

ВОЗМОЖНОСТИ МАГНИТОТЕРАПИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ОСТРОЙ СКЕЛЕТНОЙ ТРАВМЫ

Кузьманин С.А., Назаров Е.А., Рябова М.Н.

ФГБОУ ВО «РязГМУ» Минздрава России, Рязань, e-mail: sinnersk@yandex.ru

Несмотря на намечающиеся тенденции к некоторому снижению травматизма, его уровень во всём мире продолжает оставаться высоким. Переломы костей сопровождаются сложным комплексом патологических изменений, влияющим на результаты лечения. Особую роль среди них играет травматический отёк, приводящий в ряде случаев к необратимым дистрофическим процессам в тканях и требующий комплексного подхода в лечении. В статье рассмотрена актуальность проблемы травматизма в современном обществе. Проанализирован патогенез гемодинамических нарушений при переломах костей, отмечена их роль при формировании истинного травматического отёка и его влияние на результаты лечения. Описаны биофизические механизмы действия магнитотерапии, базирующиеся на силе Лоренца и эффекте Холла, обуславливающие эффективность клинического применения данного метода в остром периоде скелетной травмы для профилактики различных осложнений и улучшения результатов лечения пациентов. В качестве примера приведены противоотёчный, иммуномодулирующий, обезболивающий, десенсибилизирующий эффекты магнитотерапии. Авторы статьи акцентируют внимание на необходимости применения метода в остром периоде скелетной травмы, в том числе с помощью портативных физиотерапевтических устройств. Достоинством портативной магнитотерапии является возможность проведения процедур у маломобильных пациентов.

Ключевые слова: травма, перелом, нетрудоспособность, физиотерапия, отёки, магнитотерапия.

POSSIBILITIES OF MAGNETOTHERAPY IN THE TREATMENT OF ACUTE SKELETAL TRAUMA

Kuzmanin S.A., Nazarov E.A., Ryabova M.N.

Ryazan State Medical University, Ryazan, e-mail: sinnersk@yandex.ru

Despite the emerging trend towards some reduction in injuries, the rate remains high worldwide. Bone fractures are accompanied by a complex set of pathological changes that affect the results of treatment. A special role among them is played by traumatic edema, which in some cases leads to irreversible dystrophic processes in the tissues and requires a comprehensive approach to treatment. The article considers the relevance of the problem of injuries in modern society. The pathogenesis of hemodynamic disorders in bone fractures was analyzed, their role in the formation of true traumatic edema and its effect on the results of treatment was noted. Biophysical mechanisms of action of magnetotherapy based on Lorentz force and Hall effect are described, which determine the effectiveness of clinical application of this method in the acute period of skeletal trauma for the prevention of various complications and improve the results of treatment of patients. As an example, the decongestant, immunomodulatory, analgesic, desensitizing effects of magnetic therapy are given. The authors of the article focus on the need to apply the method in the acute period of skeletal injury, including using portable physiotherapy devices. The advantage of portable magnetic therapy is the possibility of procedures in patients with limited mobility.

Keywords: trauma, fracture, disability, physiotherapy, edema, magnetic therapy.

Цель исследования: анализ патофизиологических и биохимических процессов осложнений, происходящих при острой скелетной травме, и оценка возможности их коррекции с помощью магнитотерапии.

Травматизм является одной из наиболее острых медико-социальных проблем современности. Травмы и несчастные случаи занимают 15% в структуре первичной заболеваемости у взрослых и 28,8% среди причин временной нетрудоспособности. При этом его уровень продолжает оставаться высоким, составляя 82,7 на 1000 взрослого населения. В

то же время в последние 10 лет намечается тенденция к его незначительному снижению [1].

В общей структуре переломов преобладают переломы костей верхней конечности (46,3%). Обращаемость среди них наибольшая при переломах костей предплечья (19,5%). Второе место занимают переломы костей голени и голеностопного сустава – 17,1%. Среди переломов костей нижних конечностей доминируют переломы лодыжек (40-60% случаев).

У трудоспособного населения преобладают переломы костей запястья и кисти, затем следуют переломы области голеностопного сустава и стопы. У лиц старших возрастных групп чаще встречаются переломы костей предплечья, реже - области голеностопного и плечевого суставов. В целом наиболее высокие показатели инвалидности и длительной нетрудоспособности наблюдаются при травмах нижней конечности [2].

Материалы и методы исследования: при подготовке статьи использовали аналитический метод.

Результаты исследования и их обсуждение

Повреждения опорно-двигательного аппарата сопровождаются широким спектром патологических изменений в тканях, в ряде случаев имеющих необратимый характер. Коррекция данных изменений продолжает оставаться трудной задачей ввиду сложности их патогенеза.

Патогенез нарушений при переломах довольно многообразен. В первые сутки после травмы наблюдается изменение тонуса артерий крупного и среднего калибров и микроциркуляторного русла, которое приводит к снижению кровенаполнения мышц и затруднению венозного оттока. Ухудшается снабжение тканей кислородом и питательными веществами, затрудняется удаление недоокисленных продуктов обмена, развивается тканевая гипоксия, гиперкапния и метаболический ацидоз. Резко увеличивается проницаемость сосудистой стенки капиллярного русла, развивается травматический отёк.

Истинный травматический отёк периартикулярных тканей развивается через 6-10 часов после травмы, распространяясь как в проксимальном, так и в дистальном направлении конечности, и имеет плотную консистенцию [3]. Отёчные ткани находятся в состоянии гипоксии и ацидоза, в результате развивается дисфункция клеточных мембран. Отмечено, что при переломах костей предплечья pO_2 в первые 12 часов после травмы снижается почти на 40%, в течение суток – на 70%, продолжая затем падать. В ряде случаев на фоне отёка возможно развитие компартмент-синдрома, при котором мягкие ткани увеличиваются в размерах в пределах одного или нескольких фасциальных футляров. Внутрифасциальное давление повышается (в норме его референсные значения не превышают 10 мм рт. ст.), компенсаторно повышается и венозное давление. Когда оно превышает капиллярное давление перфузии, наступает коллапс капилляров, увеличивается их проницаемость,

усугубляется интерстициальный отёк, внутрифасциальное давление увеличивается ещё больше. В конечном итоге развивается некроз мышц, продукты распада которых блокируют почечные каналы. Развивается острая почечная недостаточность, которая может привести к гибели пациента. Считается, что к летальному исходу может привести компартмент-синдром в объёме мягких тканей, равном объёму предплечья [4].

Гемодинамические нарушения обусловлены в том числе формированием стойкого очага афферентной импульсации с последующим выходом в кровеносное русло медиаторов воспаления и продуктов распада тканей. Это приводит к выбросу в кровеносное русло биологически активных веществ с вазоконстрикторным эффектом и может способствовать развитию апоптоза как эндотелиальных, так и гладкомышечных клеток артерий. Отмечено, что у пациентов с осложнёнными переломами дистального отдела предплечья в 96% случаев отмечаются отклонения интегрального показателя активности регуляторных систем от нормальных показателей. Данные компьютерной кардиоинтервалографии у таких пациентов свидетельствуют о функциональном напряжении систем регуляции и вегетативных сдвигах с выраженной симпатикотонией. Изменения в микроциркуляторном русле при капилляроскопии в стадии субкомпенсации проявляются уменьшением общего количества капилляров, замедлением движения эритроцитов. В стадии декомпенсации – значительным уменьшением общего количества капилляров, сужением или парезом части из них, слабой контурированностью и извитостью [5].

Среди гемодинамических типов микроциркуляции в остром периоде травмы в подавляющем большинстве случаев преобладает застойно-стазический тип, составляющий 77,14% случаев при переломах костей нижней конечности. Указанный тип характеризуется снижением скорости кровотока и стазом тока крови на уровне капиллярного звена. Реже выявляются нормоциркуляторный и гиперемический типы [6].

Значительную роль в нарушениях микроциркуляции играет возникающее при переломах усиление способности эритроцитов к агрегации. Формирующиеся при этом эритроцитарные агломераты вызывают окклюзию капилляров, ухудшая тканевую перфузию и приводя к развитию капиллярной недостаточности. Увеличивается количество необратимо изменённых форм эритроцитов, нарушается их проходимость через капилляры, что способствует формированию стаза и дальнейшему усугублению агрегации форменных элементов. Отмечено, что силы сцепления между изменёнными формами эритроцитов выше по сравнению с нормальными формами вследствие уменьшения сил электрического отталкивания. К указанным изменениям присоединяется микротромбообразование и активация свертывающей системы крови, приводящая к усилению синтеза крупнодисперсных белковых фракций, способствующих агрегации эритроцитов [7].

На фоне гипоксии ухудшается репаративная способность тканей и их сопротивляемость инфекции. Длительно существующий отёк приводит к формированию фиброза мягких тканей, что ведёт к их неполному функциональному восстановлению [8; 9].

Помимо описанных нарушений, травматический отёк может опосредованно влиять и на тактику лечения пациентов. На фоне травматического отёка в коже возникают сдвигающие силы, действующие на неё изнутри, что приводит к формированию эпидермальных пузырей (фликтен), наполненных прозрачным или геморрагическим содержимым. Первые располагаются в пределах эпидермиса, вторые распространяются в дерму, способствуя нарушениям микроциркуляции. Отмечено, что фликтены при переломах костей нижних конечностей встречаются в 7,2% случаев, при этом почти половина из них (47%) имеют геморрагическое содержимое, 43% – серозное, а 10% - смешанное. Появление фликтен вынуждает откладывать хирургическое вмешательство и требует активной тактики лечения [10].

Одним из наиболее тяжело поддающихся лечению осложнений при травмах является синдром Зудека, или комплексный регионарный болевой синдром (КРБС). К основным факторам риска развития данного осложнения относятся непосредственно сама травма (в 80-85% случаев – переломы, в 10% случаев – незначительные травмы) и неправильная иммобилизация конечности. Частота КРБС составляет порядка 25 случаев на 100 тыс. населения в возрасте от 40 до 60 лет, в 3-4 раза чаще у женщин. Среди всех переломов наиболее частой причиной КРБС являются переломы дистального отдела предплечья, особенно разгибательные переломы лучевой кости в типичном месте. В основе патофизиологии КРБС лежат периферическая сенсibilизация, вегетативные нарушения, увеличение концентрации провоспалительных цитокинов, приводящие к нарушениям микроциркуляции. В клинической картине преобладают выраженный болевой синдром, отёк конечности и трофические нарушения [11].

В связи с этим своевременная коррекция возникших нарушений уменьшает риск развития осложнений, позволяет сократить продолжительность лечения, а также улучшить функциональные исходы. Многие публикации свидетельствуют о необходимости проведения физиопроцедур в самые ранние сроки после переломов. Однако значительная часть таких пациентов немобильна вследствие пребывания на скелетном вытяжении либо вследствие тяжести состояния. Среди физиопроцедур максимально выраженным противоотёчным эффектом обладает магнитотерапия. Достаточная проникающая способность магнитного поля позволяет проводить процедуры через повязки (в том числе и гипсовые).

Спектр физико-химических и биологических эффектов магнитотерапии весьма

разнообразен. В их основе лежит воздействие силы Лоренца и эффект Холла. Сила Лоренца - сила, с которой электромагнитное поле действует на точечную заряженную частицу. В организме человека этими частицами являются активные центры (часть молекулы, определяющая её специфичность и каталитическую активность) рецепторов или ферментов. В результате воздействия силы Лоренца происходит изменение заряда активного центра, приводящее к изменению активности ферментов и изменению чувствительности рецепторов клеточных мембран. Например, увеличивается активность калий-натриевой АТФазы (усиливается транспорт ионов через клеточные мембраны), снижается чувствительность ряда адренорецепторов к катехоламинам.

Эффект Холла – появление разности потенциалов в проводниках и электролитах под действием силы Лоренца. В организме человека электролитами являются кровь, лимфа, тканевая жидкость, цитоплазма. В результате эффекта Холла происходит изменение объёмных электрических зарядов в клеточных мембранах и примембранных областях, и их упорядочивание; в жидкостях организма возникают вихревые электрические токи. Описанные эффекты максимально выражены в тканях, богатых водой: кровеносных сосудах, нервных и мышечных волокнах. В большей степени энергия магнитного поля поглощается нервной тканью.

В движущейся крови указанные изменения более выражены при воздействии постоянным магнитным полем, особенно когда силовые линии поля перпендикулярны направлению движения крови. В покоящихся биологических жидкостях вихревые токи возникают в большей степени при воздействии переменных и импульсных магнитных полей. Ввиду незначительной напряжённости магнитного поля, применяемого в физиотерапии, величина вызываемого им электрического тока незначительна, поэтому тепловой эффект не возникает [12].

Противоотёчный эффект магнитотерапии является наиболее выраженным. Он обусловлен усилением капиллярного кровотока вследствие снижения чувствительности α -адренорецепторов эндотелия к норадреналину. Это способствует раскрытию прекапиллярных сфинктеров, увеличению площади функционирующего капиллярного эндотелия, активизации транскапиллярного обмена между плазмой крови и тканевыми жидкостями. При этом отмечается снижение секреции лимфы. Активация Na-KАТФазы способствует трансмембранному транспорту ионов натрия из цитоплазмы в кровяное русло, вместе с ионами натрия из клеток выходит и вода [13].

Имеются данные о центральном механизме противоотёчного действия магнитотерапии за счёт увеличения секреции альдостерона и стимуляции активности антидиуретической и натрийуретической систем. Имеются также данные о стимулирующем

влиянии низкочастотного магнитного поля на синтез эндогенного эритропоэтина, это проявляется увеличением среднего объема эритроцитов и их общего количества, а также среднего содержания гемоглобина в эритроцитах. Также отмечается повышение индекса деформируемости эритроцитов. Предполагают, что в основе этого механизма лежит изменение скорости диссоциации оксигемоглобина и конформационные изменения вторичной структуры белков крови [14].

Иммунотрансформирующий эффект заключается в способности магнитного поля оказывать влияние на иммунокомпетентные клетки крови. Это проявляется усилением бластотрансформации лимфоцитов, активизацией клеточной перестройки лимфоидной ткани, повышением Т-хелперной активности и завершённости фагоцитоза. Благоприятное влияние на антиокислительные и свободнорадикальные процессы обусловлено повышением концентрации каталазы и супероксиддисмутазы в фагоцитах, а также SH-соединений во внутренней среде, что обуславливает усиление неспецифической резистентности организма [14].

Обезболивающий эффект реализуется за счёт снятия отёка и улучшения микроциркуляции, особенно при травматических повреждениях и воспалительных процессах. На фоне дегидратации нервных окончаний происходит снижение болевой импульсации. Усиление активности калий-натриевой АТФазы приводит к увеличению трансмембранного потенциала покоя нейронов и торможению проведения импульсов по восходящим путям ретикулярной формации. Центральное анальгетическое действие в большей степени выражено при транскраниальной магнитной стимуляции, при этом происходит увеличение секреции серотонина и дофамина (обладающего сильным антицептивым действием) в синапсах спинного мозга и увеличение концентрации эндорфинов в крови и ликворе [15].

Десенсибилизирующий эффект базируется на уменьшении дегрануляции тучных клеток за счёт стабилизации их мембран. Под действием магнитного поля происходит снижение экскреции медиаторов воспаления - гистамина, брадикинина и т.д., что также тормозит развитие отёка тканей и воспалительного процесса [16].

Трофический эффект обусловлен усилением капиллярного кровотока и транскапиллярного транспорта, улучшением утилизации глюкозы и липидов с помощью окислительного фосфорилирования, усилением синтеза белка и активацией внутриклеточных свободнорадикальных реакций за счёт потенцирования активности ферментов. Отмечен положительный эффект от применения магнитотерапии при вялотекущих раневых процессах (трофических язвах). В некоторых публикациях имеются данные об ускорении формирования костной мозоли при переломах, однако авторы данной

статьи подвергают это утверждение сомнениям [17].

Противоопухолевый эффект, по мнению ряда исследователей, основан на способности оказывать тормозящее влияние на рост некоторых перевиваемых опухолей и усиливать эффект лучевой терапии [18].

Следовательно, магнитное поле обладает широким и многообразным действием на организм человека в норме и патологии [19]. Оно является более слабым раздражителем, чем большинство применяемых в физиотерапии факторов, поэтому действие его очень мягкое и физиологичное. Наиболее выражены ответные реакции при воздействии импульсным магнитным полем, особенно при частоте его до 20 Гц [20-22]. Слабее переменное магнитное поле, и самое мягкое действие оказывает постоянное магнитное поле. Физиологические и лечебные эффекты магнитного поля наблюдаются после многократных воздействий, но зато достигнутый эффект сохраняется в течение нескольких месяцев. Магнитотерапия является одним из наиболее щадящих методов воздействия, она легко переносится, не сопровождается какими-либо явными субъективными ощущениями и общими реакциями, хорошо сочетается с воздействием ряда других физических факторов [23]. Несмотря на значительное количество публикаций, посвящённых данному методу, некоторые механизмы действия магнитотерапии остаются мало изученными либо подвергаются сомнению [24]. По мнению авторов данной статьи, необходимо исследовать влияние магнитотерапии на созревание и дифференцировку костной мозоли и на динамику венозного давления при дегенеративно-дистрофических заболеваниях суставов.

Заключение

Таким образом, магнитотерапия является высокоэффективным методом для профилактики и комплексного лечения ряда осложнений при скелетной травме, среди которых особое место занимает истинный травматический отёк. Использование магнитотерапии возможно в ранние сроки после травмы в составе комплекса лечебных мероприятий. Особенно актуально использование портативных аппаратов для магнитотерапии у маломобильных пациентов. Целесообразно оснащать травматологические отделения портативными магнитотерапевтическими аппаратами.

Список литературы

1. Еськин Н.А., Андреева Т.М. Состояние специализированной травматолого-ортопедической помощи в российской федерации // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2017. № 1. С. 5-11.
2. Самодай В.Г., Рыльков М.И., Брехов В.Л., Гайдуков В.Е., Федорищев А.П.. Ошибки и

осложнения при лечении переломов лодыжек // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. 2009. Т. 2. № 2. С. 173-175.

3. Ардашев И.П., Афонин Е.А., Власова И.В., Воронкин Р.Г., Казанин К.С. Диагностика сосудистых нарушений при переломах костей стопы // Вестник новых медицинских технологий. 2010. № 1. Т. 17. С. 159-162.

4. Кезля О.П., Гивойно Л.В. Острый компартмент-синдром как осложнение переломов костей голени // Новости хирургии. 2010. Т. 18. № 4. С. 146-156.

5. Мироманов А.М., Миронова О.Б., Мироманова Н.А., Шаповалов К.Г.. Значение показателей микрокровотока в оценке развития хронического посттравматического остеомиелита длинных костей конечностей // Забайкальский медицинский вестник. 2011. № 2. С. 60-65.

6. Шпагина Л.А., Карпенко А.Г., Колосов Н.Г., Локтин Е.М., Шелепова Н.В., Фирсов С.А. Состояние микроциркуляции у больных со скелетной травмой в динамике лечения // Вестник новых медицинских технологий. 2008. Т. 15. № 1. С. 107-110.

7. Писарев В.В., Алейников А.В., Васин И.В., Модин А.С., Захряпин С.Н. Реологические свойства эритроцитов у больных с диафизарными переломами костей голени // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=8694> (дата обращения: 15.07.2019).

8. Кононович Н.А., Попков А.В. Гемодинамика в разных группах мышц при лечении оскольчатых переломов костей голени (экспериментальное исследование) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 5. С. 246-250.

9. Фищенко П.Я. Этиопатогенез посттравматических ишемических поражений в конечностях // Альманах клинической медицины. 1999. № 2. С. 196-207.

10. Strauss E.G., Petrucelli G., Bong M., Blisters associated with lower-extremity fracture: results of a prospective treatment protocol. J. OrthopTrauma. 2006. Vol. 20 (9). P. 618-622.

11. Корячкин В.А. Комплексный регионарный болевой синдром // Травматология и ортопедия России. 2014. № 3 (73). С. 147-156.

12. Максимов А.В., Кирьянова В.В., Максимова М.А. Лечебное применение магнитных полей // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2013. № 3. С. 34-39.

13. Кульчицкая Д.Б., Герасименко М.Ю., Апханова Т.В., Кончугова Т.В. Импульсная магнитотерапия в лечении пациентов с лимфедемой нижних конечностей // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2017. Т. 94. № 3. С. 17-19.

14. Улащик В.С. Магнитотерапия: современные представления о механизмах действия магнитных полей на организм // Здоровоохранение. 2015. № 11. С. 21-29.

15. Воронина Д.Д., Куликов А.Г., Луппова И.В., Ярустовская О.В. Общая магнитотерапия

в реабилитации пациентов после оперативного лечения грыж межпозвонковых дисков // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2017. Т. 94. № 2. С. 24-28.

16. Лепшокова А.Б. Бальнео- и магнитотерапия больных остеоартрозом // Современные аспекты санаторно-курортного лечения и реабилитации на этапах оказания медицинской помощи детскому и взрослому населению. 2017. № 1. С. 8-9.

17. Гуржин С.Г., Григорьев Е.М., Жулев В.И., Кряков В.Г., Прошин Е.М. Квадродинамическая магнитотерапия // Биомедицинская радиоэлектроника. 2016. № 6. С. 4-9.

18. Рыбаков Ю.Л. Новая инновационная медицинская технология: общесистемная магнитотерапия // Инноватика и экспертиза: научные труды. 2016. № 1 (16). С. 88-97.

19. Кулишова Т.В. Общая магнитотерапия - эффективный метод санаторно-курортного лечения // Курортные ведомости. 2016. № 1 (94). С. 19-20.

20. Давыдкин Н.Ф. Применение физиотерапии в комплексном лечении переломов трубчатых костей // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2013. № 3. С. 27-34.

21. Поливода А.Н., Щербина И.Е. Магнитотерапия в этапном восстановительном лечении при заболеваниях и травмах опорно-двигательной системы // Медицинская реабилитация, курортология, физиотерапия. 2010. № 1 (61). С. 28-31.

22. Герасименко М.Ю. и др. Магнитотерапия в лечебно-реабилитационных и профилактических программах: клинические рекомендации. 2015. 47с.

23. Федорцев Л.С. Современные методы физиотерапевтического лечения // Новая наука: состояние и пути развития. 2016. № 10-2. С. 27-33.

24. Кулишова Т.В., Каркавина А.Н., Дорожинская Е.В., Любушкина Е.А., Баранова Л.Н. Фундаментальные исследования в области общей магнитотерапии // Вестник алтайской науки. 2014. № 2-3 (20-21). С. 50-54.