проблемы

Электромагнитное излучение терагерцового диапазона в настоящее время применяется в медицине, главным образом, как биофизический фактор коррекции микроциркуляторных нарушений. Анализ данных литературы и клинические наблюдения свидетельствуют о том, что ММ-волны эффективны при многих хронических заболеваниях как в качестве монотерапии, так и в комбинации с другими физическими методами и медикаментозными средствами, усиливая и закрепляя лечебное действие последних [Голант М.Б., Брюхова А.К., Двдцатова Е.А. и др., 1983; Девятков Н.Д., Бецкий О.В., 1985; Голант М.Б., 1986; Девятков Н.Д., Голант Н.Б., Бецкий О.В., 1994; Киричук В.Ф., Головачева Т.В., Чиж А.Г., 1999; Киричук В.Ф., Андронов Е.В., Майбородин А.В. и др., 2004; Родштат И.В., 2005; Киричук В.Ф., Креницкий А.П., Майбородин А.В. и др., 2005; Паршина С.С., Киричук В.Ф., Головачева Т.В. и др., 2005].

Терагерцовый диапазон частот лежит на границе между электроникой и фотоникой от 100 ГГц до 10 ТГц (1 ТГц =  $10^3$  ГГц) или в длинах волн от 3 мм до 30  $\mu$ м. [Гершензон Е.М., Малов Н.Н., Мансуров А.Н., 2002]. Установлено, что рассматриваемый диапазон волн используется живыми организмами для связи и управления, при этом сами живые организмы излучают колебания миллиметрового диапазона [Киричук В.Ф., Майбородин А.В., Волин М.В. и др., 2001; Киричук В.Ф., Креницкий А.П., Майбородин А.В. и др., 2002; Киричук В.Ф., Креницкий А.П., Малинова Л.И. и др., 2004]. Волны, возбуждаемые в организме при воздействии на него ТГц-облучения, в известной мере имитируют сигналы внутренней связи и управления (информационные связи) биологических объектов. В результате восстанавливается нормальное по спектру и мощности излучение, свойственное здоровому организму [Киричук В.Ф., Майбородин А.В., Волин М.В. и др., 2001; Киричук В.Ф., Креницкий А.П., Майбородин А.В. и др., 2002; Киричук В.Ф., Креницкий А.П., Малинова Л.И. и др., 2004]. Таким образом, представленный диапазон частот качественно не изменяет организм, но может отрегулировать, нормализовать его функциональное состояние в пределах, присущих данному биологическому виду [Бецкий О.В., Девятков Н.Д., Кислов В.В., 1998; Конако Фредерико, Фэйтс Д., 2002].

Есть мнение, что реакционная способность молекул, возбужденных терагерцовым квантом, будет на порядок выше, чем при возбуждении КВЧ-квантом [Бецкий О.В., Креницкий А.П., Майбородин А.В., Тупикин В.Д., 2003]. К особенностям терагерцовых волн относится также и то, что ТГц-излучение свободно проникает сквозь одежду и кожу до мышц человека [Конако Ф., Фэйтс Д., 2002].

С другой стороны, терагерцовый диапазон частот все больше обращает на себя внимание, поскольку в этом диапазоне в основном сосредоточены частотные спектры излучения и поглощения важнейших активных клеточных метаболитов (NO, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, OH- и др.) [Креницкий А.П., Бецкий О.В., Тупикин В.Д., 2001].

Совершенно закономерно, что наибольший интерес вызывают электромагнитные волны молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота. Оксид азота является одним из важнейших биологических медиаторов, вовлеченный во множество физиологических и патофизиологических процессов. Он представляет собой уникальный по своей природе и механизмам действия вторичный мессенджер в большинстве клеток организма. В частности, оксид азота участвует в реализации многих важных физиологических функций, таких как вазодилатация, бронходилатация, нейротрансмиссия, агрегация тромбоцитов, реакции иммунной системы, регуляция тонуса гладких мышц, состояние памяти, является важным регулятором почечной гемодинамики и гломерулярной фильтрации, а также некоторых патологических процессов [Голиков П.П., 2004; Ignarro L.G., Buga G.M., Wood K.S., 1987; Anggard E., 1994; Lowenstein C.J., 1994; Snyder D., Bredt D.S., 1995; Lloyd-Jones D.M., 1996; Devies M.G., Fulton G. R., Hagen P., 1997; Hart C.M., 1999; Michel J.B., 1999; Ruschitzka F. T., Wenger R. H., Stallmach T. et al., 2000; Battinelli E., Loscalzo J., 2000; Murad F., 2003; Tae H.H., Qamirani E., Nelson A.G. et al., 2003; Kawachi H., Moriya N.H., Korai T. et al., 2007; Xiong Y.X., Meng X.L., Yang N. et al., 2007].

Регуляторное действие оксида азота во всех этих системах реализуется генерацией его из гуанидинового атома азота L-аргинина семейством уникальных цитохром-P-450-подобных гемопротейдов-NOS, которые присоединяют молекулярный кислород к конечному атому азота в гуанидиновой группе L-аргинина [Ignarro L.G., 1990; Clement B., Shultze-Mosgau M.H., Wohlers H., 1994; Bian K., Murad F., 2003; Chunying L., Huang W., Harris M.B. et al., 2005].

Исследование и разработка методов регулирования секреции, поддержания уровня физиологической концентрации и реакционной способности эндогенного оксида азота в клетках, органах и в организме в целом представляет несомненный научный и практический интерес для теоретической и клинической медицины. В связи с этим, в настоящее время постоянно ведутся интенсивные поиски методов по созданию фармакологических препаратов, регулирующих секрецию и функциональную активность молекул оксида азота в клетках, органах и в организме в целом. Однако фармакологическая регуляция измененных физиологических функции в организме может

сопровождаться возникновением ряда стойких нежелательных побочных и в ряде случаев тяжелых аллергических реакций, что ограничивает широту применения лекарственных средств [Ольбинская Л. И., 1998].

Это диктует необходимость изыскания неинвазивных физических регуляторов образования и секреции эндогенного оксида азота на основе естественных физиологических процессов. Перспективным с этой точки зрения является использование низкоинтенсивного терагерцового излучения на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота [Киричук В.Ф., Антипова О.Н., Креницкий А.П., 2004; Киричук В.Ф., Иванов А.Н., Антипова О.Н. и др., 2004]. Биофизические эффекты волн терагерцового диапазона дают основания и открывают перспективы развития новых направлений в биомедицинской технологии: «терагерцовая терапия» и «терагерцовая диагностика» [Бецкий О.В., Креницкий А.П., Майбородин А.В. и др., 2003].

Травмы и заболевания опорно-двигательного аппарата являются одной из самых распространённых патологий не только в России, но и в других странах. Старение населения, возросшее количество спортивной и дорожно-транспортной травмы, разработка оперативной техники замещения поврежденных суставов и лучшая информированность населения привели к драматическому росту числа оперируемых пациентов. На сегодняшний день хирургические вмешательства на конечностях и позвоночнике составляют более половины всех выполняемых операций, при этом практически каждый человек в течение жизни переносит несколько вмешательств по поводу повреждений костей и суставов. При данной нозологии отмечается высокий процент временной и стойкой утраты трудоспособности. Поэтому, неудивительно, что изучение и лечение всех форм дисфункции опорно-двигательного аппарата расцениваются как наиболее важная область медицины, и декада с 2001 по 2010 годы была объявлена десятилетием костной хирургии и лечения суставов [Мюллер М.Е., 2001].

Очевидно, что в основе многих патологических процессов лежат микроциркуляторные и гемореологические нарушения. Развитие и исход таких общепатологических процессов, как воспаление, регенерация, пролиферация, во многом определяются ролью механизмов регуляции микроциркуляции. Разработка и внедрение методов управления репаративной регенерацией кости, основанных на улучшении кровоснабжения, обусловлена саногенетической ролью ангиогенеза, предшествующего десмо- и остеогенезу [Веденский Н.С., и соавт., 2001; Афанасьев Л.М., и соавт., 2007]. Большое значение в предоперационной подготовке и послеоперационной реабилитации ортопедо – травматологических больных придается методам, направленным

на нормализацию микроциркуляторных процессов в тканях [Гребенюк Л.А., Гореванов Э.А., Гофман Ф.Ф., 2002; Сорокин В.А., Кузьмин И.И., 2003; Kwong L.M., 2003]. В последнее время осуществляется активное внедрение и совершенствование методов остеосинтеза, в том числе чрескостного и блокирующего интрамедуллярного. В связи с этим представляет научный и практический интерес сравнительная оценка влияния указанных методов лечения на адаптационные возможности и особенности индивидуальной реактивности организма пациентов с переломами костей конечностей, имеющих патогенетическое значение в развитии микроциркуляторных и гемореологических нарушений, лежащих в основе возникновения нейродистрофических синдромов.

В доступной литературе не обнаружено сведений, характеризующих влияние ТГЧ-излучения на частотах оксида азота (NO)  $150 \pm 0,75$  ГГц на систему микроциркуляции опорных тканей в условиях целостного организма. Исследования эффективности ТГЧ-NO терапии у больных с травмами и заболеваниями опорно-двигательной системы ранее также не выполнялись.

Все вышеперечисленное послужило основанием для разработки оптимальных режимов воздействия излучением терагерцового диапазона на частотах оксида азота  $150 \pm 0,75$  ГГц, при которых возможно восстановление нарушенной микроциркуляции опорных тканей.

В нашей работе исследовались особенности влияния излучения терагерцового диапазона на частотах оксида азота  $150 \pm 0,75$  ГГц на микроциркуляторные нарушения костной ткани у экспериментальных животных при моделировании острого и хронического иммобилизационного стресса и изучали эффективность лечебного применения данного вида воздействия в комплексной медицинской реабилитации пациентов с патологией опорно-двигательной системы.

### **Цель исследования**

Изучить особенности воздействия электромагнитных волн терагерцового диапазона на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота  $150 \pm 0,75$  ГГц на состояние микроциркуляции опорных тканей и разработать наиболее эффективные режимы облучения на указанных частотах, обеспечивающие коррекцию микроциркуляторных и гемореологических нарушений у экспериментальных животных в условиях иммобилизационного стресса и у больных с травмами и заболеваниями опорно-двигательной системы.

## **Задачи исследования**

1. Изучить микроциркуляторные нарушения костной ткани и красного костного мозга, а также характер структурно-функциональных изменений опорных тканей у белых крыс-самцов в состоянии острого и хронического иммобилизационного стресса.

2. Установить влияние электромагнитного облучения терагерцового диапазона частотой оксида азота  $150 \pm 0,75$  ГГц на микроциркуляторные нарушения костной ткани и красного костного мозга, а также на структурно-функциональные изменения опорных тканей белых крыс-самцов в состоянии острого и хронического иммобилизационного стресса.

3. Изучить патогенетические аспекты возникновения микроциркуляторных и гемореологических нарушений при использовании современных хирургических методов лечения переломов костей конечностей.

4. Определить воздействие электромагнитного облучения терагерцового диапазона частотой оксида азота  $150 \pm 0,75$  ГГц на рефлексогенные зоны опорно-двигательного аппарата.

5. Проанализировать эффективность применения ТГЧ - NO терапии в комплексе медицинской реабилитации больных с переломами костей.

6. Оценить эффективность применения ТГЧ - NO терапии в комплексе медицинской реабилитации больных с посттравматическими нейродистрофическими синдромами.

7. Изучить эффективность применения ТГЧ - NO терапии в комплексной профилактике тромбоза глубоких вен нижних конечностей у больных с переломами костей голени.

8. Определить эффективность применения ТГЧ - NO терапии в комплексе медицинской реабилитации больных с деформирующим остеоартрозом.

## **Научная новизна**

Впервые в рамках одного исследования проведен комплексный анализ влияния электромагнитного излучения терагерцового диапазона на частоте молекулярного спектра оксида азота  $150 \pm 0,75$  ГГц на микроциркуляторные нарушения костной ткани и красного костного мозга, а также на структурно-функциональные изменения опорных тканей белых крыс-самцов в состоянии острого и хронического иммобилизационного стресса.

Установлено, что трансформация микроциркуляторного русла при иммобилизационном стрессе проявлялась в дистонии, разрежении сети капилляров костной ткани и красного костного мозга, - вплоть до появления (при хроническом

стрессе) аваскулярных зон. Итогом расстройств микроциркуляции при иммобилизационном стрессе являлось развитие ишемии и гипоксии костной ткани и красного костного мозга различной степени выраженности. При этом были отмечены однотипные изменения клеточного состава ККМ: увеличение содержания лимфоидных клеток, активация миелоидного ростка, расширение гранулоцитарного ростка, увеличение содержания моноцитов; в костной ткани: признаки угнетения активности остеобластов, преобладания явлений резорбции костной ткани, в том числе и за счет явления лакунарного рассасывания. Выраженность указанных проявлений была значительно большей в условиях хронического стресса по сравнению с острым.

Влияние ЭМИ ТГЧ диапазона ( $150 \pm 0,75$  ГГц) в условиях эксперимента на микроциркуляторные нарушения костной ткани и красного костного мозга, а также на структурно-функциональные изменения опорных тканей при иммобилизационном стрессе зависит от продолжительности и времени облучения. Наиболее эффективным в восстановлении нарушенных показателей является 15 минутный режим облучения.

Экспериментально обоснована перспектива использования терагерцового излучения на частоте оксида азота  $150 \pm 0,75$  ГГц в клинической практике для коррекции микроциркуляторных нарушений костной ткани и красного костного мозга, а также структурно-функциональных изменений опорных тканей у больных с травмами и заболеваниями опорно-двигательной системы.

В настоящей работе с помощью клинико-лабораторных методов исследования впервые доказано, что ТГЧ-НО терапия способствует усилению репаративной регенерации в зоне перелома кости, уменьшению степени выраженности посттравматической нейродистрофии, активации восстановительных процессов в суставном хряще и периартикулярных тканях при обострении дегенеративно-дистрофической патологии, уменьшению степени риска тромботических осложнений у больных с переломами костей нижней конечности. Реализация перечисленных эффектов происходит через корригирующее воздействие на микроциркуляцию костной ткани и красного костного мозга, на реологические свойства крови, а также на структурно-функциональные изменения опорных тканей, что и обеспечивает клинический эффект в виде сокращения сроков временной нетрудоспособности пациентов.

Представленные данные дают основание полагать, что использование терагерцового электромагнитного излучения на частоте оксида азота  $150 \pm 0,75$  ГГц может быть рекомендовано как обоснованный и эффективный метод комплексного лечения больных с ортопедо-травматологической патологией.



## Теоретическая и практическая значимость работы

В диссертационном исследовании определена эффективность корректирующего воздействия ЭМИ ТГЧ молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота на характерные нарушения микроциркуляции костной ткани и красного костного мозга в условиях моделирования острого и хронического иммобилизационного стресса. Показано, что неинвазивное транскутанное облучение животных в условиях моделирования иммобилизационного стресса ЭМИ ТГЧ диапазона молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота ( $150 \pm 0,75$  ГГц) способствует восстановлению микроангиоархитектоники, особенно капиллярного звена, до величин, близких к нормальным показателям. Полученные результаты являются теоретическим обоснованием возможности использования ЭМИ ТГЧ молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота в качестве физического фактора с целью коррекции микроциркуляторных нарушений костной ткани и красного костного мозга, являющихся важным патогенетическим звеном при травмах и заболеваниях опорно-двигательного аппарата.

На основании экспериментальных и клинических исследований расширены показания к применению аппарата для КВЧ-терапии «Орбита», который приказом Росздравнадзора от 14 августа 2009 года № 6507-Пр/09 разрешен к производству, продаже и применению на территории РФ.

Работа является фрагментом отраслевой научно-исследовательской программы на тему: «Исследование влияния на сложные биологические системы электромагнитных колебаний на частотах молекулярных спектров излучения и поглощения веществ, участвующих в метаболических процессах» согласно договору №005/037/002 от 25 сентября 2001 г. с МЗ и СР РФ и программы РАМН «Научные медицинские исследования Поволжского региона» на 2008-2010 гг. «Изучение особенностей поведенческих реакций, характера изменения кровотока в магистральных сосудах, реологии крови, микроциркуляторного и коагуляционного механизмов гемостаза у биообъектов, находящихся в состоянии острого и хронического иммобилизационного стресса под влиянием радиоимпульсного излучения высокой мощности и различных частот (135-250 ГГц) (ТГЧ)», и выполнена в соответствии с договором о научно-техническом сотрудничестве между ГОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И.Разумовского Федерального Агентства по здравоохранению и социальному развитию» и институтом биофотоники и центром современных высоких технологий Китайской Академии Наук (Договор от 02.03.10г).

## **Внедрение результатов работы в практику**

Основные положения и рекомендации диссертационного исследования используются в практической работе отделений травматологии муниципальных учреждений здравоохранения городских клинических больниц №2 и №9 г.Саратова.

Материалы диссертации используются в учебном процессе на кафедрах нервных болезней, нормальной физиологии им. И.А.Чуевского, ортопедии и травматологии ГОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского Федерального Агентства по здравоохранению и социальному развитию».

На основе проведенных исследований оформлены 3 заявки на изобретения по способам лечения, получены 2 приоритетные справки и 1 патент Роспатента.

## **Апробация диссертации**

Материалы диссертационного исследования доложены на: Всероссийской научно-практической конференции «Новые технологии в медицине» (Саратов, 2001); научно-практической конференции с международным участием «Новые технологии в медицине» (Курган,2001); международном конгрессе «Современные технологии в травматологии, ортопедии: ошибки и осложнения – профилактика, лечение» (Москва,2004); I Израильско-Российской ортопедической конференции (Израиль, Хайфа, 2005); VIII съезде травматологов-ортопедов России (Самара,2006); межрегиональной научно-практической конференции с международным участием «Реабилитационные технологии XXI века» (Саратов,2006); Всероссийской научно-практической конференции «Современные методы лечения больных с травмами и их осложнениями» (Курган,2006); XIII Всероссийской научно-методической конференции «Телематика 2006» (С.Петербург,2006); 5-й встрече международной ассоциации последователей метода Илизарова (АСАМИ) (С.Петербург, 2008); межрегиональной конференции «Докторантские чтения» (Саратов, 2008); VI Общероссийском съезде анатомов, гистологов и эмбриологов (Саратов, 2009); научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы хирургии верхней конечности» (Курган,2009), X Всероссийской конференции «Биомеханика 2010» (Саратов,2010); IX Съезде травматологов-ортопедов РФ (Саратов, 2010).

По материалам диссертации опубликованы 60 работ, из них 15 – в научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов докторских диссертаций.

## **Объем и структура диссертации**

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, 5 глав собственных исследований, обсуждения полученных результатов, заключения и выводов. Диссертация

изложена на 303 страницах текста. Иллюстративный материал представлен 49 рисунками и 35 таблицами. Указатель литературы включает 236 отечественных и 170 зарубежных источника.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Электромагнитное облучение терагерцового диапазона на частоте оксида азота  $150 \pm 0,75$  ГГц является биофизическим фактором, оказывающим корригирующее влияние на микроциркуляторные нарушения костной ткани и красного костного мозга, а также на структурно-функциональные изменения опорных тканей при экспериментальном иммобилизационном стрессе у животных.

2. Влияние электромагнитного облучения терагерцового диапазона на частоте оксида азота  $150 \pm 0,75$  ГГц в условиях эксперимента на микроциркуляторные нарушения костной ткани и красного костного мозга, а также на структурно-функциональные изменения опорных тканей при иммобилизационном стрессе зависит от продолжительности и времени облучения. Наиболее эффективным в восстановлении нарушенных показателей является 15 минутный режим облучения.

3. Использование терагерцового электромагнитного облучения на частоте оксида азота  $150 \pm 0,75$  ГГц может быть рекомендовано как обоснованный и эффективный метод коррекции микроциркуляторных нарушений у больных с ортопедо-травматологической патологией.

4. Применение современных малоинвазивных методов хирургического лечения переломов костей конечностей не сопровождается отрицательным влиянием на патогенетические механизмы микроциркуляторных нарушений, возникающих вследствие реакции организма на травматическое повреждение, и требующих дополнительной коррекции.

5. ТГЧ - NO терапия способствует усилению репаративной регенерации в зоне перелома кости, уменьшению степени выраженности посттравматической нейродистрофии, активации восстановительных процессов в суставном хряще и периартикулярных тканях при обострении дегенеративно-дистрофической патологии, уменьшению степени риска тромботических осложнений у ортопедо – травматологических больных.

### **Содержание работы**

Во введении обосновывается актуальность исследования, его практическая и теоретическая значимость; сформулированы основные цели и задачи, а также пути их реализации.

## **Глава 1. Электромагнитные волны терагерцового диапазона и их применение в медицине (обзор литературы)**

В данной главе на основании анализа отечественной и зарубежной литературы определены особенности взаимодействия электромагнитного излучения терагерцового диапазона на частоте оксида азота  $150 \pm 0,75$  ГГц с биологическими системами. Показано, что биоэффекты ЭМИ имеют резонансный характер, а первичными мишенями его воздействия являются водная компонента биообъекта, клеточные мембраны и биологически активные вещества. На основе анализа результатов многочисленных экспериментальных исследований обоснована наибольшая целесообразность дальнейшего изучения биофизических свойств ЭМИ на частоте оксида азота ( $150 \pm 0,75$  ГГц). Отмечено, что их основу составляют эффекты нормализующего влияния на состояние микроциркуляции и гемореологии. Приведены данные по экспериментальному исследованию эффективности и механизмов корригирующего воздействия терагерцового излучения на частоте оксида азота на внутрисосудистое звено микроциркуляции и результаты внедрения в клиническую практику «терагерцовой терапии» у больных с сердечно-сосудистой патологией. Доказана существенная значимость микроциркуляторных и гемореологических нарушений в патогенезе патологии опорно-двигательного аппарата. Отмечено отсутствие сведений о ранее проводимых исследованиях эффективности терагерцовой терапии в коррекции микроциркуляторных нарушений опорных тканей, в том числе у больных с переломами костей и заболеваниями суставов. Обоснована эффективность применения в экспериментах на лабораторных животных (крысах) воздействия острого и хронического иммобилизационного стресса для моделирования микроциркуляторных нарушений.

## **Глава 2. Материал и методы исследования**

Экспериментальный раздел исследования был выполнен на базе кафедры нормальной физиологии им. И.А. Чуевского ГОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Федерального Агентства по здравоохранению и социальному развитию» при непосредственном научно-методическом консультировании заведующим кафедрой доктором медицинских наук, профессором, заслуженным деятелем науки РФ Вячеславом Федоровичем Киричуком.

Эксперименты проводили на 135 белых беспородных крысах – самцах массой 180 - 220г. Животные поставлялись из вивария ГОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет Росздрава», где содержались в стандартных условиях. Для устранения влияния сезонной и циркадной зависимости на систему гомео- и гемостаза эксперименты проводили в осенне-зимний период во второй половине дня. Все

экспериментальные животные находились в одинаковых условиях. Опыты проводились в отдельной лаборатории, исключающей посторонние раздражители, при постоянной температуре воздуха 18-22<sup>0</sup>С, со стандартным уровнем освещения, влажностью воздуха 50-70%. При содержании в лаборатории животных обеспечивали сбалансированным кормом и водой без ограничения.

Выбор крыс в качестве объекта исследования был обусловлен тем, что они являются удобным экспериментальным материалом для массовых острых и хронических экспериментов. Эти животные обладают повышенной чувствительностью к ограничению двигательной активности [Фёдоров И.В., 1980] и к действию ЭМИ различных диапазонов [Грабовская Е.Ю., 1992; Чуян Е.Н., 1992]. Для формирования экспериментальных групп отбирали половозрелых животных одинакового возраста, пола (самцы) и веса. Подобный отбор позволил сформировать однородные группы животных с одинаковыми конституциональными особенностями, однотипно реагирующих на действие различных стрессорных факторов.

Нарушения микроциркуляции моделировали иммобилизационным стрессом [Антонов А.М., и др., 1964]: вариант острого стресса – жёсткая фиксация крыс на спине в течение 3-х часов, вариант хронического стресса – жёсткая фиксация крыс на спине в течение 5-ти дней по 3 часа ежедневно. Эксперименты на животных проводили в соответствии с требованиями Женевской конвенции «International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals» (Geneva, 1990). Исследование включало 9 серий экспериментов, каждая из которых была выполнена на 15 животных (таблица 1).

В 1, 2, 3 и 4 сериях экспериментов осуществляли моделирование острого иммобилизационного стресса. В первой серии экспериментов дополнительных внешних воздействий не применяли. В остальных трех сериях экспериментов животных облучали электромагнитными волнами терагерцового диапазона на фоне острого иммобилизационного стресса.

Облучение экспериментальных животных и сеансы терагерцовой терапии у больных с патологией опорно-двигательного аппарата проводили малогабаритным медицинским аппаратом «КВЧ-НО «Орбита», разработанным в медико-технической ассоциации КВЧ (г.Москва) и ОАО ЦНИИИА (г. Саратов) [Бецкий О.В., Креницкий А.П., Майбородин А.В. и др., 2006], предназначенным для оказания терапевтического воздействия электромагнитными волнами на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота самостоятельно или в сочетании с другими лечебными средствами.

Таблица 1

*Экспериментальные серии животных при моделировании иммобилизационного стресса без дополнительных внешних воздействий и с дополнительным непрерывным облучением ЭМИ на частотах МСИП оксида азота ( $150 \pm 0,75$  ГГц)*

Номер серии	Условия эксперимента
1	Острый иммобилизационный стресс без дополнительных внешних воздействий
2	Острый иммобилизационный стресс с дополнительным непрерывным облучением ЭМИ в течение 5 минут
3	Острый иммобилизационный стресс с дополнительным непрерывным облучением ЭМИ в течение 15 минут
4	Острый иммобилизационный стресс с дополнительным непрерывным облучением ЭМИ в течение 30 минут
5	Хронический иммобилизационный стресс без дополнительных внешних воздействий
6	Хронический иммобилизационный стресс с дополнительным непрерывным облучением ЭМИ в течение 5 минут
7	Хронический иммобилизационный стресс с дополнительным непрерывным облучением ЭМИ в течение 15 минут
8	Хронический иммобилизационный стресс с дополнительным непрерывным облучением ЭМИ в течение 30 минут
9	Интактные животные без стрессорного и других дополнительных внешних воздействий

В 5 - 8 сериях экспериментов животные находились в условиях хронического иммобилизационного стресса. При этом в 5 серии внешних дополнительных воздействий не применялось. В 6-8 сериях экспериментов животных облучали электромагнитными волнами терагерцового диапазона на фоне хронического иммобилизационного стресса. Девятую серию эксперимента составили 15 животных, не подвергавшихся стрессорному раздражению и никаким дополнительным внешним воздействиям (интактный контроль).

Животных в конце эксперимента декапитировали с соблюдением основных требований к эвтаназии, изложенных в Приложении №4 к «Правилам проведения работ с использованием экспериментальных животных». Готовили серии цитологических препаратов (мазки крови, красного костного мозга), а также проводили забор красного костного мозга, грудины, бедренных костей (костной и хрящевой ткани) с последующей фиксацией их в различных растворах для световой микроскопии. Окраску препаратов осуществляли при помощи гематоксилина и эозина, занимающих особое место в связи с повсеместностью главного обзорного метода окраски. Кроме этого окрашивали препараты красителем Романовского – Гимзы, толуидиновым синим и красителем Азур II.

Таким образом, для гистологического и цитологического исследования от каждого экспериментального животного было получено 4 препарата: мазки крови и красного

костного мозга, срезы из бедренной кости и грудины. Общее количество изученных препаратов составило 540.

Гистологический раздел исследования был выполнен на базе кафедры гистологии ГОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Федерального Агентства по здравоохранению и социальному развитию» при непосредственном научно-методическом консультировании заведующей кафедрой доктором медицинских наук, профессором Ниной Викторовной Богомоловой.

Оценка частоты возникновения посттравматической нейродистрофии и состояния реактивности организма в ближайшем послеоперационном периоде была проведена у 112 пациентов с диафизарными переломами плечевой кости и костей предплечья. Диагноз посттравматической нейродистрофии устанавливали на основании клинкорентгенологических признаков (Kline S.C., Holder L.E, 1993): диффузная боль, не соответствующая локализации и степени поражения; нарушение функции и ограничение движений; объективное свидетельство вегетативных дисфункций (атрофия кожи и подкожной клетчатки, отек, изменение температуры кожи и потоотделения); пятнистый остеопороз.

С целью оценки индивидуальной реактивности и адаптационных возможностей организма в ближайшем послеоперационном периоде у больных с переломами костей верхней конечности определяли следующие показатели: вегетативный тонус (ВТ), вегетативную реактивность (ВР) и вегетативное обеспечение деятельности (ВОД).

Вегетативный тонус определяли методом кардиоинтервалографии, позволяющим вычислить индекс напряжения (ИН) по формуле Р.М.Баевского (1976):

$ИН = \Delta Mo / 2Mo * \Delta X$  (в условных единицах), где:  $Mo$  – мода (наиболее часто встречающееся значение кардиоинтервала R-R в секундах);  $\Delta Mo$  – амплитуда моды (частота встречаемости моды в данном массиве в %);  $\Delta X$  – вариационный размах (разница между максимальным и минимальным значением длительности зарегистрированных интервалов R-R в секундах).  
Оценку вегетативного тонуса по показателю ИН производили в соответствии с таблицей 2.

Вегетативную реактивность (ВР), характеризующую величину и направленность реакции системы в ответ на внешнее или внутреннее возбуждающее воздействие, оценивали методом кардиоинтервалографии с помощью клиноортопробы. ВР оценивали по отношению  $ИН2/ИН1$ , где:  $ИН1$ - индекс напряжения в положении лежа;  $ИН2$ - индекс напряжения в положении стоя.

*Соотношение значения индекса напряжения и состояния вегетативного тонуса*

Состояние вегетативного тонуса	Значение индекса напряжения (условных единиц)
эйтония	30-90
ваготония	менее 30
симпатикотония	91 – 120
гиперсимпатикотония	более 120

Оценку вегетативного обеспечения деятельности (ВОД), характеризующего качество адаптации и наличие резервных возможностей организма, осуществляли с помощью активной клиноортостатической пробы (КОП) по Шеллону. В положении лежа трехкратно с пятиминутным интервалом измеряли показатели ЧСС, САД, ДАД, где: ЧСС – частота сердечных сокращений; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление. Затем после перехода в вертикальное положение в течение 10 минут оценивали значение ЧСС, САД, ДАД с интервалом в 1 минуту. Кроме того, регистрировали жалобы пациента. По совокупности полученных данных определяли вариант клиноортостатической пробы: нормальный, гиперсимпатикотонический, тахикардический, асимпатикотонический, гипердиастолический, симпатикоастенический, астеносимпатический. При этом оценивали ВОД как: нормальное – при нормальном варианте КОП; избыточное – при гиперсимпатикотоническом и тахикардическом варианте КОП; недостаточное – при асимпатикотоническом и гипердиастолическом вариантах КОП; смешанное – при симпатикоастеническом и астеносимпатическом вариантах КОП.

Недостаточное и смешанное состояние ВОД оценивали как проявление дезадаптации. При этом, наиболее дезадаптивным является гипердиастолический вариант, сопровождающийся уменьшением сердечного выброса, избыточной вазоконстрикцией на периферии, значительным повышением общего периферического сопротивления.

Состояние нервно-мышечного аппарата было изучено у 209 больных с повреждениями ключицы, акромиально-ключичного сочленения и плеча в процессе лечения методом стержневого наружного чрескостного остеосинтеза. Для выявления повреждений нервов плечевого сплетения больные были осмотрены неврологом до и после оперативного вмешательства. При клинико-неврологическом обследовании учитывали наличие и степень выраженности болевого синдрома, оценивали нарушения чувствительности, двигательные расстройства, вегетативные нарушения, исследовали рефлексы верхних конечностей (карпо-радиальный, с сухожилий двуглавой и трехглавой мышц). Для определения интенсивности болевого синдрома была использована шкала



оценки боли [Меламуд Э.Е, Нинель В.Г, 1991], в основе которой лежит анализ наиболее значимых характеристик хронической боли. В результате математических расчетов для каждого признака выводились оценочные коэффициенты, позволяющие определить степень выраженности боли. В последующем определяли арифметическую сумму коэффициентов всех признаков, выраженную в процентах. Значения полученного интегрального показателя до 25% соответствовали слабой боли, от 25% до 50% - умеренной, от 50% до 75% - сильной и свыше 75% - очень сильной боли.

Функциональное состояние периферической нервной системы у больных с переломами костей верхней конечности оценивали при помощи электрофизиологического метода. Электронейромиографию (ЭНМГ) проводили на миографе «Нейромиан» производства «Медика – Лтд» (Россия) с использованием игольчатых электродов. Исследования были выполнены по стандартной методике стимуляционной электронейромиографии с частотой 1 Гц [Малова М.Н.,1985] до операции и в раннем послеоперационном периоде. Показатели ЭНМГ определяли на нервах плечевого сплетения: аксиллярный нерв (С5-С6), срединный нерв (С5-С8,Т1) и локтевой нерв (С8,Т1) с поврежденной и интактной сторон. Оценивали следующие параметры ЭНМГ: латентный период, амплитуду и площадь М-ответа; латентный период и скорость F-волны.

Состояние шейного отдела позвоночника было изучено у 25 больных с закрытыми переломами ключицы и 32 пациентов с переломами проксимального отдела плечевой кости (всего 57 человек).

Состояние регионарной макрогемодинамики было изучено в рамках настоящего исследования у 34 больных с диафизарными переломами костей голени в процессе внешней фиксации аппаратами стержневого типа при помощи метода ультразвуковой доплерографии (УЗДГ).

Состояние мягких тканей в области различных чрескостных фиксаторов было изучено у 20 больных в возрасте от 17 до 56 лет, которым был выполнен чрескостный остеосинтез по поводу переломов плеча, предплечья, бедра и голени. В качестве метода, позволяющего объективно оценить состояние мягких тканей, применялась термография [Малова М.Н.,1985]. Исследования выполняли с помощью тепловизора АТП-46, разработанного Московским институтом радиотехники, электроники и автоматики (МИРЭА). Термографическое исследование выполняли в период фиксации аппаратом после завершения репозиции и окончательного устранения деформации, через 2 недели и 1 месяц с момента начала фиксации и перед снятием аппарата.

При обследовании больных в динамике соблюдали стандартные правила записи. Расстояние между объектом исследования и объективом камеры 1,5 м. Диапазон температурных измерений прибора - 11 градусов по Цельсию. Спектр температуры в данном диапазоне убывал через 1 градус по Цельсию, от красного к синему. Исследовали термограммы больной и здоровой конечностей, определяли максимальные и средние значения разности температур ( $\Delta t$ ). Анализ термоизображения включал качественный и количественный методы оценки. Визуальный, или качественный, метод позволял выявить разогрев тканей и охарактеризовать его по следующим основным признакам: анатомическая локализация, площадь пятна разогрева, форма, интенсивность излучения. Проводили оценку не только очагового, но и периферического тепла. Количественная оценка термографических данных заключалась в измерении разности температур ( $\Delta t$ ) между исследуемой областью и соответствующей точкой на здоровой конечности.

Сравнительный анализ качества жизни (КЖ) был проведен у 360 больных с переломами костей конечностей, лечившихся с применением спицевой, спице-стержневой и стержневой технологии внешней фиксации. Для оценки КЖ использовали соответствующие опросники [Новик А.А., Ионова Т.И., 2004; Birnbacher D., 1999], которые являются стандартизированным инструментом оценки «целостной ситуации болезни глазами больного».

Исследование особенностей влияния электромагнитных волн терагерцового диапазона на частотах молекулярного спектра оксида азота ( $150 \pm 0,75$  ГГц) на рефлексогенные зоны опорно-двигательного аппарата было проведено у 30 здоровых добровольцев в возрасте от 22 до 40 лет (средний возраст 32,4 года).

Эффективность ТГЧ-НО терапии была изучена у 18 больных с переломами локтевого отростка. В качестве количественного критерия оценки состояния остеорепаляции в зоне перелома нами был выбран показатель разницы степени яркости кортикального слоя кости и места перелома на рентгенограмме, определяемый по методике А.Б.Слободского (2004). Для измерения средней яркости участков рентгенограммы использовали функцию Histogram программы обработки фотоизображений Adobe Photoshop. Степень консолидации определяли в соответствии с полученной величиной разницы степени яркости согласно классификации А.Б.Слободского (таблица 3).

Была проведена оценка эффективности использования ТГЧ – NO терапии в медицинской реабилитации 24 больных основной группы с переломами костей верхней конечности, осложненными развитием комплексного регионарного болевого синдрома 1 типа.

Таблица 3

**Классификация степени консолидации переломов костей конечностей в зависимости от величины показателя разности степени яркости места перелома и кортикального слоя кости на рентгенограмме**

<i>Степень консолидации</i>	<i>Показатель разности степени яркости места перелома и кортикального слоя кости на рентгенограмме</i>
Завершенная консолидация	1,0 – 1,20
Достаточная консолидация	1,21 – 1,80
Недостаточная консолидация	1,81 – 2,00
Отсутствие консолидации	Более 2,00

Проведено изучение эффективности применения ТГЧ – NO терапии в комплексной профилактике тромбоза глубоких вен нижних конечностей у 18 больных с диафизарными переломами костей голени. Исследования вязкости крови проводились с использованием отечественного ротационного вискозиметра со свободноплавающим цилиндром АКР-2. Забор крови у больных осуществляли пункцией локтевой вены. В качестве стабилизатора крови использовался 3,8% раствор цитрата натрия в соотношении 9:1. Для наиболее точной оценки условий текучести крови определение вязкости крови проводилось в диапазоне скоростей 200, 100, 20 с<sup>-1</sup> и выполнено в соответствии с Ярославским соглашением (Ярославль, 2003). Способность эритроцитов к агрегации оценивалась по расчетному индексу агрегации эритроцитов (ИАЭ) [Парфёнов А.С. и соавт., 1992]. ИАЭ рассчитывали как частное от деления величины вязкости крови, измеренной при 20 с<sup>-1</sup>, на величину вязкости крови при 100 с<sup>-1</sup>. Индекс деформируемости эритроцитов (ИДЭ) рассчитывали как отношение величины вязкости крови, измеренной при скорости сдвига 100 с<sup>-1</sup>, к значению вязкости крови при скорости сдвига 200 с<sup>-1</sup> [Парфенов А.С. и соавт., 1992].

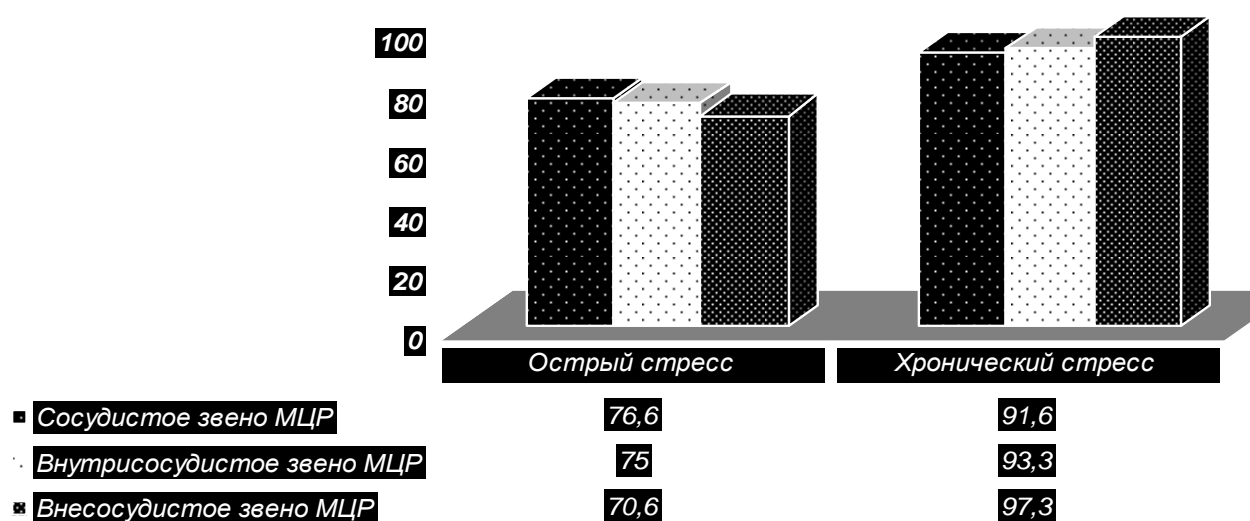
Изучена эффективность использования ТГЧ – NO терапии с целью коррекции структурно-функциональных нарушений в хрящевой ткани у 30 больных с деформирующим артрозом коленных суставов. Структурно-функциональные показатели состояния крупных суставов у больных с деформирующим остеоартрозом оценивали при помощи ультразвукового метода. Ультразвуковое исследование (УЗИ) коленных суставов по стандартной методике [Зубарев А.В., 2002] выполняли на аппарате «АЛОКА» линейным датчиком 6-9 МГц двукратно: перед началом и после окончания курса лечения. Учитывали частоту встречаемости синовита, а также отека параартикулярных тканей и хряща.

Статистическая обработка всех полученных в работе цифровых данных проводилась при помощи пакета статистических программ Statistica for Windows 6.0. Определялась средняя величина (медиана), нижний и верхний квартили (25%; 75%) из соответствующего числа наблюдений. Достоверность различий показателей оценивалась с помощью непараметрического критерия теста Манна-Уитни. Критический уровень значимости  $p$  принимался 0,05.

### **Глава 3. Экспериментальное исследование влияния иммобилизационного стресса на микроциркуляцию костной ткани, красного костного мозга и структурно – функциональное состояние хрящевой ткани**

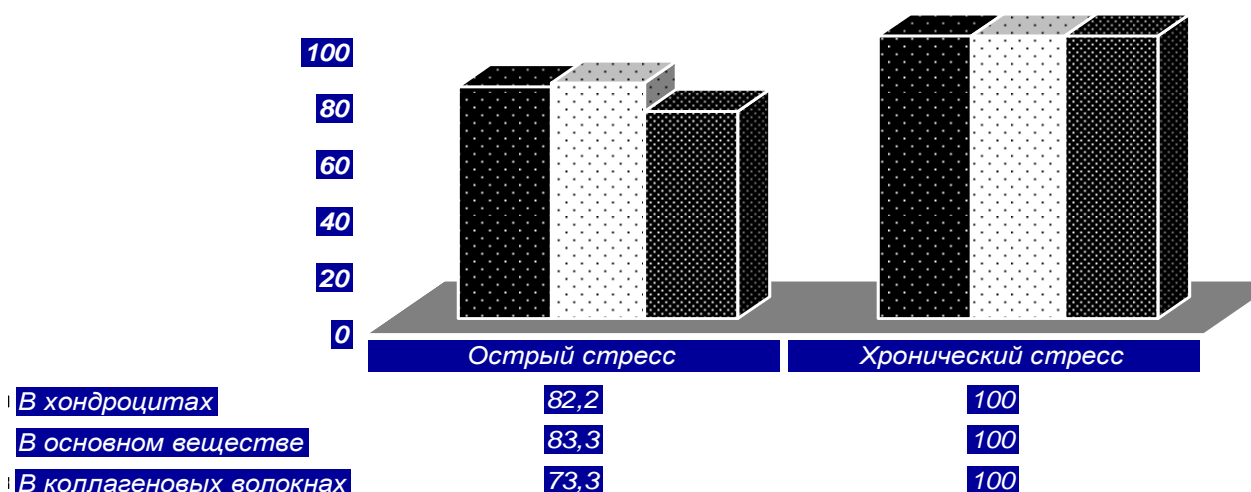
Установлено, что при иммобилизационном стрессе (в большей степени при хроническом, - и в меньшей степени при остром) наиболее значительные изменения возникали в капиллярах и посткапиллярах, где отмечались признаки стаза, агрегации и сладжа форменных элементов крови. В венулах была отмечена адгезия лейкоцитов, краевое стояние к ламинарной поверхности сосудов с миграцией в периваскулярную область. В системе микроциркуляторного русла формировалась картина сладжа аморфного типа (по В.В.Куприянову, 1969). Пристеночные зоны содержали тромбоцитарные скопления, что свидетельствовало о склонности к тромбообразованию. Все представленные выше изменения приводили к стазу в посткапиллярно-венулярном отделе, редукции значительного количества капилляров, потерявших свое функциональное назначение. Все звенья МЦР подвергались патологической трансформации. Нарастали изменения гладкомышечных и эндотелиальных клеток сосудов, сопровождавшиеся метахромазией, мозаичной гиперхромностью, выраженными становились признаки дистрофии всех клеточных элементов, волокон соединительной ткани и периваскулярных структур, - все это сопровождалось усилением деформации контуров сосудов. Во всех объектах исследования (костная ткань и красный костный мозг) по ходу сосудов обменного и отводящего звеньев микроциркуляторного русла нарастал периваскулярный отек, инфильтрация клетками, обусловленные увеличением проницаемости сосудистой стенки. Значительно уменьшалось число сетевых капилляров с формированием петлевидных капиллярных комплексов и обширных бессосудистых зон. ККМ у животных пятой группы выглядел полноклеточным, гемопоэтические клетки располагались островками, элементы стромы были плохо различимы. Обнаружены признаки дистрофии; значительное количество стромальных клеток; количество очагов гемопоэтической активности значительно сокращено; снижено число клеток в отдельных островках, в других – наблюдалось опустошение ККМ. У животных, подвергнувшихся воздействию острого иммобилизационного стресса, частота нарушений

во внутрисосудистом и сосудистом звеньях микроциркуляции в значительной степени приближалась к аналогичным показателям, отмеченным при моделировании хронического стресса. В частности, дистония сосудов возникала у всех животных, как при остром, так и при хроническом стрессе. Внесосудистые микроциркуляторные нарушения костной ткани и красного костного мозга при воздействии острого иммобилизационного стресса возникали в 1,5 - 1,7 раза реже по сравнению с влиянием хронического стресса. Внутрисосудистые нарушения микроциркуляции также в 1,2 – 1,4 раза возникали реже при остром стрессе по сравнению с хроническим. В частности, гемолиз эритроцитов при моделировании острого стресса был отмечен у 1/3 экспериментальных животных, в то время как при хроническом стрессе – почти в половине случаев (диаграмма 1).



*Диаграмма 1. Относительная частота (%) возникновения признаков микроциркуляторных нарушений в костной ткани и красном костном мозге экспериментальных животных при моделировании острого и хронического иммобилизационного стресса*

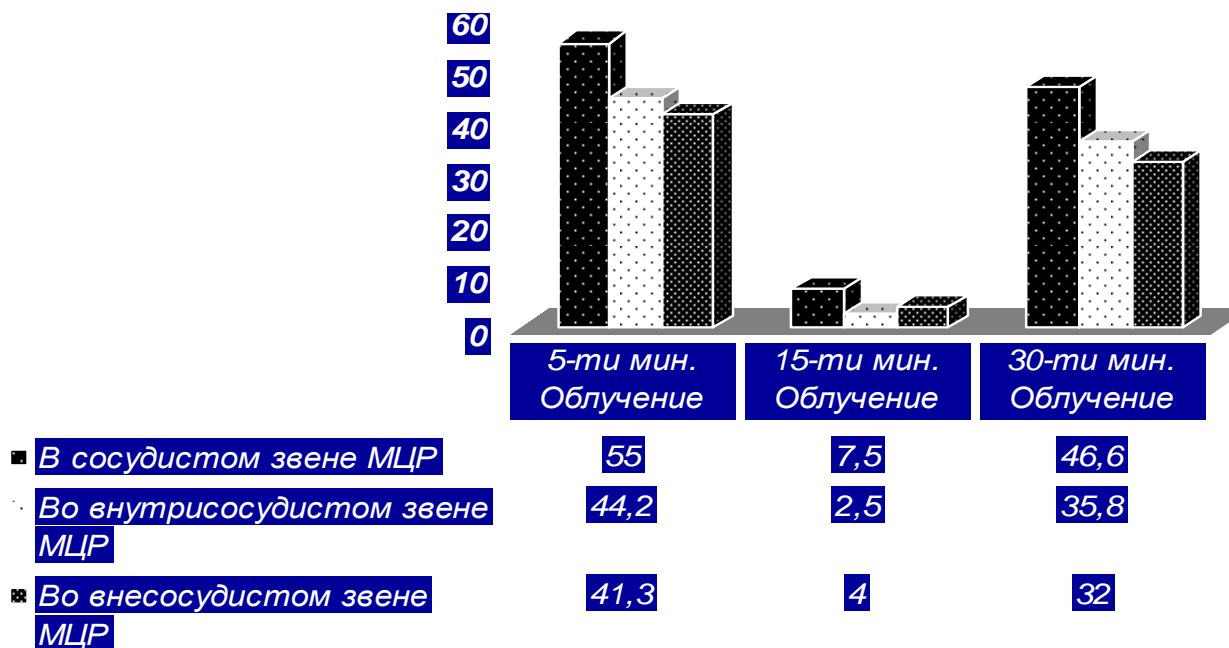
Структурно-функциональные нарушения в хрящевой ткани были отмечены у всех животных, подвергнувшихся воздействию хронического иммобилизационного стресса. При воздействии острого иммобилизационного стресса частота указанных нарушений была значительно меньшей по сравнению с аналогичными показателями, отмеченными у животных в состоянии хронического стресса. В то же время, увеличение размеров хондроцитов при остром стрессе возникало у всех животных, как и при хроническом стрессе. Остальные признаки структурно функциональных нарушений хрящевой ткани при остром стрессе возникали в 1,15 – 1,36 раза реже по сравнению с состоянием хронического иммобилизационного стресса (диаграмма 2).



**Диаграмма 2.** Относительная частота (%) возникновения признаков структурно-функциональных нарушений в хрящевой ткани экспериментальных животных при моделировании острого и хронического иммобилизационного стресса

#### Глава 4. Исследование влияния электромагнитного излучения терагерцового диапазона на частоте оксида азота $150 \pm 0,75$ ГГц на микроциркуляцию костной ткани, красного костного мозга и структурно – функциональное состояние хрящевой ткани в условиях острого иммобилизационного стресса

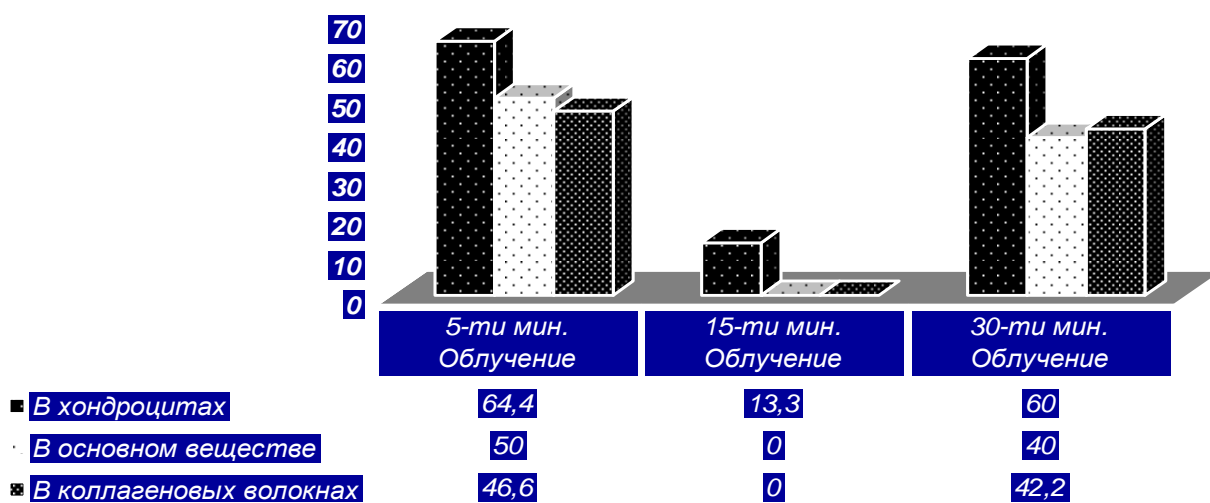
Было отмечено практически равное уменьшение частоты возникновения нарушений во всех трех звеньях микроциркуляторного русла костной ткани и красного костного мозга у животных, подвергнувшихся воздействию острого иммобилизационного стресса на фоне облучения в течение 5 и 30 минут по сравнению с воздействием острого стресса без облучения (диаграмма3).



**Диаграмма 3.** Относительная частота (%) возникновения признаков микроциркуляторных нарушений в костной ткани и красном костном мозге экспериментальных животных при моделировании острого иммобилизационного стресса на фоне облучения ЭМИ ТГц  $150 \pm 0,75$  ГГц

В то же время частота встречаемости большинства признаков микроциркуляторных нарушений при 30 – ти минутном облучении была меньшей по сравнению с 5 – ти минутным режимом облучения (диаграмма 3). У животных, подвергнувшихся воздействию острого иммобилизационного стресса, на фоне облучения в течение 15 минут была отмечена практически полная нормализация состояния микроциркуляции костной ткани и красного костного мозга согласно нулевым показателям частоты встречаемости большинства соответствующих признаков. В то же время, частота встречаемости отдельных признаков микроциркуляторных нарушений (дистония и набухание сосудистой стенки, очаговый периваскулярный отек, интерстициальный отек, лейкоцитоз) у животных этой экспериментальной серии не превышала 1/5.

Признаки структурно-функциональных нарушений в хрящевой ткани были отмечены примерно в одинаковом количестве случаев у животных, подвергнувшихся воздействию острого иммобилизационного стресса на фоне облучения в течение 5 и 30 минут (диаграмма 4). Кариопикноз хондроцитов и метакромазия коллагеновых волокон у животных обеих вышеуказанных экспериментальных серий возникали с одинаковой частотой (7/15).



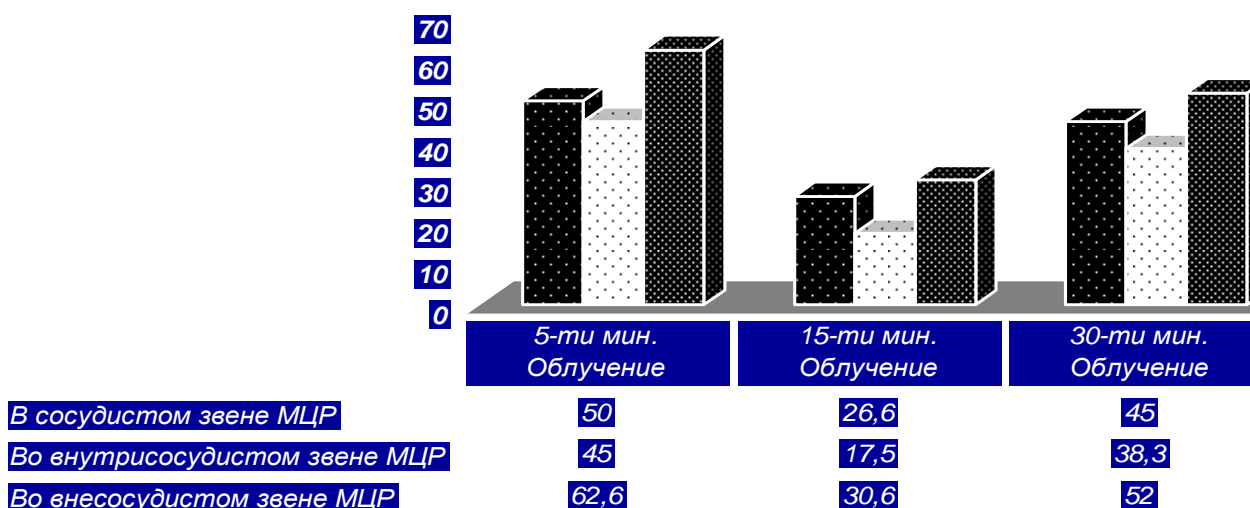
**Диаграмма 4.** Относительная частота (%) возникновения признаков структурно-функциональных нарушений в хрящевой ткани экспериментальных животных при моделировании острого иммобилизационного стресса на фоне облучения ЭМИ ТГЧ  $150 \pm 0,75$  ГГц

Частота возникновения большинства признаков структурно-функциональных нарушений хрящевой ткани была практически нулевой у животных в состоянии острого стресса на фоне облучения в течение 15 минут. Лишь в 1/5 случаев у животных данной экспериментальной серии были обнаружены увеличение размеров и вакуолизация хондроцитов (диаграмма 4).

**Глава 5. Исследование влияния электромагнитного излучения терагерцового диапазона на частоте оксида азота  $150 \pm 0,75$  ГГц на микроциркуляцию костной ткани, красного костного мозга и структурно – функциональное состояние хрящевой ткани в условиях хронического иммобилизационного стресса**

Анализ частоты возникновения нарушений во внутрисосудистом, сосудистом и внесосудистом звеньях микроциркуляторного русла костной ткани и красного костного мозга у животных, подвергнувшихся воздействию хронического иммобилизационного стресса, позволил определить в значительной степени одинаковое уменьшение этого показателя на фоне облучения в течение 5 и 30 минут. В то же время, при сравнении соответствующих показателей между указанными выше экспериментальными сериями животных, была отмечена тенденция более выраженного уменьшения частоты встречаемости большинства признаков микроциркуляторных нарушений при 30 – ти минутном облучении по сравнению с 5 – ти минутным (диаграмма 5).

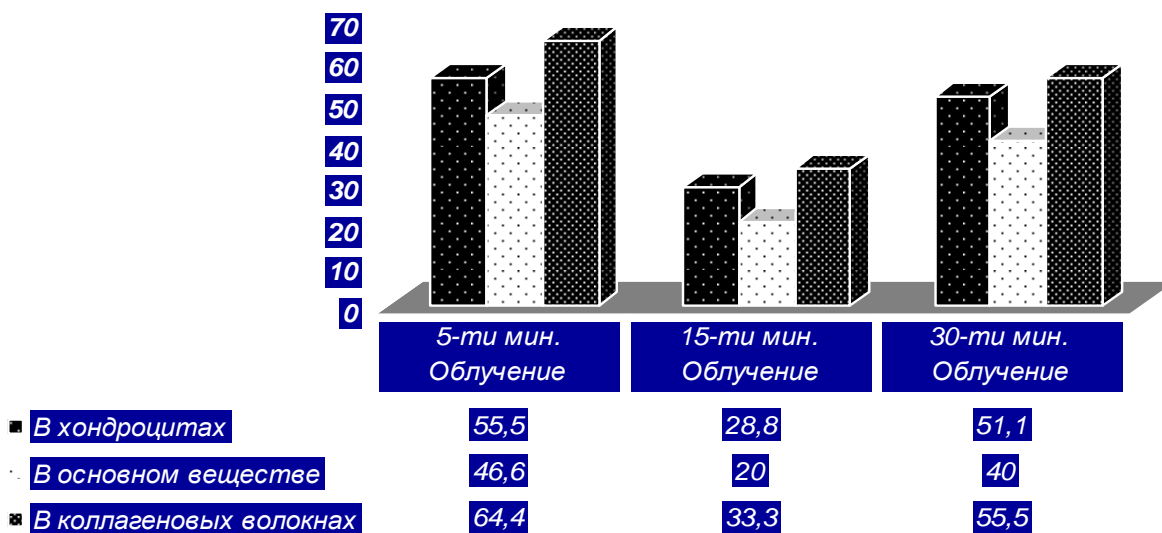
У животных, находившихся в состоянии хронического иммобилизационного стресса, на фоне облучения в течение 15 минут, в сравнении с другими экспериментальными сериями по моделированию хронического стресса, была отмечена максимальная степень коррекции микроциркуляторных нарушений в костной ткани и красном костном мозге согласно минимальным показателям частоты встречаемости большинства соответствующих признаков. Частота встречаемости отдельных признаков микроциркуляторных нарушений (дистония и набухание сосудистой стенки, очаговый периваскулярный отек, разрежение сети капилляров; метахромазия элементов Гаверсовых каналов; ацидофилия костного матрикса) у животных этой экспериментальной серии не превышала 1/3, а признаков гемолиза эритроцитов не было отмечено ни в одном случае.



**Диаграмма 5.** Относительная частота (%) возникновения признаков микроциркуляторных нарушений в костной ткани и красном костном мозге экспериментальных животных при моделировании хронического иммобилизационного стресса на фоне облучения ЭМИ ГГц  $150 \pm 0,75$  ГГц



Признаки структурно-функциональных нарушений в хрящевой ткани встречались в 1,2 – 1,4 раза реже у животных в состоянии хронического стресса на фоне облучения в течение 30 – ти минут по сравнению с использованием 5 – ти минутного режима облучения. Максимальная степень коррекции структурно-функциональных нарушений хрящевой ткани у животных в состоянии хронического иммобилизационного стресса была отмечена на фоне облучения в течение 15 минут (диаграмма 6). Частота встречаемости половины анализируемых признаков указанных выше нарушений у животных данной экспериментальной группы не превышала 1/5.



*Диаграмма 6. Относительная частота (%) возникновения признаков структурно-функциональных нарушений в хрящевой ткани экспериментальных животных при моделировании хронического иммобилизационного стресса на фоне облучения ЭМИ ТГЧ  $150 \pm 0,75$  ГГц*

Таким образом, установлено, что влияние ЭМИ ТГЧ на частоте молекулярного спектра поглощения и излучения оксида азота ( $150 \pm 0,75$  ГГц) в условиях эксперимента на нарушенные свойства крови, красного костного мозга и костной ткани при иммобилизационном стрессе зависит от продолжительности и времени облучения. Наиболее эффективным в восстановлении нарушенных свойств является 15 минутный режим облучения на фоне стресса.

### **Глава 6. Исследование патогенетических аспектов возникновения микроциркуляторных и гемореологических нарушений при использовании современных хирургических методов лечения переломов костей конечностей**

Для определения возможной связи между частотой возникновения признаков срыва адаптации в раннем послеоперационном периоде и частотой развития синдрома Зудека у обследованных нами пациентов был проведен корреляционный анализ этих двух величин по методу квадратов, результаты которого представлены в таблице 4. Результаты

проведенного корреляционного анализа подтвердили, что между исследуемыми величинами имеется прямая, сильная и достоверная связь.

**Таблица 4**

***Корреляционный анализ зависимости частоты возникновения синдрома Зудека от частоты проявления срыва адаптации у больных с диафизарными переломами костей верхней конечности (n=112)***

<b>Вид остеосинтеза</b>	<b>ЧСА,%</b>	<b>ЧСЗ,%</b>	<b>dx</b>	<b>dy</b>	<b>dx · dy</b>	<b>dx<sup>2</sup></b>	<b>dy<sup>2</sup></b>
<i>Блокирующий остеосинтез (n=29)</i>	17,2	6,9	-3,3	-3,6	+11,88	10,89	12,96
<i>Чрескостный остеосинтез (n=46)</i>	17,4	8,7	-3,1	-1,8	+5,58	9,61	3,24
<i>общая совокупность больных (n=112)</i>	20,5	10,7	0	+0,2	0	0	0,04
<i>Накостный остеосинтез (n=37)</i>	27,0	16,2	+6,5	+5,7	+37,05	42,25	32,49
	<b>M<sub>x</sub>=20,5</b>	<b>M<sub>y</sub>=10,5</b>			<b>∑ dx·dy=</b> 54,51	<b>∑ dx<sup>2</sup>=</b> 62,75	<b>∑ dy<sup>2</sup>=</b> 48,73

*Примечание: ЧСА - частота возникновения срыва адаптации; ЧСЗ – частота возникновения синдрома Зудека.*

Коэффициент корреляции (R<sub>xy</sub>) вычислили по формуле:

$$R_{xy} = \frac{\sum dx \cdot dy}{\sqrt{\sum dx^2 \cdot \sum dy^2}} = \frac{54,51}{\sqrt{62,75 \cdot 48,73}} = + 0,99. (p > 99,9\%).$$

Полученные данные позволяют говорить о необходимости учета индивидуальной реактивности организма у больных с переломами костей верхней конечности при прогнозировании развития посттравматической нейродистрофии и выборе комплекса реабилитационного лечения. Применение технологии чрескостного и блокирующего остеосинтеза позволяет уменьшить негативное влияние дополнительной хирургической травмы.

Клинико-неврологическое обследование наблюдаемых нами пациентов с переломами костей плечевого пояса и плеча, показало наличие клинических данных поражения плечевого сплетения (в 79,4% случаев) без признаков тяжелых повреждений в виде аксонального и полного анатомического перерыва нервов. Выявленные чувствительные и двигательные расстройства позволили определить эти поражения как посттравматические плечевые плексопатии с легкими нарушениями функции.

Значительную роль в оценке клинического диагноза плексопатии отводили ЭНМГ – исследованию, которое было выполнено всем пациентам до операции остеосинтеза и в раннем послеоперационном периоде. Результаты ЭНМГ исследования состояния нервов плечевого сплетения у больных перед операцией и в раннем послеоперационном периоде представлены в таблице 5.

**Таблица 5**

**Электронейромиографические показатели нервов плечевого сплетения при хирургическом лечении пациентов с переломами костей верхней конечности (n=209)**

ЭНМГ показатель	До операции		В раннем послеоперационном периоде	
	Больная сторона	Интактная сторона	Больная сторона	Интактная сторона
<b>Подмышечный нерв</b>				
<i>Параметры М-ответа</i>				
Латентный период, мс	4,31 (4,11; 4,52)	4,15 (4,02; 4,23)	4,23 (4,14; 4,32)	4,05 (3,94; 4,15)
Амплитуда, мкВ	10,26 (10,11; 10,33)	14,35 (14,24; 14,47)	10,44 (10,37; 10,53)	14,31 (14,22; 14,40)
Площадь, мкВ*мс	63,32 (62,27; 65,18)	83,87 (81,42; 86,09)	66,02 (65,16; 68,01)	84,57 (82,74; 87,11)
<b>Срединный нерв</b>				
<i>Параметры F-волны</i>				
Латентный период, мс	30,12 (29,81; 31,23)	29,56 (28,46; 30,85)	28,32 (27,19; 29,54)	29,33 (28,29; 30,41)
Скорость, мс	60,42 (58,86; 61,92)	58,39 (57,02; 60,11)	61,02 (59,75; 62,56)	59,28 (58,04; 60,83)
<b>Локтевой нерв</b>				
<i>Параметры F-волны</i>				
Латентный период, мс	31,49 (30,61; 32,86)	29,53 (28,74; 30,82)	29,72 (28,46; 31,02)	29,18 (28,07; 30,49)
Скорость, мс	55,23 (53,89; 56,88)	58,14 (56,43; 60,04)	56,67 (54,71; 58,23)	57,34 (55,24; 59,84)

*Примечание: при сравнении значений аналогичных показателей на пораженной и интактной конечностях до операции и в раннем послеоперационном периоде достоверных отличий выявлено не было ( $p > 0,05$ ).*

В результате проведенного анализа полученных результатов ЭНМГ – исследования не было выявлено статистически значимых различий параметров ЭНМГ, зарегистрированных с поврежденной и интактной сторон. В то же время на стороне повреждения была отмечена тенденция к снижению амплитуды М – ответа с аксиллярного

и срединного нерва, что свидетельствовало о наличии аксонопатий легкой степени. Поэтому сочли целесообразным назначение этим больным консервативно-реабилитационного лечения, включающего комплексное применение медикаментозных средств, физиотерапевтических процедур, массажа и лечебной физкультуры. В схему медикаментозной терапии включали нейротропные средства, дибазол, прозерин, витамины группы В, берлитион.

Сравнение параметров ЭНМГ на стороне повреждения до и после операции также не выявило статистически значимых отличий. Однако, была отмечена тенденция к улучшению скорости проведения нервных импульсов и сокращению латентного периода. Можно предполагать, что полученные данные свидетельствуют о том, что применение чрескостного остеосинтеза у больных с переломами костей плечевого пояса и верхней трети плеча не вызывает отрицательного влияния на состояние нервно – мышечного аппарата.

Результаты исследования состояния мягких тканей около спиц и стержней при наружном чрескостном остеосинтезе аппаратами внешней фиксации спице-стержневого типа методом термографии представлены в таблице 6.

**Таблица 6**

***Разница температур ( $\Delta t$ ) больной и здоровой конечностей в местах установленных спицевых и стержневых фиксаторов (n=20)***

<b>Сроки проведения исследования</b>	<b><math>\Delta t</math> вокруг стержней</b>	<b><math>\Delta t</math> вокруг спиц</b>	<b>критерий <i>p</i> теста Манна - Уитни</b>
<b><i>Через две недели после операции</i></b>	0,8±0,0006	0,6±0,0007	P<0,05
<b><i>Через один месяц после операции</i></b>	0,9±0,0007	1,5±0,002	P<0,05
<b><i>Перед снятием аппарата</i></b>	1,0±0,0007	1,8±0,002	P<0,05

Изменение температурной реакции в мягких тканях около стержней и спиц связано, прежде всего, с изменением тканевого метаболизма, обусловленного воспалительной реакцией в ответ на их раздражение фиксаторами. Возникновение реактивной гиперемии через 2 недели после остеосинтеза компрессионно-дистракционным аппаратом обусловлено реакцией регионарного периферического кровотока.

При анализе причин более высокой разницы температур вокруг спиц по сравнению со стержнями на поздних сроках фиксации нельзя полностью исключить отклонения в режиме проведения спиц, их натяжения и фиксации в аппарате, в выборе правильной компоновки аппарата и режиме его работы. Это связано с относительной сложностью спицевого наружного чрескостного остеосинтеза. Анализ термографических

исследований состояния мягких тканей вокруг стержней и спиц у больных с аппаратами внешней фиксации позволил нам сделать вывод о том, что применение стержней позволяет упростить методику остеосинтеза и снизить риск воспаления мягких тканей вблизи фиксаторов.

Результаты оценки показателя качества жизни (КЖ) у больных с переломами костей верхней конечности представлены в таблице 7.

**Таблица 7**

**Показатели качества жизни (в баллах) пациентов с переломами костей верхней конечности (n=180) по результатам основного раздела стандартизированного опросника «Оценка исходов при нарушении функции руки, плеча, кисти»**

Поврежденный сегмент	Вид остеосинтеза	Через месяц после операции	После снятия аппарата внешней фиксации
<i>плечо</i>	<i>спицевой(n=30)</i>	65,13 (62,24; 68,11)	35,98 (32,17; 38,46)
	<i>спице-стержневой(n=30)</i>	58,23 (56,05; 61,43)	32,72 (30,03; 35,26)
	<i>стержневой(n=30)</i>	46,11 (44,32; 49,05)	27,68 (24,19; 30,92)
<i>предплечье</i>	<i>спицевой(n=30)</i>	74,04 (71,47; 77,39)	42,17 (39,91; 44,85)
	<i>спице-стержневой(n=30)</i>	69,93 (66,92; 72,58)	37,47 (34,28; 39,67)
	<i>стержневой(n=30)</i>	61,55 (59,64; 64,36)	31,27 (28,86; 34,03)

*Примечание: сравнение показателей между различными видами остеосинтеза для каждого сегмента в аналогичные сроки во всех случаях показало достоверное отличие ( $p < 0,05$ ).*

Применение спице-стержневой внешней фиксации по сравнению со спицевой позволило добиться более лучших показателей интегральной оценки КЖ через 1 месяц после операции у больных с переломами предплечья и плеча соответственно на 5 и 7 баллов. В то же время использование стержневых аппаратов внешней фиксации у пациентов этих же групп способствовало улучшению качества жизни на указанный период времени соответственно на 13 и 19 баллов по сравнению с результатами применения спицевой чрескостной фиксации.

Следует отметить, что все обследованные пациенты спустя 1 месяц после операции не испытывали проблем с самообслуживанием и выполнением простых бытовых операций. Различия, выявленные при сравнительной оценке, были связаны в основном со степенью ограничения физической активности, требующей дополнительных усилий и с различной выраженностью возникающего при этом болевого синдрома, а также различного влияния болевого синдрома на сон. Преимущество применения стержневой по отношению к спицевой внешней фиксации в плане улучшения КЖ к моменту снятия

аппарата составило 8-9 баллов. Отмеченные отличия были статистически достоверными ( $p < 0,05$ ).

Результаты оценки КЖ у пациентов с переломами костей нижней конечности в процессе лечения методом внешней фиксации представлены в таблице 8.

**Таблица 8**

**Показатели качества жизни (в баллах) пациентов с переломами костей нижней конечности (n=180) по результатам стандартизированного опросника «Оберг: Система оценки дисфункции нижней конечности»**

Поврежденный сегмент	Вид остеосинтеза	Через месяц после операции	После снятия аппарата внешней фиксации
<i>бедро</i>	<i>спицевой(n=30)</i>	48,1 (46,83; 50,31)	35,98 (33,62; 38,52)
	<i>спице-стержневой(n=30)</i>	42,23 (40,01; 44,77)	29,72 (27,88; 31,49)
	<i>стержневой(n=30)</i>	39,11 (37,52; 42,17)	26,68 (24,17; 29,56)
<i>голень</i>	<i>спицевой(n=30)</i>	41,04 (39, 25; 43,72)	22,16 (20,31; 24,58)
	<i>спице-стержневой(n=30)</i>	36,93 (34,49; 39,16)	17,44 (14,95; 19,63)
	<i>стержневой(n=30)</i>	31,55 (28,93; 34,21)	11,27 (10,11; 13,62)

*Примечание: сравнение показателей между различными видами остеосинтеза для каждого сегмента в аналогичные сроки во всех случаях показало достоверное отличие ( $p < 0,05$ ).*

Улучшение показателей КЖ к моменту демонтажа аппарата внешней фиксации у пациентов с переломами голени достигало значений, приближающихся к норме, что свидетельствовало о высокой эффективности применения метода чрескостного остеосинтеза у больных данной группы. При этом была отмечена достоверная разница между подгруппами, указывающая на более высокую эффективность стержневой технологии внешней фиксации переломов голени. Значительная позитивная динамика КЖ пациентов с переломами голени свидетельствует о высокой эффективности данного метода по объективным критериям и по восприятию самого пациента. При переломах бедра этот метод лечения также можно считать эффективным, обеспечивающим в большинстве случаев достаточный уровень самообслуживания и независимости пациентов от посторонней помощи. Однако, у этой группы пациентов на протяжении периода фиксации перелома бедра компрессионно-дистракционным аппаратом были отмечены существенные ограничения в бытовой и социальной адаптации.

## Глава 7. ТГЧ – NO терапия в комплексном лечении больных с патологией опорно-двигательного аппарата

Широкое применение ЭМИ ТГЧ-NO в травматологии и ортопедии не возможно без изучения особенностей влияния волн терагерцового диапазона на частотах молекулярного спектра оксида азота ( $150 \pm 0,75$  ГГц) на рефлексогенные зоны опорно-двигательного аппарата, что и явилось одной из задач настоящего исследования.

Исследование особенностей влияния волн терагерцового диапазона на указанных частотах молекулярного спектра оксида азота на рефлексогенные зоны опорно-двигательного аппарата было проведено у 30 здоровых добровольцев в возрасте от 22 до 40 лет (средний возраст 32,4 года), из них 15 мужчин и 15 женщин. Применялось ЭМИ ТГЧ-NO в непрерывном режиме облучения, длительность воздействия - 6 мин. Все испытуемые были разделены на 3 группы по 10 человек в соответствии с рефлексогенной зоной облучения (область локтевого, коленного суставов и паравертебральная зона в проекции ганглиев симпатического ствола Th2-3, Th3-4).

Ранее было установлено, что здоровые люди также могут быть восприимчивы к электромагнитному излучению миллиметрового диапазона. Определение чувствительности к воздействию облучения ЭМИ ТГЧ-NO на область мечевидного отростка грудины у здоровых людей позволило сделать вывод о ведущей роли вегетативной нервной системы и сосудистого тонуса в возникновении ответной реакции, степень выраженности которой можно оценить по показателям артериального давления (АД), частоты пульса (Ps) и характеру субъективных ощущений испытуемых [Паршина С.С., Киричук В.Ф., Головачева Т.В. и соавт., 2004]. Аналогичные показатели были определены у участников данного исследования перед началом сеанса, через 3 и 6 минут после начала облучения, и через пять минут после его завершения. Регистрировалась степень отклонения показателей артериального давления (АД) и частоты пульса (Ps) через 3 и 6 минут после начала облучения, и через пять минут после его завершения относительно начальных значений, определяемых перед началом сеанса. Выраженность субъективных ощущений в те же временные интервалы регистрировалась при помощи балльной оценки самими испытуемыми в соответствии с таблицей 9.

Таблица 9

**Шкала балльной оценки степени выраженности субъективных ощущений, возникающих при воздействии электромагнитного излучения на частоте оксида азота  $150 \pm 0,75$  ГГц на рефлексогенные зоны опорно-двигательного аппарата**

Степень выраженности субъективных ощущений	Количество баллов
Отсутствие субъективных ощущений	1
Слабая степень выраженности	2
Умеренная степень выраженности	3
Значительная степень выраженности	4

Анализ степени выраженности субъективных ощущений у испытуемых различных групп (таблица 10) показал, что наибольшая степень ответной реакции возникала через 3 минуты после начала облучения области коленного сустава.

**Таблица 10**

**Степень выраженности субъективных ощущений, возникающих у здоровых лиц (n=30) при облучении рефлексогенных зон опорно-двигательного аппарата электромагнитным излучением терагерцового диапазона на частоте оксида азота 150±0,75 ГГц**

Характер субъективного ощущения и степень его выраженности в баллах	Группы испытуемых в соответствии с рефлексогенными зонами облучения		
	1 группа Локтевой сустав (n=10)	2 группа Коленный сустав (n=10)	3 группа Паравертебрально Th2-3, Th3-4 (n=10)
<i>Парестезии в месте облучения</i> Через 3 минуты облучения	1,8(1,38;2,24) *	2,0(1,52;2,49)**	1,8(1,38;2,24)
Через 6 минут облучения	1,1(1,00;1,33)	1,2(1,00;1,50)	1,0(1,00;1,00)***
Через 5 минут после прекращения облучения	1,0(1,00;1,00)	1,0(1,00;1,00)	1,0(1,00;1,00)
<i>Дискомфорт в области шеи</i> Через 3 минуты облучения	2,1(1,43;2,75) *	2,6(2,00;3,20)**	1,5(1,10;1,91)***
Через 6 минут облучения	1,7(1,38;2,08)	1,8(1,50;2,11)**	1,3(1,00;1,65)***
Через 5 минут после прекращения облучения	1,0(1,00;1,00)	1,0(1,00;1,00)	1,0(1,00;1,00)
<i>Чувство недостаточности вдоха</i> Через 3 минуты облучения	1,9(1,39;2,42) *	2,6(2,00;3,20)**	1,6(1,21;1,98)***
Через 6 минут облучения	1,0(1,00;1,00) *	1,8(1,51;2,12)**	1,0(1,00;1,00)
Через 5 минут после прекращения облучения	1,0(1,00;1,00)	1,0(1,00;1,00)	1,0(1,00;1,00)
<i>Чувство жара в голове</i> Через 3 минуты облучения	2,1(1,45;2,76) *	2,6(2,00;3,21)**	1,5(1,13;1,88)***
Через 6 минут облучения	1,0(1,00;1,00) *	1,7(1,38;2,06)**	1,0(1,00;1,00)
Через 5 минут после прекращения облучения	1,0(1,00;1,00)	1,0(1,00;1,00)	1,0(1,00;1,00)

*Примечание:* \* - статистически достоверное различие ( $p < 0,05$ ) между соответствующими показателями 1 и 2 группы; \*\* - статистически достоверное различие ( $p < 0,05$ ) между соответствующими показателями 2 и 3 группы; \*\*\* - статистически достоверное различие ( $p < 0,05$ ) между соответствующими показателями 3 и 1 группы.

В тот же период времени облучения наименьшая степень выраженности субъективных ощущений была отмечена при воздействии на паравертебральную зону. Через 6 минут облучения достоверные изменения степени субъективных ощущений были



отмечены у испытуемых 2 группы, которым осуществлялось воздействие на область коленного сустава. Через 5 минут после прекращения сеанса ни в одной из 3 групп испытуемых не было отмечено достоверных изменений субъективных ощущений, возникавших на 2-3 минуте облучения.

Следует отметить, что возникновение субъективных ощущений в большинстве случаев совпадало с колебаниями показателей гемодинамики. Так, на 3-й минуте облучения отмечалось повышение АД: систолического АД на 2-10 мм рт.ст. и диастолического АД на 4-20 мм рт.ст., увеличение частоты пульса на 2-10 ударов в минуту. Степень изменения гемодинамических показателей имела достоверные отличия между группами испытуемых на 3 и 6 минутах после начала облучения (таблица 11).

**Таблица 11**

***Изменение показателей гемодинамики у здоровых лиц (n=30) при облучении рефлексогенных зон опорно-двигательного аппарата электромагнитным излучением терагерцового диапазона на частоте оксида азота 150±0,75 ГГц***

Изменение показателей по сравнению с исходными значениями	Группы испытуемых в соответствии с рефлексогенными зонами облучения		
	1 группа Локтевой сустав (n=10)	2 группа Коленный сустав (n=10)	3 группа Паравертебрально Th2-3, Th3-4 (n=10)
<i>ЧСС, уд/мин.</i>			
Через 3 минуты облучения	4,7(2,7;6,6)*	7,1(4,4;9,8)**	3,4(2,0;4,8)***
Через 6 минут облучения	1,7(0,7;2,5)*	3,6(2,2;5,0)**	0,8(0,1;1,7)***
Через 5 минут после прекращения облучения	0(0;0)*	1,1(0,59;1,61)**	0(0;0)
<i>АД систолическое, мм рт. ст.</i>			
Через 3 минуты облучения	5,2(3,2;7,6)*	7,3(4,6;10,2)**	3,9(2,2;5,6)***
Через 6 минут облучения	2,9(1,5;4,3)*	4,3(2,7;6,0)**	2,1(0,9;3,1)***
Через 5 минут после прекращения облучения	0,2(0,1;0,5)*	1,0(0,5;1,5)**	0,2(0,0;0,5)
<i>АД диастолическое, мм рт. ст.</i>			
Через 3 минуты облучения	10,5(6,4;14,9)*	14,1(8,8;19,9)**	6,3(3,8;9,5)***
Через 6 минут облучения	4,4(2,8;6,2)*	8,3(5,1;11,6)**	2,9(1,5;4,2)***
Через 5 минут после прекращения облучения	0(0;0)*	0,7(0,1;1,3)**	0(0;0)

*Примечание:* \* - статистически достоверное различие ( $p < 0,05$ ) между соответствующими показателями 1 и 2 группы; \*\* - статистически достоверное различие ( $p < 0,05$ ) между соответствующими показателями 2 и 3 группы; \*\*\* - статистически достоверное различие ( $p < 0,05$ ) между соответствующими показателями 3 и 1 группы

При этом максимальные значения отклонений АД и пульса от исходного уровня были зарегистрированы у испытуемых 2 группы. В этой же группе отмечались незначительные отклонения гемодинамических показателей от исходного уровня через 5

минут после прекращения сеанса облучения, в то время как у испытуемых 1 и 3 групп они возвращались к исходному уровню.

Сравнительный анализ динамики и степени изменений субъективных ощущений и гемодинамических показателей у испытуемых позволил сделать заключение о большей степени рефлекторного воздействия ЭМИ ТГЧ-НО на область крупных суставов в сравнении с суставами среднего размера и паравертебральной зоной.

Таким образом, установлено, что электромагнитное излучение терагерцового диапазона на частотах молекулярного спектра оксида азота ( $150 \pm 0,75$  ГГц) является эффективным биофизическим фактором воздействия на рефлексогенные зоны опорно-двигательного аппарата, что подтверждает целесообразность дальнейшего изучения и применения ТГЧ-НО терапии у больных ортопедо-травматологического профиля.

ТГЧ - NO терапия была использована в комплексном лечении 18 больных с переломами локтевого отростка (1 группа). Продолжительность одного сеанса составила 15 минут. Курс лечения включал 10 сеансов. Группу сравнения составили 15 пациентов с аналогичными переломами (2 группа), в комплексном лечении которых применялась УВЧ и магнитотерапия переменным магнитным полем низкой частоты (ПеМПНЧ) по стандартным методикам. Результаты исследования разницы степени яркости участков кортикального слоя и места перелома на рентгенограммах у больных с переломами локтевого отростка через 1 месяц после остеосинтеза представлены в таблице 12.

**Таблица 12**

***Значение разницы степени яркости (в условных единицах) кортикального слоя и места перелома на рентгенограммах у больных (n=33) с переломами локтевого отростка через 1 месяц после остеосинтеза***

<b>Группа пациентов (методика физиотерапии) n – число пациентов</b>	<b>Разница степени яркости кортикального слоя (КС) и места перелома (МП) через 1 месяц после остеосинтеза.</b>	<b>Достоверность отличий по критерию р теста Манна - Уитни</b>
<i>1 группа (ТГЧ –NO терапия) n = 18</i>	1,23 (1,15;1,27)*	<i>P &lt; 0,05 (P=0,001213)</i>
<i>2 группа (УВЧ и магнитотерапия) n = 15</i>	1,31 (1,27; 1,36)*	

*Примечание: P – достоверность различий показателей; \* - средняя величина (медиана), нижний и верхний квартили (25%;75%) из соответствующего числа наблюдений.*

Степень яркости зоны перелома у пациентов первой группы к моменту выполнения контрольной рентгенограммы оказалась меньше аналогичного показателя кортикального слоя в 1,23 раза, что позволило сделать заключение о достижении достаточного уровня консолидации, близкого к завершённой. Степень консолидации перелома у пациентов второй группы в те же сроки после операции также соответствовала достаточному уровню, но не приближалась к завершённой. Показатель разности степени яркости во второй группе был на 0,08 условных единицы выше по сравнению с аналогичным показателем пациентов первой группы. Различия сравниваемых показателей оказались достоверными.

ТГЧ –NO терапия на частоте  $150 \pm 0,75$  ГГц была использована в комплексном лечении 24 больных основной группы с переломами костей верхней конечности, осложненными развитием комплексного регионарного болевого синдрома (КРБС) 1 типа. Облучалась поверхность кожи над областью перелома в течение 10 минут, затем - область проекции ганглиев симпатического ствола Th2-3, Th3-4, в течение 5 минут. Курс лечения включал 15 сеансов. Группу сравнения составили 25 пациентов с аналогичной патологией, в комплексном лечении которых применялась магнитотерапия переменным магнитным полем низкой частоты и фонофорез гидрокортизона по стандартным методикам.

Базисная медикаментозная терапия в обеих группах больных была стандартной и включала применение: кальцитонина; препаратов кальция (в форме глюконата или лактата кальция); витаминов (В и С); стимуляторов трофических и регенеративных процессов (алоэ, АТФ); средств, улучшающих тканевую микроциркуляцию (компламин, галидор, солкосерил, актовегин).

В качестве критериев эффективности проведенного курса лечения использовали: дефицит амплитуды движений лучезапястного сустава, относительное увеличение длины окружности конечности на уровне лучезапястного сустава, выраженность болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале, время пробы Мак-Клюера-Олдриджа на тыльной поверхности кисти, показатель опросника оценки функции кисти «In-hous ADL». Значения сравниваемых показателей, полученных при обследовании пациентов основной группы и группы сравнения представлены в таблице 13.

Все пациенты основной группы отмечали улучшение состояния после проведенного лечения, причем треть из них - значительное улучшение. Это, в первую очередь, проявлялось в уменьшении выраженности болевого синдрома. Изменился также характер боли. Если на момент начала терапии больных беспокоили боли режущего, жгучего, колющего характера, которые воспринимались как мучительные, то после проведенной терапии боли носили ноющий, ломящий характер и расценивались как

легкая боль или дискомфорт. У пациентов группы сравнения степень выраженности болевого синдрома была больше на 10,4 балла, причем, у 4 пациентов не было отмечено значительного изменения качественных характеристик боли.

**Таблица 13**

**Средние величины показателей, характеризующих проявления комплексного регионарного болевого синдрома на момент завершения курса лечения у больных с переломами костей верхней конечности (n=49)**

Показатель	Величины сравниваемых показателей в группах пациентов *		Достоверность отличий по критерию Манна - Уитни
	основная группа (n=24)	группа сравнения (n=25)	
Дефицит амплитуды движений лучезапястного сустава (градусов от 0 до 180)	23,7 (14,2; 35,7)	30,2 (19,6; 43,2)	$P < 0,05$
Относительное увеличение длины окружности конечности на уровне лучезапястного сустава (% от 0 до 100)	4,2 (2,3; 7,4)	5,8 (2,6; 9,2)	$P < 0,05$
Выраженность болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале (баллов от 0 до 100)	24,7 (10,1; 45,5)	35,1 (15,6; 50,1)	$P < 0,05$
Время пробы Мак-Клюра-Олдриджа на тыльной поверхности кисти (минут от 0 до 60)	32,4 (24,7; 49,3)	28,6 (21,4; 41,7)	$P < 0,05$
Показатель опросника оценки функции кисти «In-hous ADL» (баллов от 25 до 100)	43,7 (31,2; 54,6)	52,3 (39,2; 62,5)	$P < 0,05$

Примечание: P – достоверность различий показателей; \* - средняя величина (медиана), нижний и верхний квартили (25%;75%) из соответствующего числа наблюдений.

Выраженность отека мягких тканей к моменту окончания курса восстановительного лечения у пациентов основной группы была умеренной, что подтверждалось величиной относительного увеличения длины окружности конечности на уровне лучезапястного сустава (4,2%) и показателем пробы Мак-Клюра-Олдриджа на тыльной поверхности кисти (32,4 мин.). Аналогичные показатели у пациентов группы сравнения имели достоверно меньшую положительную динамику.

Дефицит амплитуды движений лучезапястного сустава поврежденной конечности у больных основной группы в среднем на  $6,5^\circ$  был меньшим по отношению к пациентам группы сравнения.

Отмеченные различия в степени уменьшения клинических проявлений комплексного регионарного болевого синдрома пропорционально отразились на более

высоком уровне качества жизни основной группы пациентов, характеризующегося показателем опросника «In-hous ADL» (43,7 балла).

Таким образом, было установлено, что ТГЧ–НО терапия на частоте  $150 \pm 0,75$  ГГц является патогенетически обоснованным методом лечения пациентов с комплексным регионарным болевым синдромом, позволяющим повысить эффективность консервативной медицинской реабилитации по сравнению с наиболее часто применяемыми методиками физиотерапевтического воздействия (магнитотерапией и фонофорезом гидрокортизона).

ТГЧ–НО терапия была применена нами в качестве дополнительного биофизического фактора в комплексной профилактике тромбоза глубоких вен нижних конечностей (ТГВНК) у 18 больных с диафизарными переломами костей голени. Группу сравнения составили 20 пациентов с аналогичными повреждениями, у которых не применялись физиотерапевтические методы, направленные на улучшение реологических свойств крови. Неспецифическая профилактика у пациентов обеих групп включала: лечебную физкультуру, направленную на ускорение венозного кровотока (многократная флексия-экстензия стоп); поднятие ножного конца кровати на  $10 - 15^\circ$ ; эластичное бинтование нижних конечностей. Специфическая профилактика в обеих группах больных заключалась в применении малых доз антикоагулянта прямого действия – гепарина, который вводили всем пациентам подкожно 5000 ЕД за 2 часа до операции, а затем каждые 12 часов после операции в течение 5 дней.

С целью оценки макрогемодинамики в глубоких венах нижних конечностей у обследованных нами пациентов с переломами костей голени проводили ультразвуковую доплерографию (УЗДГ) подколенных вен (таблица 14).

**Таблица 14**

**Значения относительных показателей ультразвуковой доплерографии для подколенной вены у больных с диафизарными переломами костей голени ( $n=38$ ) на 9-10 сутки после операции**

Показатель	Группа пациентов	
	Основная группа ( $n=18$ )	Группа сравнения ( $n=20$ )
<i>ЛСК и./ ЛСК п., усл. ед.</i>	2,34 (2,27;2,42)*	2,59(2,51;2,68)*
<i>Ø и./ Ø п., усл.ед.</i>	0,71(0,68;0,73)*	0,66(0,64;0,69)*

*Примечание: ЛСК и – линейная скорость кровотока на интактной конечности; ЛСК п – линейная скорость кровотока на поврежденной конечности; Ø и – диаметр подколенной вены интактной конечности; Ø п - диаметр подколенной вены поврежденной конечности; \*-- статистически значимое отличие между группами ( $P < 0,05$ ).*

Анализ данных, представленных в таблице 14, позволил сделать заключение о достоверности отличий в степени изменения макрогемодинамики глубоких вен нижних

конечностей между исследуемыми группами пациентов. Степень выраженности венозной недостаточности поврежденной нижней конечности у больных основной группы была меньше на 0,25 условных единицы показателя ЛСК и на 0,05 условных единицы показателя  $\emptyset$  подколенной вены. В то же время, в обеих группах, были отмечены значительные отличия между интактной и поврежденной нижней конечностью. В частности отмечено, что линейная скорость кровотока на стороне повреждения уменьшалась в среднем в 2,34 – 2,59 раза, а диаметр подколенной вены увеличивался на 32 – 51%.

Таким образом, в ближайший послеоперационный период у больных с диафизарными переломами костей голени, сопровождается значительной недостаточностью глубоких вен поврежденной нижней конечности, степень выраженности которой достоверно уменьшается при применении в комплексной профилактике тромбоза глубоких вен нижних конечностей терагерцовой терапии на частоте оксида азота ( $150 \pm 0,75$  ГГц).

Статистический анализ реологических свойств крови показал, что в обеих клинических группах больных с диафизарными переломами костей голени (основная группа – ТГЧ NO терапия в сочетании со стандартной профилактикой и группа сравнения - только стандартная профилактика) перед операцией изменение вязкости крови при различных скоростях сдвига было сопоставимо (табл.15 , 16).

После лечения у больных основной группы статистически значимо при всех скоростях сдвига снижалась вязкость крови ( $P < 0,05$ ) (табл. 15).

**Таблица 15**

***Реологические свойства крови у больных с диафизарными переломами костей голени основной группы (n=18) до и после операции***

Показатели	Перед операцией	На 9-10 сутки после операции
<i>Вязкость крови, при скорости сдвига <math>200 \text{ c}^{-1}</math> (в мПа <math>\text{c}^{-1}</math>)</i>	3,26 (3,1; 3,5)	2,91 (2,7; 3,2)*
<i>Вязкость крови, при скорости сдвига <math>100 \text{ c}^{-1}</math> (в мПа <math>\text{c}^{-1}</math>)</i>	3,43 (3,3; 3,6)	3,26 (3,0; 3,4)*
<i>Вязкость крови, при скорости сдвига <math>20 \text{ c}^{-1}</math> (в мПа <math>\text{c}^{-1}</math>)</i>	4,67 (4,4; 4,9)	3,97(3,7; 4,2)*
<i>Индекс агрегации эритроцитов, усл. ед.</i>	1,36 (1,3; 1,4)	1,22 (1,2; 1,3)*
<i>Индекс деформируемости эритроцитов, усл. ед.</i>	1,05 (1,0; 1,1)	1,12 (1,1; 1,2)*

\* Результаты статистически значимо изменились по сравнению с показателями до операции ( $P < 0,05$ )

Одновременно в основной группе статистически значимо с 1,36 усл. ед. до 1,22 усл. ед. уменьшился индекс агрегации (ИА) эритроцитов. При этом индекс деформируемости

(ИД) эритроцитов увеличился с 1,05 усл. ед. до 1,12 усл. ед. Это доказывает, что в данной группе больных с переломами костей голени под влиянием проведенного комбинированного лечения с использованием ТГЧ NO терапии происходили однозначно положительные сдвиги реологических свойств крови.

В группе сравнения (табл. 16) показатели вязкости крови к исходу 9-10 суток с момента операции также, как и у больных основной группы, достоверно уменьшились. Однако, показатели ИАЭ и ИДЭ в этой группе пациентов практически не имели положительной динамики.

**Таблица 16**

**Реологические свойства крови у больных с диафизарными переломами костей голени группы сравнения (n=20) до и после операции**

Показатели	Перед операцией	На 9-10 сутки после операции
<i>Вязкость крови, при скорости сдвига 200 с<sup>-1</sup> (в мПа с<sup>-1</sup>)</i>	3,24 (3,0; 3,5)	3,09(2,9; 3,3)*
<i>Вязкость крови, при скорости сдвига 100 с<sup>-1</sup> (в мПа с<sup>-1</sup>)</i>	3,42 (3,2; 3,6)	3,25 (3,0; 3,4)*
<i>Вязкость крови, при скорости сдвига 20 с<sup>-1</sup> (в мПа с<sup>-1</sup>)</i>	4,66 (4,4; 4,8)	4,27 (4,1; 4,5)*
<i>Индекс агрегации эритроцитов, усл. ед.</i>	1,36 (1,3; 1,4)	1,31(1,3; 1,4)
<i>Индекс деформируемости эритроцитов, усл. ед.</i>	1,06 (1,0; 1,1)	1,05 (1,0; 1,1)

\* Результаты статистически значимо изменились по сравнению с показателями до операции (P<0,05)

С учетом отмеченных особенностей реологические свойства крови у больных группы сравнения имели существенные отличия от нормальных показателей, что не позволяло исключить риск развития тромбоза глубоких вен нижних конечностей.

Результаты исследования показали, что в процессе комбинированного лечения больных с переломами костей голени с применением ТГЧ NO терапии произошли благоприятные изменения реологических свойств крови, сопровождавшиеся снижением вязкости цельной крови, агрегационной способности эритроцитов и увеличением их текучести. В группе больных, которым проводилась стандартная специфическая и неспецифическая профилактика, в агрегационных свойствах эритроцитов и их текучести существенных изменений не было выявлено, что свидетельствовало о сохраняющемся риске развития тромбоза глубоких вен нижних конечностей.

Следовательно, комбинированная профилактика тромбоза глубоких вен нижних конечностей с применением ТГЧ NO терапии оказывает наиболее благоприятное воздействие на реологические свойства цельной крови у больных с переломами костей голени.

Геморрагические осложнения в виде образования гематом в области операционных ран и местах инъекций были отмечены у 2-х человек в каждой из включенных в исследование групп пациентов. Случаев кровотечения в послеоперационном периоде отмечено не было. Таким образом, комбинированное применение гепарина и ТГЧ NO терапии у пациентов основной группы не было сопряжено с увеличением риска геморрагических осложнений.

ТГЧ – NO терапия была использована в комплексном лечении 30 больных с деформирующим артрозом коленных суставов (основная группа). Группу сравнения составили 32 пациента с аналогичной патологией, в комплексном лечении которых применялась магнитотерапия переменным магнитным полем низкой частоты и фонофорез гидрокортизона по стандартным методикам. С целью уточнения характера и степени выраженности патологических изменений в пораженных суставах всем больным выполнялась стандартная рентгенография и ультразвуковое исследование (УЗИ) (на аппарате LOGIC-400 МД линейным датчиком 6-9 МГц). УЗИ коленных суставов выполняли двукратно: перед началом и после окончания курса лечения. В качестве сравнительных критериев учитывали: степень выраженности болевого синдрома при ходьбе по 100 мм визуальной аналоговой шкале (ВАШ), степень ограничения амплитуды движений сустава по сравнению с физиологической нормой, частоту встречаемости синовита и отека параартикулярных тканей. Полученные результаты представлены в таблице 17.

В группе сравнения у пациентов, получавших магнитотерапию переменным магнитным полем низкой частоты и фонофорез гидрокортизона по стандартным методикам, уменьшение выраженности болевого синдрома и увеличение амплитуды движений наблюдалось после 7 – 8 сеанса, а у 4 больных после 3 процедуры было отмечено усиление болевого синдрома. Выраженность болевого синдрома у пациентов этой группы уменьшилась в 2,4 раза, амплитуда движений увеличилась в среднем на 6,1 °, частота встречаемости синовита уменьшилась в 2,7 раза, а частота встречаемости отека параартикулярных тканей – в 4 раза.

В основной группе пациентов, получавших ТГЧ терапию в соответствии с предложенным нами способом, уменьшение выраженности болевого синдрома и увеличение амплитуды движений у 24 человек было отмечено уже после 3 – 4 процедуры. Усиление болевого синдрома не было отмечено ни в одном случае. Выраженность болевого синдрома у пациентов основной группы уменьшилась в 3,9 раза, амплитуда движений увеличилась в среднем на 9,2 °, частота встречаемости синовита



уменьшилась в 4,3 раза, а частота встречаемости отека параартикулярных тканей – в 4,7 раза.

**Таблица 17**

**Динамика клинико-лабораторных показателей у пациентов с деформирующим остеоартрозом коленных суставов (n=62)**

Клинико-лабораторные показатели	Группы пациентов, сроки обследования			
	Основная группа (n=30)		Группа сравнения (n=32)	
	Перед началом лечения	После окончания курса лечения	Перед началом лечения	После окончания курса лечения
Выраженность болевого синдрома по ВАШ (0-100 мм)	47,2(44,9; 50,1)	12,1 (11,5; 13,6) *	45,4(43,7; 48,3)	18,7 (17,2; 20,4) *
Степень ограничения амплитуды движения пораженного сустава (в градусах)	23,7(22,8; 25,2)	14,5(12,9; 15,6) *	22,9 (21,7; 24,3)	16,8(14,3; 19,2) *
Частота встречаемости синовита (0 – 100%)	19,4	4,5	19,7	7,3
Частота встречаемости отека параартикулярных тканей (0 – 100%)	32,6	6,9	33,2	8,3

\* Результаты статистически значимо отличаются по сравнению с аналогичными показателями между основной группой и группой сравнения ( $P < 0,05$ ).

При сравнительном анализе полученных данных было отмечено, что у больных основной группы положительная динамика исследуемых показателей была достоверно лучшей по сравнению с пациентами группы сравнения. Использование ТГЧ NO терапии в комплексном лечении пациентов с деформирующим остеоартрозом позволяет получить клинический эффект быстрее, чем при использовании магнитотерапии переменным магнитным полем низкой частоты и фонофореза гидрокортизона по стандартным методикам и избежать нежелательных осложнений.

## Выводы

1. Иммобилизационный стресс является адекватной экспериментальной моделью нарушений во всех трех звеньях микроциркуляции костной ткани и красного костного мозга, общим итогом которых является развитие ишемии и гипоксии различной степени выраженности. Структурно-функциональное состояние хрящевой ткани при иммобилизационном стрессе характеризуется изменением морфологических и тинкториальных свойств основного вещества и хондроцитов, что свидетельствует о развитии гипоксии и метаболических нарушений различной степени выраженности.
2. Использование электромагнитного излучения терагерцового диапазона на частоте оксида азота  $150 \pm 0,75$  ГГц является эффективным способом коррекции микроциркуляторных нарушений в костной ткани и красном костном мозге и структурно-функциональных нарушений в хрящевой ткани, возникающих при моделировании острого и хронического иммобилизационного стресса. Наиболее эффективным является 15 – ти минутный режим облучения.
3. С учетом ведущей роли стресса в возникновении микроциркуляторных нарушений, следует обращать особое внимание на такие острые и хронические стрессорные факторы, как травма, хирургическая операция, изменение привычного уклада и образа жизни пациентов в послеоперационном периоде. В связи с указанными особенностями, необходимо прогнозировать возможность развития микроциркуляторных нарушений у пациентов с переломами костей конечностей и применять в комплексе восстановительного лечения средства и методы, направленные на предупреждение и лечение данных нарушений. Применение технологии чрескостного и блокирующего остеосинтеза позволяет уменьшить негативное влияние дополнительной хирургической травмы.
4. Электромагнитное излучение терагерцового диапазона на частотах молекулярного спектра оксида азота  $150 \pm 0,75$  ГГц является эффективным биофизическим фактором воздействия на рефлексогенные зоны опорно-двигательного аппарата. Степень рефлекторного воздействия ЭМИ ТГц-NO на область крупных суставов превышает аналогичный показатель в сравнении с суставами среднего размера и паравертебральной зоной.
5. Применение ТГц NO терапии на частоте оксида азота  $150 \pm 0,75$  ГГц в комплексном восстановительном лечении пациентов с переломами костей позволяет увеличить степень сращения в средние сроки консолидации по сравнению с применением наиболее распространенных методов физиотерапевтического лечения (УВЧ и магнитотерапии), что

подтверждается уменьшением показателя разницы степени яркости кортикального слоя и места перелома на 0,08 условных единицы.

6. ТГЧ NO терапия на частоте оксида азота  $150 \pm 0,75$  ГГц является патогенетически обоснованным методом лечения пациентов с комплексным регионарным болевым синдромом, позволяющим повысить эффективность консервативной медицинской реабилитации по сравнению с наиболее часто применяемыми методиками физиотерапевтического воздействия (магнитотерапией и фонофорезом гидрокортизона).

7. Применение ТГЧ NO терапии на частоте оксида азота  $150 \pm 0,75$  ГГц в комбинированной профилактике тромбоза глубоких вен нижних конечностей сопровождается статистически значимым уменьшением показателей вязкости крови в диапазоне скоростей сдвига  $200, 100, 20 \text{ с}^{-1}$ , достоверным уменьшением индекса агрегации эритроцитов (на 0,14 условных единицы) и достоверным увеличением индекса деформируемости эритроцитов (на 0,07 условных единицы).

8. Применение ТГЧ NO терапии на частоте оксида азота  $150 \pm 0,75$  ГГц в комплексном восстановительном лечении пациентов с деформирующим артрозом позволяет повысить эффективность медицинской реабилитации по сравнению с применением магнитотерапии, что подтверждается лучшей динамикой восстановления амплитуды движений, уменьшения болевого синдрома, купирования отека хряща и параартикулярных тканей, синовиита.

### **Практические рекомендации**

1. Обнаруженное нормализующее влияние электромагнитного излучения терагерцового диапазона на частотах молекулярного спектра излучения и поглощения оксида азота  $150 \pm 0,75$  ГГц на постстрессорные микроциркуляторные нарушения костной ткани и красного костного мозга, а также на структурно-функциональные изменения опорных тканей при экспериментальном моделировании иммобилизационного стресса у животных дают основание рекомендовать применение ТГЧ - NO терапии при помощи аппарата «Орбита» в комплексной медицинской реабилитации больных с патологией опорно-двигательной системы.

2. Результаты проведенного исследования дают основание рекомендовать дальнейшее изучение эффективности ТГЧ - NO терапии в комплексной медицинской реабилитации больных с патологией опорно-двигательной системы, патогенез которой связан с нарушением микроциркуляции опорных тканей.

3. У больных с переломами костей верхней конечности необходимо учитывать индивидуальную реактивность организма при прогнозировании развития посттравматической нейродистрофии и выборе комплекса реабилитационного лечения.

## Список работ, опубликованных по теме диссертации

(\*работы, опубликованные в журналах ВАК РФ)

1. Бейдик О.В., Киреев С.И. Влияние способа внешней фиксации на динамику регионарного кровообращения.// Гений ортопедии, 1999г. - № 3. - С. 39 - 41.
2. Морозов В.П., Киреев С.И., Лушников В.П. и др. Болезни костно-мышечной системы человека как медико-социальная проблема.// В кн.: Материалы научной конференции. "Проблема социализации личности и медико-социальная адаптация". Саратов, Издательство СГМУ, 2001. - С.52-53.
3. Бейдик О.В., Киреев С.И., Любичкий А.П. Термографическая оценка состояния мягких тканей вокруг стержней и спиц у больных с аппаратами внешней фиксации.// Гений ортопедии, 2001г. - № 3. - С.36-38.
4. Морозов В.П., Киреев С.И., Лушников В.П. и др. Лечение и реабилитация больных с неправильно сросшимися переломами костей предплечья.// В кн.: Новые технологии в медицине. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, апрель 2001г., Саратов, Издательство СГМУ, 2001. - С.187-188.
5. Морозов В.П., Киреев С.И., Белоногов В.Н. и др. Применение принципов адаптивного биоуправления в реабилитации ортопедо-травматологических больных.// В кн.: Биоуправление в медицине и спорте. Материалы 3 Всероссийской научной конференции, Омск, 2001, - С. 26 -27.
6. Киреев С.И., Бейдик О.В., Миленский В.Ю. и др. Значение миотонометрии в дифференцированном подходе к функционально - восстановительному лечению травматологических больных. //В кн.: Биоуправление в медицине и спорте./ Материалы 3 Всероссийской научной конференции, Омск, 2001, - С.24-26.
7. Морозов В.П., Лушников В.П., Киреев С.И. и др. Медико-социальные аспекты лечения болезней костно-мышечной системы человека.// В кн.: Актуальные проблемы экстренной медицинской помощи. Новые технологии в травматологии и ортопедии. Якутск 2002. С.-225.
8. Бейдик О.В., Киреев С.И., Белоногов В.Н. и др. Компрессионный остеосинтез в лечении переломов и ложных суставов ладьевидной кости запястья.// В кн.: Международный конгресс. «Современные технологии в травматологии, ортопедии: ошибки и осложнения – профилактика, лечение». Тезисы докладов, Москва, 2004. - С.34.
9. Бейдик О.В., Киреев С.И. Роль комбинированного наружного чрескостного остеосинтеза в профилактике осложнений у больных с переломами длинных трубчатых костей верхней конечности.// В кн.: Международный конгресс. «Современные технологии в травматологии, ортопедии: ошибки и осложнения – профилактика, лечение». Тезисы докладов, Москва, 2004. - С.53.
10. Киреев С.И., Морозов В.П., Ямщиков О.Н. Сравнительный анализ осложнений при оперативном лечении больных с переломами шейки бедра.// Современные технологии в травматологии и ортопедии: ошибки и осложнения – профилактика, лечение. //Международный конгресс. Сборник тезисов. Москва 5-7 октября 2004 г. - С.123.
11. Бейдик О.В., Царев О.А., Киреев С.И., Левченко К.К., Трошкин Ю.В., Афанасьев Д.В. Исследование регионарной макрогемодинамики в процессе фиксации диафизарных переломов стержневыми аппаратами внешней фиксации.// Гений Ортопедии, №4, 2004, Курган, - С.46-48.
12. Бейдик О.В., Шевченко К.В, Киреев С.И., Орнатская Н.А. Остеосинтез аппаратами внешней фиксации при травмах и деформациях костей кисти.// Гений Ортопедии, №1, 2005, Курган, - С.33-37.
13. Киреев С.И., Морозов В.П., Шелехова Т.В. и др. Применение клинко-денсиметрического метода исследования в оценке результатов оперативного лечения переломов шейки бедренной кости.// Актуальные вопросы травматологии, ортопедии и вертебрологии. // Сб.научных трудов, посвященный 60-летию Саратовского научно-исследовательского института травматологии и ортопедии. Саратов, 2005 г.- С.123-125.
14. Киреев С.И., Морозов В.П., Хайрединов С.А. и др. Возможности совершенствования лечения диафизарных переломов плеча различными методами.// Актуальные вопросы травматологии, ортопедии и вертебрологии: Сборник научных трудов, посвященный 60-летию Саратовского научно-исследовательского института травматологии и ортопедии. – Саратов 2005. – С. 70 – 71.
15. Киреев С.И., Морозов В.П., Хайрединов С.А. и др. Анализ осложнений при хирургическом лечении переломов плечевой кости. //Актуальные вопросы травматологии, ортопедии

- и вертебрологии: Сборник научных трудов, посвященный 60-летию Саратовского научно-исследовательского института травматологии и ортопедии. – Саратов 2005. – С. 73 – 74.
16. Complex treatment of neurological disorders of upper extremity injuries using rods external fixation apparatus / O. Beydik, I. Sholomov, S. Kireev, K. Levchenko, E. Sholomova //The first Israeli – Russian orthopedic conference - Haifa, Israel, 2005. - P. 43.
17. Киреев С.И., Левченко К.К., Шоломова Е.И. Применение тиктоцида в комплексной терапии периферических нейропатий у больных с переломами костей верхней конечности. //Травматология и ортопедия XXI века. – Сборник тезисов докладов VIII съезда травматологов-ортопедов России 6-8 июня 2006. Самара. – Том I. – С.203.
18. Бейдик О.В., Левченко К.К., Киреев С.И. и др. Роль стержневого наружного чрескостного остеосинтеза в профилактике осложнений у больных с переломами длинных трубчатых костей. //Травматология и ортопедия XXI века. – Сборник тезисов докладов VIII съезда травматологов-ортопедов России 6-8 июня 2006. Самара. – ТомII. – С.1112.
19. \* Киреев С.И. Комбинированное применение кальцемина и терафлекса в комплексной профилактике посттравматической рефлекторной дистрофии конечностей. //Травматология и ортопедия России, 2006г. - № 2. - С.148.
20. \* Бейдик О.В., Киреев С.И., Марков Д.А. Применение аппаратов внешней фиксации в лечении переломов и ложных суставов ладьевидной кости запястья. //Травматология и ортопедия России. № 2 (40) 2006, - С. 124.
21. \* Бейдик О.В., Шоломов И.И., Киреев С.И., Левченко К.К., Шоломова Е.И. Пути улучшения результатов лечения больных с переломами костей верхней конечности, сопровождающимися неврологическими расстройствами.// Травматология и ортопедия России, 2006г. - № 2. - С.148.
22. \* Киреев С.И., Киреева Н.В. Эффективность применения берлитиона в комплексном лечении посттравматических периферических нейропатий. //Травматология и ортопедия России, 2006г. - №2. - С.149.
23. Зарецков А.В., Шевченко К.В., Киреев С.И. Оперативное лечение переломов пястных костей. //Реабилитационные технологии XXI века. – Сборник научных трудов межрегиональной научно-практической конференции с международным участием. Саратов. 2006.: Изд-во Саратовского гос. Мед. Унив-та. – С.46 - 47.
24. Киреев С.И., Левченко К.К., Мидаев Ю.М. Оценка упруго-эластических свойств мягких тканей у больных с травматическими нейропатиями верхней конечности.// Реабилитационные технологии XXI века. – Сборник научных трудов межрегиональной научно-практической конференции с международным участием. Саратов. 2006.: Изд-во Саратовского гос. Мед. Унив-та. – С.55 - 56.
25. Киреев С.И., Мидаев Ю.М., Духовников И.А. Анализ результатов лечения пациентов с переломами хирургической шейки плечевой кости.// Реабилитационные технологии XXI века. – Сборник научных трудов межрегиональной научно-практической конференции с международным участием. Саратов. 2006.: Изд-во Саратовского гос. Мед. Унив-та. – С.56 - 57.
26. Левченко К.К., Карнаев Х.С., Киреев С.И., Спицын А.И. Оперативное лечение переломов локтевого отростка.// Реабилитационные технологии XXI века. – Сборник научных трудов межрегиональной научно-практической конференции с международным участием. Саратов. 2006.: Изд-во Саратовского гос. Мед. Унив-та. – С.57 - 58.
27. Киреев С.И., Левченко К.К. Анализ осложнений при оперативном лечении больных с переломами шейки бедра.// Реабилитационные технологии XXI века. – Сборник научных трудов межрегиональной научно-практической конференции с международным участием. Саратов. 2006.: Изд-во Саратовского гос. Мед. Унив-та. – С.58.
28. Киреев С.И., Левченко К.К., Мидаев Ю.М. Сравнительная оценка внешней фиксации диафизарных переломов плеча и их последствий. //Реабилитационные технологии XXI века. – Сборник научных трудов межрегиональной научно-практической конференции с международным участием. Саратов. 2006.: Изд-во Саратовского гос. Мед. Унив-та. – С.59 - 60.
29. Морозов В.П., Хайрединов С.А., Киреев С.И. Новые методики внешней фиксации при лечении диафизарных переломов плечевой кости.// Современные методы лечения больных с травмами и их осложнениями: Материалы Всероссийской научно-практической конференции . – Курган, 2006. – С.284 – 285.
30. Бежин А.А., Коваль Е.О., Киреев С.И., Пучиньян Д.М. Информационная система для специалистов-травматологов.// Телематика 2006: Труды XIII Всероссийской научно-методической конференции. С.Петербург, 2006. – Том1. С. 173 – 175.

31. Богомолова Н.В., Киричук В.Ф., Киреев С.И. Функциональная морфология клеток крови в условиях острого иммобилизационного стресса при облучении электромагнитными волнами миллиметрового диапазона.// Современные наукоемкие технологии 2. №6, 2006. – С.43 -44.
32. \* Бейдик О.В., Ткачева А.В., Сафонова Л.В., Киреев С.И. Комплексный подход к моделированию систем внешней фиксации при лечении переломов опорно – двигательного аппарата методом остеосинтеза.// Технологии живых систем. – М., 2006., Т.3., №4. - С. 60 – 62.
33. \* Бейдик О.В., Шоломов И.И., Киреев С.И., Левченко К.К., Шоломова Е.И. Состояние нервно-мышечного аппарата у больных с повреждениями костей плечевого пояса и проксимального отдела плеча.// Медицинский вестник МВД. – М., 2007., №2(27). - С. 35 – 37.
34. Бейдик О.В., Анников В.В., Киреев С.И., Левченко К.К., Ван Кай, Марков Д.А. Преимущество использования биоматериала аллоплант при замедленно консолидирующихся переломах и псевдоартрозах трубчатых костей. // Гений ортопедии. – 2007., №3. – С.43-47.
35. Киреев С.И., Бейдик О.В., Левченко К.К. Сравнительная оценка реактивности организма при хирургическом лечении переломов плеча.// 5-я встреча международной АСАМИ. Программа и тезисы. Санкт Петербург, 2008. – С.273.
36. Бейдик О.В., Зарецков А.В, Киреев С.И. и др. Лечение пациентов с переломами и ложными суставами ладьевидной кости запястья.// 5-я встреча международной АСАМИ. Программа и тезисы. Санкт Петербург, 2008. – С.279.
37. Киреев С.И. Применение Миакальцика в комплексной медицинской реабилитации пациентов с остеопоротическими переломами костей верхней конечности.// 5-я встреча международной АСАМИ. Программа и тезисы. Санкт Петербург, 2008. – С.280.
38. Богомолова Н.В., Киреев С.И., Волков А.С., Ходаев С.П. Развитие информационных технологий в лаборатории.// Докторантские чтения. Выпуск 1. – Материалы межрегиональной конференции. Саратов. 2008.: Изд-во Саратовского гос. Мед. Унив-та. – С.25 - 27.
39. \* Киреев С.И., Левченко К.К., Зарецков А.В. Сравнительный анализ качества жизни пациентов при внешней фиксации переломов трубчатых костей.// Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – Волгоград, 2008., №3(27). - С.20 – 22.
40. Бейдик О.В., Киреев С.И., Зарецков А.В, Левченко К.К.. Диалектика метода Илизарова. //Остеосинтез. – Москва, 2009., №1(6). - С.23-25.
41. \* Киреев С.И. Исследование реактивности организма при хирургическом лечении переломов костей верхней конечности.// Вестник новых медицинских технологий. – Тула, 2009., Т. XVI, №1, С. 122-123.
42. \* Бейдик О.В., Зарецков А.В, Левченко К.К., Киреев С.И. Щербаков М.А. Применение сухожильной пластики в лечении больных с повреждениями сухожилий сгибателей 2-5 пальцев в «критической зоне».// Саратовский научно – медицинский журнал. – Саратов, 2009., Т.5, №2. - С. 248-250.
43. \* Бейдик О.В., Зарецков А.В, Левченко К.К., Киреев С.И. Щербаков М.А., Шевченко К.В. Качество жизни как критерий эффективности лечения пациентов с переломами костей кисти. // Саратовский научно – медицинский журнал. – Саратов, 2009., Т.5, №1. - С. 98-100.
44. Бейдик О.В., Киреев С.И., Зарецков А.В, Левченко К.К., Качество жизни как критерий эффективности лечения пациентов с переломами костей верхней конечности.// Актуальные вопросы хирургии верхней конечности: Материалы научно-практической конференции с международным участием. – Курган, 14 – 15 мая 2009г., - С.19-20.
45. Бейдик О.В., Зарецков А.В, Левченко К.К., Киреев С.И. Щербаков М.А. Внешняя фиксация в лечении пострадавших с повреждениями кисти.// Актуальные вопросы хирургии верхней конечности: Материалы научно-практической конференции с международным участием. – Курган, 14 – 15 мая 2009г., - С.21-22.
46. \* Бейдик О.В., Шоломов И.И., Киреев С.И., Левченко К.К., Орнатская Н.А., Чехонацкий А.А., Шоломова Е.И. Состояние нервно-мышечного аппарата у больных с повреждениями ключицы, костей плечевого пояса и проксимального отдела плеча . //Практическая неврология и нейрореабилитация. – Москва, 2008. - №3. – С.16-18.
47. \* Бейдик О.В., Шоломов И.И., Киреев С.И., Левченко К.К., Орнатская Н.А., Духовников И.А. Реабилитация больных с посттравматическим плечелопаточным периартритом. //Практическая неврология и нейрореабилитация. – Москва, 2009. - №4. – С.19-21.
48. \* Богомолова Н.В., Киреев С.И., Киричук В.Ф., Уварова И.А., Родзаевская Е.Б. Функциональная морфология клеток крови и красного мозга в условиях острого иммобилизационного стресса при воздействии низкоинтенсивного электромагнитного излучения.

- //Морфология. (VI Всероссийский съезд анатомов, гистологов, эмбриологов: Материалы докладов) – Москва, 2009., Т.136, №4. - С. 22-23.
49. \* Киреев С.И., Духовников И.А. Применение нового устройства внешней фиксации переломов хирургической шейки плеча.// Вестник РУДН. – Москва, 2009. - №4. – С.452 – 455.
50. \* Богомолова Н.В., Дулатов Р.М., Киреев С.И., Киричук В.Ф., Креницкий А.П. Комплексное экспериментальное и клиническое исследование эффективности КВЧ – терапии на частотах оксида азота в восстановительном лечении пациентов с переломами костей. //Вестник новых медицинских технологий. – 2010. – Т XVII, №1. – С.107-110.
51. Киреев С.И., Бейдик О.В., Креницкий А.П. КВЧ-терапия на частотах оксида азота в восстановительном лечении пациентов с переломами костей. //Биомеханика 2010: Тез. Докл. X Всерос. Конф./ Под ред. Проф. Л.Ю. Коссовича. – Саратов: Изд-во Саратов. Ун-та, 2010. – С.92-93.
52. Киреев С.И., Бейдик О.В., Креницкий А.П. КВЧ-терапия на частотах оксида азота в комплексном лечении пациентов с деформирующим артрозом. // Биомеханика 2010: Тез. Докл. X Всерос. Конф./ Под ред. Проф. Л.Ю. Коссовича. – Саратов: Изд-во Саратов. Ун-та, 2010. – С.93-94.
53. Бейдик О.В. Киреев С.И., Трошкин Ю.В., Адамович Г.А., Левченко К.К., Курманов А.Г., Ненашев А.А., Ланцов Е.А. Закрытый интрамедуллярный блокирующий остеосинтез диафизарных переломов длинных трубчатых костей.// Сборник тезисов IX Съезда травматологов ортопедов: В 3 томах / Под редакцией академика РАН и РАМН С.П.Миронова, д.м.н., профессора И.А.Норкина. Саратов, 15-17 сентября, 2010г. – Саратов: Издательство «Научная книга»; ФГУ «Саратовский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии», 2010г. – С.94.
54. \* Киреев С.И., Киричук В.Ф., Богомолова Н.В., Дулатов Р.М., Креницкий А.П., Ямщиков О.Н., Марков Д.А. Комплексная профилактика венозного тромбоза у травматологических больных. //Вестник Тамбовского Технического Университета. – 2010г. – Т.15, вып. 5. – С.1515 - 1518.
55. Киричук В.Ф., Киреев С.И., Креницкий А.П. Оценка эффективности ТГЧ - НО терапии в реабилитации пациентов с комплексным регионарным болевым синдромом. //Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2010г. - №4. – С.3-9.
56. Киреев С.И. Исследование особенностей воздействия электромагнитного излучения терагерцового диапазона на рефлексогенные зоны опорно-двигательного аппарата. //Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2010г. - №4. – С.10-13.
57. \* Богомолова Н.В., Дулатов Р.М., Киреев С.И., Киричук В.Ф., Креницкий А.П. Влияние КВЧ излучения на частотах оксида азота на микроциркуляцию в костной ткани и красный костный мозг при остром и хроническом стрессе. //Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – Волгоград, 2010., №4(36). - С.83 – 86.
58. \* Киричук В.Ф., Киреев С.И., Богомолова Н.В., Дулатов Р.М., Креницкий А.П. Исследование эффективности использования электромагнитного излучения терагерцового диапазона на частоте молекулярного спектра оксида азота в комплексной профилактике венозного тромбоза у травматологических больных.// Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2011г. - №1. – С.53-57.
59. \* Киричук В.Ф., Киреев С.И., Богомолова Н.В., Дулатов Р.М., Креницкий А.П. Оценка эффективности ТГЧ – терапии на частотах оксида азота в комплексном лечении пациентов с деформирующим артрозом (клинико-экспериментальное исследование). //Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2011г. - №1. – С.58-61.
60. \* Киреев С.И., Ямщиков О.Н., Марков Д.А. Микроциркуляторные нарушения у больных с патологией опорно-двигательного аппарата (обзор литературы). //Вестник Тамбовского Технического Университета. – 2011г. – Т.16, вып. 2. – С.552-555.

### **Список изобретений по теме диссертации**

1. \*Патент РФ на изобретение № 2394613 от 8.06.2010г «Способ лечения комплексного регионарного болевого синдрома» Киреев С.И., Тьжук К.И., Лим В.Г., Креницкий А.П.
2. Приоритетная справка № 2010104243 от 8.02.10г. по заявке на «Способ лечения пациентов с переломами костей» Киреев С.И., Киричук В.Ф., Богомолова Н.В., Креницкий А.П., Дулатов Р.М.
3. Приоритетная справка № 2010102752 от 27.01.10 г. по заявке на «Способ лечения пациентов с деформирующим артрозом» Киреев С.И., Киричук В.Ф., Богомолова Н.В., Креницкий А.П., Дулатов Р.М., Сатарова С.А.

## Список принятых сокращений

ВР – вегетативная реактивность  
ДАД – диастолическое артериальное давление  
ИН – индекс напряжения  
КЖ – качество жизни  
ККМ – красный костный мозг  
МСИПОА – молекулярный спектр излучения и поглощения оксида азота  
МЦР – микро-циркуляторное русло  
САД – систолическое артериальное давление  
ТГЧ – терагерцовая частота  
УЗДГ – ультразвуковая доплерография  
ЧСС – частота сердечных сокращений  
ЭМИ – электромагнитное излучение  
ЭНМГ – электронейромиография  
NO – оксид азота



Киреев Сергей Иванович

Электромагнитные волны терагерцового диапазона  
как фактор коррекции микроциркуляторных нарушений опорных тканей  
(экспериментально-клиническое исследование)

03.01.02 – «биофизика»

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора медицинских наук

---

Подписано в печать

Формат 60x80 1/16 Объем 2,5 п.л Тираж 150 экз. Заказ

---

Отпечатано с оригинала – макета в полиграфическом предприятии