

НЕКОТОРЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВИБРАЦИОННОГО МАССАЖА В ЛЕЧЕНИИ ВРОЖДЕННОГО ПЕРЕДНЕГО ВЫВИХА ГОЛЕНИ

И. Ю. Круглов¹, Н. Ю. Румянцев¹, Н. Н. Румянцева¹, О. Ю. Размологова¹, И. М.
Каганцов^{1,2}

¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова»
Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия.

²ФГБОУ «Северо-западный государственный медицинский университет имени И. И.
Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия.

Резюме.

Введение. Врожденный передний вывих голени (ВПВГ) – крайне редкая аномалия опорно-двигательной системы. Учитывая тяжесть патологии и агрессивность лечения для новорождённого, необходимо искать пути максимального снижения воздействия на ребенка при адекватности ортопедических манипуляций.

Цель исследования - изучить вибрационное воздействие электрическим массажером вибрационного типа на мышечную ткань лабораторного животного.

Материалы и методы. В исследование были включены 4 половозрелых кролика породы Советская шиншилла, возрастом 5 месяцев: 2 самки и 2 самца. Проводились сеансы вибромассажа как на интактной конечности, так и после моделирования фиброза в мышце бедра. Получено 8 биоптатов: 2 фрагмента неизменной мышцы, 2 фрагмента мышцы после воздействия вибромассажа, 2 фрагмента мышцы с фиброзом без массажа и 2 фрагмента мышцы с фиброзом и последующим массажем.

Результаты. В мышцах, подвергшихся вибромассажу отмечалось повышенное кровенаполнение, отсутствие дегенеративно-дистрофических изменений. Гистологические изменения в биоптатах мышц с моделированным фиброзом, которые не подвергались массажу, были более выражены: отмечаются дегенеративно-дистрофические изменения со слабыми элементами регенерации: в миоцитах очаги миолиза, участки исчезновения поперечно-полосатой исчерченности, поля мелко- и крупноочагового фиброза вне зоны рубца, очаги жирового перерождения, кровенаполнение умеренное, практически отсутствуют сосуды в самом рубце. В тоже время в биоптатах с фиброзом, но в массируемой конечности, на фоне полнокровия дегенеративно-дистрофические изменения слабые, процессы регенерации преобладают: практически все миоциты сохранены,

умеренные разрастания плотной соединительной ткани преимущественно в перифокальной зоне рубца, очагов липоматоза не выявлено.

Заключение. Некоторыми морфологическими предпосылками к использованию аппаратного вибрационного массажа в лечении ВПВГ у новорожденных могут являться выявленные в ходе эксперимента на лабораторных животных, полнокровие, уменьшение площади фиброза и регенерация скелетной мускулатуры. Улучшение качественных характеристик мышечной ткани, несомненно, приводит и к улучшению ее физико-механических свойств – растяжимости и эластичности.

Ключевые слова: врожденный передний вывих голени; массаж; развитие фиброза в мышцах

SOME MORPHOLOGICAL PREREQUISITES FOR THE USE OF VIBRATION MASSAGE IN THE TREATMENT OF CONGENITAL DISLOCATION OF THE KNEE

I.Y. Kruglov¹, N. Y. Rumyantsev¹, N. N. Rumyantseva¹, O.Yu. Razmologova¹, I. M. Kagantsov^{1,2}

¹*FSBI «Almazov National Medical Research Centre» Federal Specialized Perinatal Center, Institute of Perinatology and Pediatrics under the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint -Petersburg, Russia.*

²*FSBEI “North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov” under the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint -Petersburg, Russia.*

Abstract.

Introduction. Congenital dislocation of the knee (CDK) is an extremely rare anomaly of the musculoskeletal system. Given the severity of the pathology and the aggressiveness of treatment for the newborn, it is necessary to look for ways to minimize the impact on the child with the adequacy of orthopedic manipulations.

The purpose was to study the vibration effect of an electric vibration-type massager on the muscle tissue of a laboratory animal.

Materials and methods. The study included 4 mature rabbits of the Soviet chinchilla breed, aged 5 months: 2 females and 2 males. Vibratory massage sessions were performed both on the intact limb and after modeling fibrosis in the thigh muscle. Received 8 biopsies: 2 fragments of unchanged muscle, 2 muscle fragments after exposure to vibration massage, 2 muscle fragments with fibrosis without massage, and 2 muscle fragments with fibrosis and subsequent massage.

Results. In the muscles that underwent vibromassage, there was an increased blood supply, the absence of degenerative-dystrophic changes. Histological changes in muscle biopsies with simulated fibrosis, which were not subjected to massage, were more pronounced: degenerative-

dystrophic changes with weak elements of regeneration were noted: in myocytes, foci of myolysis, areas of disappearance of striated striation, fields of small- and large-focal fibrosis outside the scar zone, foci of fatty degeneration, moderate blood supply, there are practically no vessels in the scar itself. At the same time, in biopsy specimens with fibrosis, but in the massaged limb, against the background of plethora, degenerative-dystrophic changes are weak, regeneration processes prevail: almost all myocytes are preserved, moderate growths of dense connective tissue mainly in the perifocal zone of the scar, no foci of lipomatosis were detected.

Conclusion. Some morphological prerequisites for the use of hardware vibration massage in the treatment of CDK in newborns may be revealed during the experiment on laboratory animals, plethora, a decrease in the area of fibrosis and regeneration of skeletal muscles. Improving the qualitative characteristics of muscle tissue, of course, leads to an improvement in its physical and mechanical properties - extensibility and elasticity.

Key words: congenital dislocation of the knee; massage; development of fibrosis in the muscles

Введение

Врожденные пороки развития нижних конечностей (косолапость, артрогрипоз, передний вывих голени и пр.) в своей основе имеют сходную патоморфологическую картину в мышцах. По данным ряда авторов речь идет о выраженных дегенеративно-дистрофических изменениях с исходом в крупноочаговый фиброз. Клинически, кроме наличия деформации конечности, отмечается значительное ограничение движений в суставах и ригидность связочного аппарата и мышц. При данных видах заболеваний основным способом лечения является этапное мануальное вправление с последующим наложением гипсовых повязок. Большинство ортопедов придерживаются мнения, что начинать работать с пациентом необходимо в первые дни жизни, а лучше - в первые часы. [1,2, 3, 4]

Врожденный передний вывих голени (ВПВГ) – крайне редкая аномалия опорно-двигательной системы, которая характеризуется передним смещением проксимальной части большеберцовой кости относительно мыщелков бедра.

Учитывая тяжесть патологии и агрессивность лечения для новорождённого, необходимо искать пути максимального снижения воздействия на ребенка при адекватности ортопедических манипуляций.

Таким образом, применение вибрационного массажа в совокупности с мануальным вправлением может явиться методом выбора при коррекции ВПВГ.

Цель исследования - изучить вибрационное воздействие электрическим массажером вибрационного типа на скелетную мышечную ткань лабораторного животного.

Материалы и методы

Работа выполнялась на базах ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России: Центра доклинических и трансляционных исследований и патологоанатомического отделения Университетской клиники.

Для проведения исследования пройдена комиссия по контролю содержания и использования лабораторных животных (протокол № 22-5/1 от 25.05.22). Кролики содержались в стандартных условиях вивария на полном пищевом рационе. Проведение данного эксперимента регламентировались требованиями Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (Страсбург, 18 марта 1986 года) и Всемирного общества защиты животных (WSPA).

В исследование были включены 4 половозрелых кролика породы Советская шиншилла, возрастом 5 месяцев: 2 самки и 2 самца. Длительность эксперимента составила 42 дня. Первой паре животных (самке и самцу) выполнялось высокочастотное вибрационное воздействие электрическим массажером виброционного типа на неизмененную правую заднюю конечность в области двуглавой мышцы бедра. Продолжительность массажа составляла 21 день, длительность процедуры 5 минут, 1 раз в день (частота 50 Гц, точечная насадка). Левая задняя конечность оставалась интактной. Затем был выполнен забор мышечной ткани с обеих конечностей для гистологического исследования. Другой паре кроликов был смоделирован фиброз путем повреждения: разрезы мышц с последующим ушиванием (см. ниже). Через 21 день начинался вибромассаж правой задней конечности в области послеоперационной раны с теми же параметрами, что и на 1-ом этапе. Левая задняя конечность не массировалась. После 21 дня воздействия проводился забор материала из зажившей части мышцы для гистологического исследования.

Забор материала для гистологического исследования и для формирования рубца проводился под общим наркозом путем внутримышечного введения 2% раствора ксилазина в дозе 27 мг. После предварительного бритья проводилась трехкратная обработка операционного поля 0,05% водным раствором хлоргексидина. Выполнялся продольный разрез кожи в средней трети правого бедра в проекции двуглавой мышцы длиной 4 см, а у второй пары животных – по старому рубцу. После рассечения подкожной жировой клетчатки, широкой фасции бедра выделялась область двуглавой мышцы бедра (рисунок 1 А, Б). У первой пары животных выполнялся забор участка мышечной ткани размерами 1,5x1,5x1,0 см. Биоптат помещался в маркированный контейнер с раствором 10% нейтрального формалина. У второй пары – производился разрез мышцы по ходу волокон длиной 1,5 см и глубиной 0,3 см. Раны послойно ушивались хирургической нитью «Викрил 4-0» узловыми швами. Проводился контроль гемостаза. Асептическая повязка.

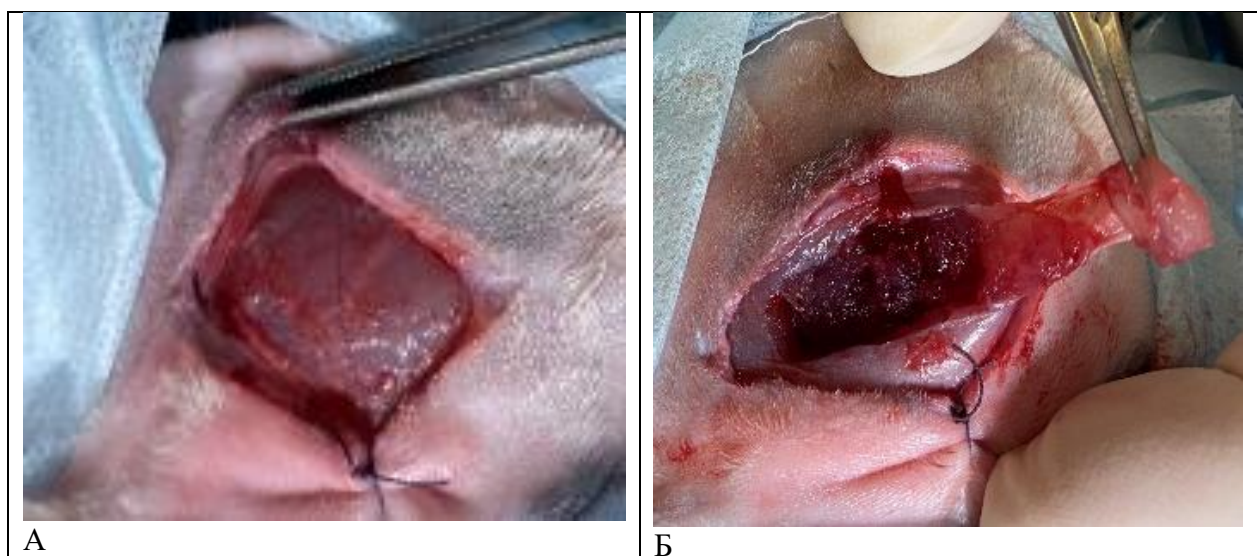


Рисунок 1. Забор материал для гистологического исследования: А – этап доступа и выделения двуглавой мышцы бедра лабораторного животного (кролика), Б – этап забора биоптата: фасция отведена зажимом, в дне операционной раны мышца.

Таким образом, было сформировано 4 группы исследуемых образцов мышечной ткани бедра кролика:

1. Нормальная мышечная ткань – 2 фрагмента;
2. Нормальная мышечная ткань после воздействия вибромассажа – 2 фрагмента;
3. Область послеоперационного рубца в нормальной мышечной ткани после воздействия вибромассажа – 2 фрагмента;
4. Область послеоперационного рубца без воздействия вибромассажа - 2 фрагмента.

Биоптат помещался в маркированный флакон с 10% раствором нейтрального формалина в соотношении 1:10 на 24 часа для фиксации. Для получения срезов выполнялась стандартная гистологическая проводка в изопропиловом спирте. Производилось формирование парафиновых блоков. Выполнялись серийные срезы толщиной 10 микрон. Гистологические препараты окрашивались гематоксилином и эозином, по методу пикро-Маллори, по Маллори, по ван Гизону, толлуидиновым синим, по методу Вейгерта. Окрашенные срезы изучены на микроскопе Leica 2000 с системой визуализации, при увеличениях 100, 200, 400. Оценивались следующие параметры: вид и целостность миоцитов, выраженность поперечно-полосатой исчерченности, кровенаполнение, наличие дегенеративно-дистрофических изменений, распространенность фиброза (мелко- или крупночаговый).

Результаты исследования

При морфогистологическом исследовании скелетной мускулатуры самцов и самок половых различий не обнаружено.

Макроскопически у первой пары животных фрагменты из интактных мышц были бледно розового цвета, мягко-эластичной консистенции, малокровные. Биоптаты из массируемых конечностей были темно-красного цвета, плотно-эластической консистенции, полнокровные.

У второй пары в центре биоптатов определялся прямой тонкий (до 0,5 мм) белесоватый плотный участок (рубец) и более светлыми перифокальными тканями. Мышечные фрагменты из массируемой конечности плотно-эластичной консистенции, полнокровны, на разрезе без существенного количества белесоватых включений. Кусочки мышц из конечности, которая не подвергалась вибромассажу мягко-эластичной консистенции, бледно-розового цвета, на разрезе с множественными беловатыми включениями и прожилками, отходящими от центрального участка рубца.

При гистологическом исследовании группой контроля стали биоптаты из полностью интактных конечностей животных из первой пары. Скелетная мышечная ткань развита правильно (рисунок 2 А). Поперечно-полосатая исчерченность сохранена, встречаются участки с нарушением цитоархитектоники миоцитов. Миоциты неравномерно утолщены, очагово «сливаются» в однородную массу. Эндомизий, перимизий и область сосудисто-нервного пучка из плотной соединительной ткани, развиты удовлетворительно. Кровенаполнение умеренное. При окраске толлуидиновым синим феномен метахромазии не выявляется. Дегенеративно-дистрофических изменений и липоматоза не выявлено.

В мышечной ткани, взятой из конечностей животных после вибрационного воздействия, определяется более выраженная структурированность миоцитов (рисунок 2 Б). Они значительно тоньше, чем в интактной мышце. Отмечается умеренная извитость миоцитов, они имеют близкую к веретенообразной форму и располагаются более параллельной друг другу. Поперечно-полосатая исчерченность выражена ярко, очагов выпадения нет. Эндомизий, перимизий и область сосудисто-нервного пучка тоньше, содержат меньше коллагеновых волокон, чем в интактной мышце. Отмечается полнокровие мышц. Дегенеративно-дистрофических изменений и липоматоза не выявляется.

Гистологические различия в мышцах животных второй пары с моделированным фиброзом были более выражены. В биоптатах мышц, которые не подвергались массажу отмечаются дегенеративно-дистрофические изменения со слабо выраженными элементами регенерации: в миоцитах очаги миолиза, участки исчезновения поперечно-полосатой

исчерченности, поля мелко- и крупноочагового фиброза вне зоны рубца, очаги жирового перерождения, кровенаполнение умеренное, практически отсутствуют сосуды в самом рубце (рисунок 3). В тоже время в биоптатах массируемой конечности на фоне полнокровия дегенеративно-дистрофические изменения выражены слабо, процессы регенерации превалируют: практически все миоциты сохранены, умеренные разрастания плотной соединительной ткани преимущественно в перифокальной зоне рубца, очагов липоматоза не выявлено (рисунок 4).

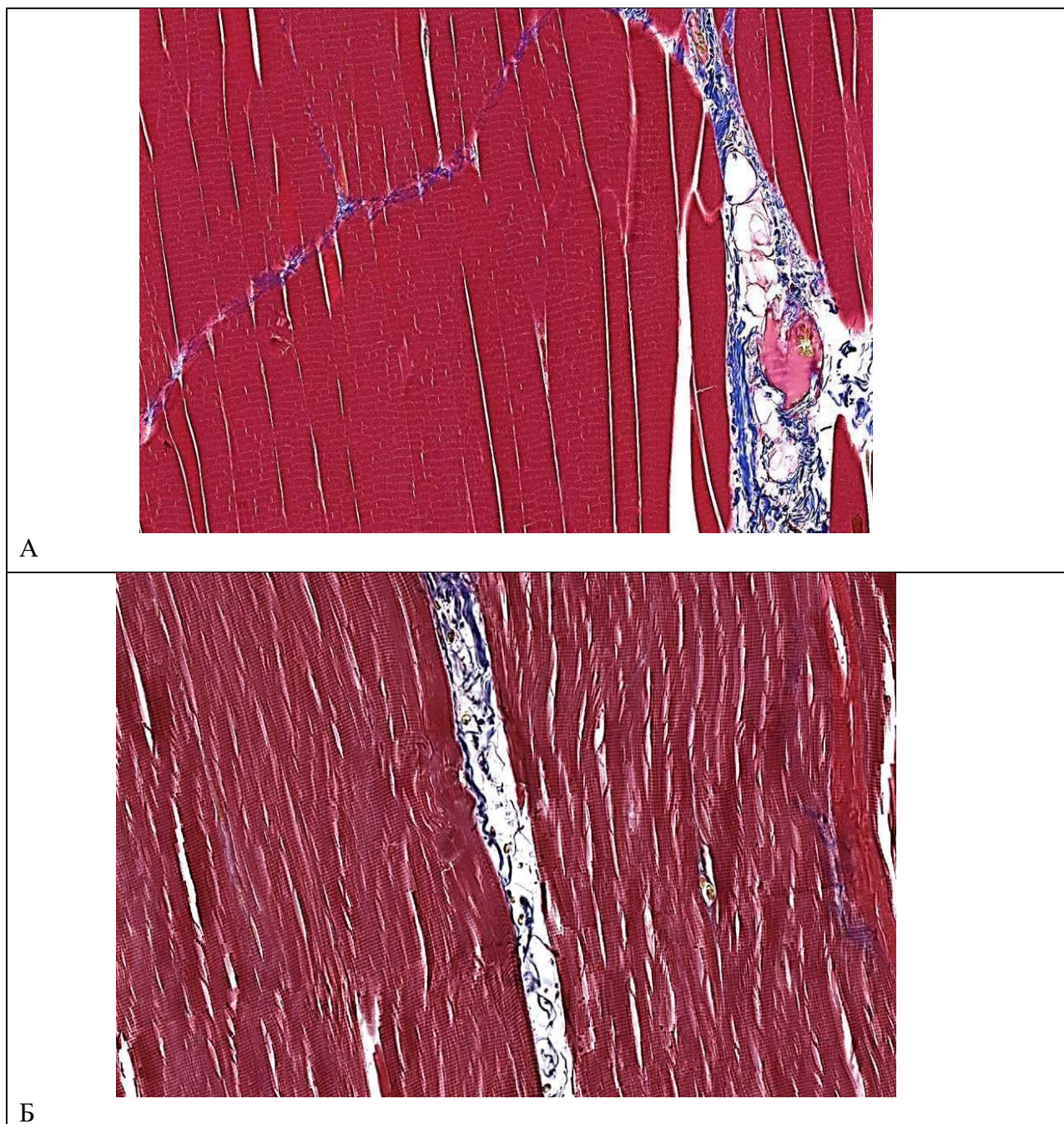


Рисунок 2. Фрагмент скелетной мышцы кролика. А – интактная мышца бедра кролика; Б – мышца бедра после воздействия вибромассажа. Окраска пикро-Маллори, ув. 100.

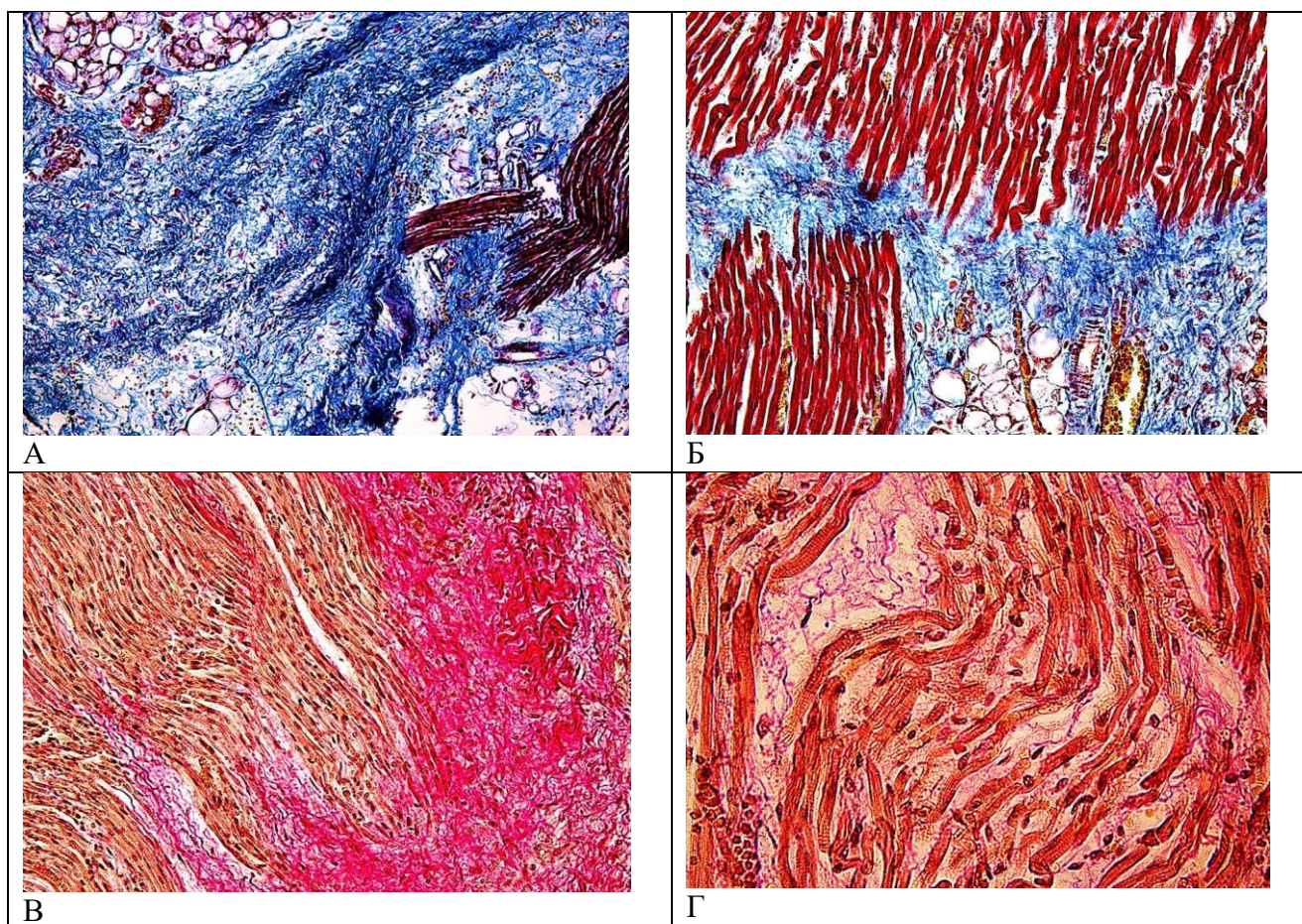
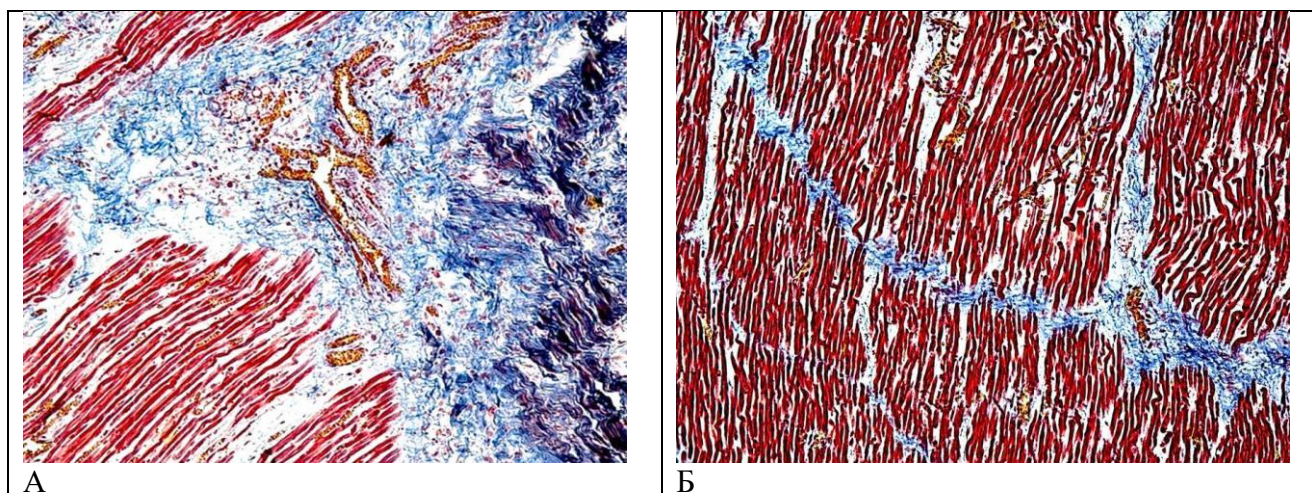


Рисунок 3. Гистологические препараты скелетной мышцы с моделированным фиброзом без вибромассажа. А – зона рубца: разрастание соединительной ткани, фокусы лизированных мышечных пучков, единичные сохранившиеся участки мышечной ткани, почти полное отсутствие сосудов. Окраска пикро-Маллори, ув. 100; Б – участок мышцы в перифокальной зоне рубца: разрастание соединительной ткани в эндо- и перимизии, дегенеративно-дистрофические изменения миоцитов (фрагментация, извитость, выпадение поперечно-полосатой исчерченности) Окраска пикро-Маллори, ув. 200; В – участок мышцы по краю резекции: крупноочаговый фиброз, дегенеративно-дистрофические изменения миоцитов. Окраска по ван Гизону, ув. 100; Г – та же зона, что и В, окраска по ван Гизону, ув. 400.



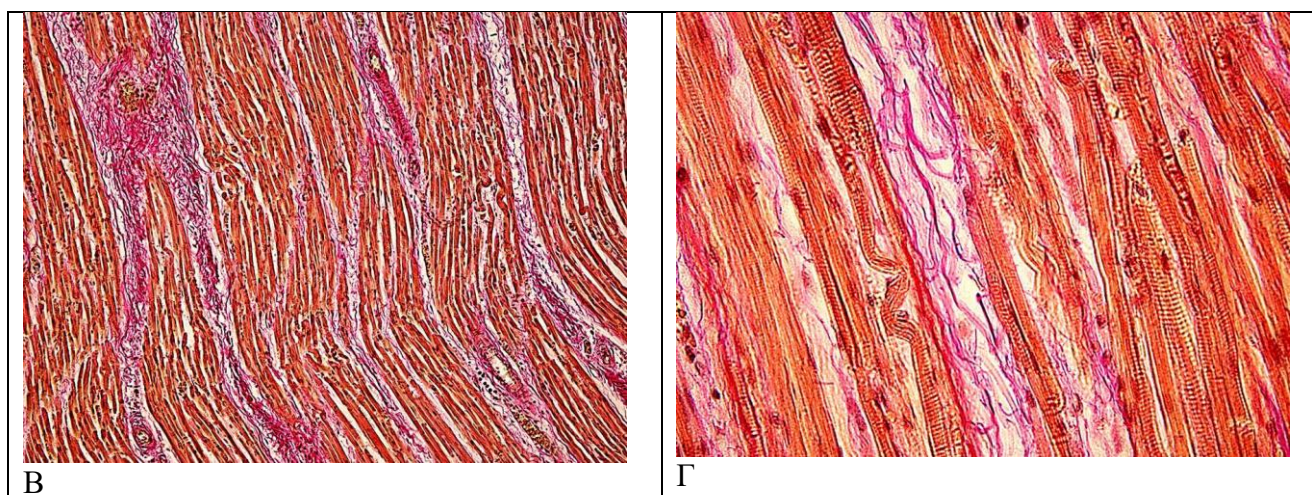


Рисунок 4. Гистологические препараты скелетной мышцы с моделированным фиброзом после вибромассажа. А – зона рубца: разрастание соединительной ткани, сохранившиеся участки мышечной ткани, полнокровие. Окраска пикро-Маллори, ув. 100; Б – участок мышцы в перифокальной зоне рубца: умеренное разрастание соединительной ткани в эндо- и перимизии, дегенеративно-дистрофические изменения миоцитов. Окраска пикро-Маллори, ув. 100; В – участок мышцы по краю резекции: единичные мелкие очаги фиброза, дегенеративно-дистрофические изменения миоцитов выражены слабо, полнокровие. Окраска по ван Гизону, ув. 100; Г – та же зона, что и В, окраска по ван Гизону, ув. 400.

Обсуждение.

В начале обсуждения хотелось бы кратко остановиться на нескольких вопросах.

Во-первых, ВПВГ крайне редкое заболевание и работ, посвященных патоморфологическим исследованиям этого порока развития практически нет. Однако, в доступной литературе достаточно полно, хоть и в малом количестве источников, освящены патоморфологические изменения, которые сопровождают другие пороки нижних конечностей. Так Carrol N. и Wiley A.M. сообщают, что у детей с односторонней косолапостью окружность конечности была меньше на стороне поражения. Авторы отмечают укорочение сухожильно-мышечной единицы, часто в сочетании с мышечным фиброзом. Ponseti I.V. описывает укорочение трехглавой мышцы голени и задней большеберцовой мышцы при косолапости. Он отмечает, что размер мышц напрямую коррелировал с тяжестью заболевания. Исследуя мышечную ткань у тех же пациентов под световым микроскопом, автор отметил, что размер волокон был меньше, а соединительной ткани больше, чем у контрольной группы. [5,6]

Ранее нами было проведено патоморфологическое исследование на аутопсийном материале плодов (6 конечностей с ВПВГ, сроки гестации от 18 недель до 29 недель), которое так же продемонстрировало наличие дегенеративно-дистрофических изменений в мышцах (Круглов И.Ю., с соавт., 2020). Чем больше был срок гестации, тем тяжелее была

степень ВПВГ, тем более массивным было фиброзирование мышц. По нашему мнению, такие гистологические изменения делают мышцу менее растяжимой, следовательно, и менее функциональной, т.е. проявляющейся клинически в виде контрактур. Такие состояния не только значительно затрудняют консервативное ручное вправление ВПВГ, но и увеличивают сроки лечения пациента.

Таким образом, наличие фиброза в мышцах при врожденных ортопедических заболеваниях требует решения вопроса об уменьшении степени контрактур, которое возможно за счет увеличения растяжимости. Следует учитывать, что в периоде новорожденности, когда начинается наиболее интенсивное лечение ребенка, воздействие должно быть щадящим, но эффективным.

Во-вторых, в настоящей работе представлены экспериментальные данные, полученные на лабораторных животных. Опубликовано достаточное количество работ, посвященных моделированию различных повреждений скелетной мускулатуры, гистологическим изменениям и этапам регенерации мышечной ткани. Наше исследование в этом отношении полностью совпадало с литературными данными, с той лишь разницей, что в биоптатах после воздействия вибромассажа мы отмечали увеличение кровенаполнения мышц и уменьшение фиброза за счет хорошей регенерации. [7, 8, 9].

В-третьих, мы также изучили работы, посвященные изменениям в мышцах у пациентов, после проведения лечебных манипуляций. Так, например, Е.В. Чугуй изучала эффективность криовоздействия в комплексном лечении врожденной косолапости у детей. Автором установлено, что воздействие сверхнизких температур на мягкие ткани голени, в том числе и на мышцы, не только улучшает микроциркуляцию, но и уменьшает рубцовые изменения, что повышает эластичность тканей, т.е. способствует повышению качества мануальной коррекции деформации. [10]

Следует отметить, что при попытках изучить литературу по воздействию массажа на мышцы конечностей мы обнаружили огромное количество материалов. Не будем приводить ссылок на эти источники, они доступны и общеизвестны. Резюмируя, можно сказать, что в любом учебнике по массажу (спортивная медицина, реабилитация после травм и неврологических заболеваний и пр.) эффективность этого вида лечения играет большую роль в восстановительных процессах. В первую очередь речь идет об активизации местного кровообращения, о перераспределении крови и лимфы в организме, что способствует притоку кислорода и питательных веществ, об усилении окислительно-восстановительных процессов, об ускорении регенерации поврежденных тканей и т.д.

Выявленные нами морфологические изменения после применения аппаратного вибромассажа в мышцах бедра кроликов соответствуют описанным в литературе при

различных моделях повреждения скелетной мускулатуры. Повышенное кровенаполнение и улучшение регенерации в зоне фиброза позволяют говорить о том, что клинически может быть достигнута эффективная эластичность и растяжимость мышц бедра.

Причины формирования в эмбриогенезе ВПВГ неизвестны. Пренатальная диагностика возможна при УЗ-скрининге. Начинать лечение с первых дней жизни с грубого или длительного воздействия путем обычного массажа не всегда представляется возможным и правильным. В этом случае вибромассаж может быть методом выбора, т.к. наше исследование продемонстрировало, что даже короткое, пятиминутное воздействие 1 раз в день на протяжении 3-х недель дает положительную динамику по регрессу фиброза. [11].

Учитывая тот факт, что наш клинический опыт лечения детей с ВПВГ является на сегодняшний день одним из самых больших в мировой практике детских ортопедов (104 случая, катамнез 28 лет), мы можем констатировать, что качество лечения, т.е. длительность коррекции деформации, может составлять от нескольких часов до нескольких месяцев. При этом сроки лечения зависят не только от тяжести заболевания, но и от «качества» мышечной ткани ребенка, обуславливающей ограничения амплитуды движений суставов. Также и реабилитация может занимать до нескольких лет. Следует стремиться к сокращению времени необходимого для полной коррекции деформации и восстановлению полных нормальных движений в конечности. Влияние аппаратного вибромассажа, на наш взгляд, способно отчасти решить эту задачу.

Заключение.

Некоторыми морфологическими предпосылками к использованию аппаратного вибрационного массажа в лечении врожденного переднего вывиха голени у новорожденных могут являться выявленные в ходе эксперимента на лабораторных животных, полнокровие, уменьшение площади фиброза и регенерация скелетной мускулатуры. Улучшение качественных характеристик мышечной ткани, несомненно, приводит и к улучшению ее физико-механических свойств – растяжимости и эластичности. Понимая важность дальнейших исследований в этом направлении, необходимо продолжить работу с большим количеством аутопсийного, экспериментального и клинического материала, с использованием расширенного спектра патоморфологических методик.

Список литературы

1. Круглов И.Ю., Агранович О.Е., Румянцев Н.Ю., Размологова О.Ю. и др. Врожденный передний вывих голени: морфологическое исследование. Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2020;8(4); 427–435. <https://doi.org/10.17816/PTORS25809>

2. Ponseti I V. Congenital clubfoot. Fundamentals of treatment. New York: Oxford University Press; 1996.
3. Hosalkar HH, Spiegel DA, Davidson RS. Talipesequinovarus (clubfoot). In: Kliegman RM, Stanton BF, St. Geme III JW, et al. Nelson Textbook of Pediatrics. 19th ed. Philadelphia: Elsevier; 2011. P. 2336-2337.
4. Mosca VS. The foot. In: Lovell and Winter's Pediatric Orthopedics. Vol. 2. 7th ed. Ed. by S.L. Weinstein, J.M. Flynn. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013. P. 1388-1525.
5. Carrol, N. Clubfoot. In pediatric orthopaedics, (3rd edn), (ed. R. T. Morrisy), J. P. Lippincott, Philadelphia. 1990.
6. Wiley, A. M. An anatomical and experimental study of muscle growth. J. Bone Joint Surg., 1959; 41 B, 821.
7. Лебедева А. И. Влияние аллогенных биоматериалов на регенерацию мышечной ткани (экспериментально-морфологическое исследование). автореферат дис. ... доктора биологических наук: Уфа, 2016; 43 с.
8. Лебедева, А.И., Муслимов С.А., Мусина Л.А. Экспериментальное моделирование процесса хронического воспаления и фиброза Биомедицина. 2013; 4; 114-123.
9. Царев А. А., Кривошапов А. В. Макро-микроскопическая характеристика скелетной мускулатуры задней конечности крыс в норме и при травме ее нервов. Морфология. 2008;II(2);66-70.
10. Чугуй Е. В. Гистологическое обоснование положительного эффекта криовоздействия в комплексном лечении врожденной косолапости у детей. Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины. 2009; 24 (3-1);98-102.
11. Gorincour G, Chotel F, Rudigoz RC, et al. Prenatal diagnosis of congenital genu recurvatum following amniocentesis complicated by leakage. Ultrasound Obstet Gynecol. 2003;22:643-645. doi: 10.1002/uog.884.