

© Группа авторов, 1997.

Состояние сосудистого бассейна мышц конечности при разных режимах удлинения (морфо-функциональное исследование)

В.И. Шевцов, С.Н. Асонова, А.Д. Наумов, С.А. Ерофеев, Н.И. Гордиевских, Л.С. Кузнецова, Г.Н. Филимонова

Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова, г. Курган (Генеральный директор — академик РАМТН, д.м.н., профессор, заслуженный деятель наук РФ В.И. Шевцов)

Методами реовазографии и стереометрии препаратов мышц, обработанных для выявления АТФ-азы оценивали морфофункциональные изменения интраорганных сосудов мышц собак, биохимическими методами определяли показатели тканевого обмена при удлинении голени по Илизарову с разными режимами distraction: 1 мм за 4 раза в день (ручная подкрутка) и 1 мм за 60 раз в сутки (автоdistraction). Полученные данные свидетельствуют о разных механизмах обеспечения адекватного интраорганного кровообращения в мышцах при разных режимах distraction.

Ключевые слова: собаки, голень, мышечные сосуды, режим distraction, стереометрия, реовазография, гликолиз.

Состояние сосудистого бассейна костной и параоссальных тканей является одной из основных проблем в исследованиях, посвященных distractionному остеосинтезу. В этих работах рассматриваются вопросы ангиоархитектоники, морфологии магистральных сосудов и гемомикроциркуляторного русла, физиологии кровообращения [1, 2, 3]. При этом методы количественной морфологии сосудистого русла использованы в единичных работах [4], отсутствуют

сравнительные морфо-функциональные исследования. Целью данной работы была оценка стереометрических и гемодинамических параметров сосудистого русла мышц голени, удлиняемой при разных режимах distraction в эксперименте; сравнительный анализ результатов количественной морфологии, физиологии сосудистого бассейна мышц и показателей тканевого обмена.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Эксперименты выполнены на 44 взрослых беспородных собаках, которым через 5 дней после закрытой флекссионной остеоклазии проводили удлинение голени с темпом 1 мм в сутки, но с разной дробностью distraction. В I серии суточную величину distraction достигали 4-разовой ручной подкруткой гаек по резьбовым стержням аппарата в течение дня, во II серии необходимый диастаз достигали за 60 приемов в течение суток с помощью автоматических distraction-роторов. Удлинение осуществляли в течение 4 недель. Период последующей фиксации продолжался 30 - 60 дней. После снятия аппарата животных наблюдали 6 месяцев. На протяжении всего эксперимента следили за функциональным состоянием оперированной конечности.

Для оценки количественных изменений гемомикроциркуляторного русла (ГМЦР) передней большеберцовой мышцы на разных этапах удлинения в I и II сериях эксперимента проводили стереометрию на поперечных срезах мышцы в области средней трети ее брюшка, которые обрабатывали кальций-кобальтовым методом по

Padykyla, Herman [5]. Контролем служили аналогичные препараты передней большеберцовой мышцы интактных взрослых беспородных собак. Достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента и парному критерию Вилкоксона. Определяли следующие первичные стереологические параметры: число профилей микрососудов в поле зрения (численная плотность сосудов ГМЦР), относительный объем микрососудов в единице тестового объема мышц, относительную площадь поверхности микрососудов в единице тестового объема мышц (поверхностная плотность микрососудов), число профилей мышечных волокон в поле зрения (численная плотность мышечных волокон); а также рассчитывали по известным формулам [6] вторичные стереологические параметры: минимальное межкапиллярное расстояние; радиус цилиндра мышечного волокна, снабжающегося одним капилляром путем диффузии, отношение периметра капилляров к периметру мышечных волокон и отношение числа капилляров к числу мышечных волокон в поле

зрения.

Оценку кровообращения в икроножной мышце производили методом внутримышечной реовазографии. Для этого два игольчатых электрода вводили в икроножную мышцу на расстоянии 3 см друг от друга. Реограмму записывали с помощью реографа РГ 4-01 и "Мингографа 82". При анализе реограммы определяли следующие показатели [7]: базисное сопротивление (R), реографический индекс (РИ), индекс периферического сопротивления (ИПС), среднюю скорость притока крови (S а/а), среднюю скорость оттока крови (S в/в). С помощью микроанализатора ВМЕ33 определяли реакцию крови (рН), напряжение углекислого газа (Рсо₂) и кислорода (Ро₂) в венозной крови.

В качестве тестов для характеристики глико-

литических процессов мы выбрали определение в венозной крови оперированной конечности концентраций конечных продуктов гликолиза - молочной (МК) и пировиноградной (ПВК) кислот, которые относятся к важным показателям состояния метаболических процессов в тканях. Для количественного определения МК использовали набор реактивов фирмы "Берингер" (Германия). Определение ПВК проводили модифицированным методом Умбранта [8]. Исследования проводили до операции, в периоде distraction, через 7, 30 дней фиксации. Контролем служили дооперационные значения. Результаты исследований обработаны методом вариационной статистики для связанных между собой наблюдений [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Период distraction. Методами стереометрии установлено, что в периоде distraction отношение капилляр/мышечное волокно одинаково возрастает при обоих режимах distraction и увеличивается в 1,5 раза по сравнению с контролем (рис. 1а, б). Этот параметр оценивает капилляризацию мышц и является видовой константой. Он характеризует снабжение мышц кислородом. Его увеличение в 1,5 раза свидетельствует о соответствующем возрастании оксигенации мышц в периоде distraction.

Отношение капилляр/мышечное волокно является также и показателем процессов роста при изменении числа мышечных волокон и капилляров. Следует отметить, что одинаковое увеличение этого параметра при сравниваемых режимах distraction сопровождается разным характером изменений числа мышечных волокон и капилляров. Так, численная плотность мышечных волокон (рис. 2 б) при автоdistraction возрастает в 1,3 раза, а при ручной подкрутке снижается в 1,3 раза. При этом численная плотность капилляров возрастает при обоих режимах distraction, но при ручной подкрутке в 1,2 раза, тогда как при автоdistraction в 2 раза (рис. 2 а). То есть капилляризация мышц становится существенно выше при автоматическом режиме удлинения и происходит параллельно с увеличением числа мышечных волокон.

Это подтверждают и изменения таких характеристик капиллярного русла мышц, как минимальное межкапиллярное расстояние и радиус цилиндра мышечного волокна, снабжающегося одним капилляром (рис. 3 а, б). Оба этих параметра при автоdistraction в 1,3 раза меньше, чем при ручной подкрутке.

Сходные различия отмечены и в изменении относительного объема и площади поверхности микрососудов мышц (рис. 4 а, б). Объем капил-

лярного русла в периоде distraction при ручной подкрутке возрастает в 1,6 раза, тогда как при автоdistraction - в 1,8 раза, а поверхностная плотность капилляров возрастает в 1,6 раза в I серии и в 2 раза при автоdistraction. Следовательно, в периоде distraction объем гемомикроциркуляторного русла мышц и площадь гематоканевой диффузии возрастают значительно при автоматическом режиме удлинения.

Ревазография также позволила выявить общие и индивидуальные черты изменений гемодинамики сосудистого бассейна икроножной мышцы в опытах с разным ритмом удлинения. Полученные данные приведены в табл. 1 и 2. Различия в динамике базисного сопротивления (R) особенно проявлялись в периоде distraction. Было установлено, что у животных с автоматическим режимом удлинения величина базисного сопротивления значительно ниже, чем у животных с ручной подкруткой, и составляет 50% от исходного значения. Пульсовое кровенаполнение (РИ) у животных при автоматической distraction на этапе удлинения также находится на более низком уровне по сравнению с животными I серии. Пульсовой кровоток связан с периферическим сопротивлением кровеносных сосудов (ИПС). У животных обеих серий в периоде distraction ИПС был выше исходного значения на 30 - 40%. Вероятно, это связано с повышением тонуса резистивных сосудов, несмотря на местный метаболический контроль. Это приводило к затруднению оттока крови в икроножной мышце оперированной конечности.

Средняя скорость оттока крови (S в/в) у животных с автоdistraction постепенно восстанавливалась в процессе удлинения, в то время как у животных с ручной подкруткой она носила скачкообразный характер и к концу distraction составляла 64% от исходного значения. Отток

связан с притоком, и если сравнивать между собой показатель средней скорости притока ($S_{a/a}$) на протяжении удлинения, то у животных с автодистракцией он наиболее стабилен, хотя у всех животных обеих серий в этот период ниже исходного значения.

Для характеристики эффективности кровоснабжения тканей дополнительно определяли напряжение кислорода и углекислого газа в венозной крови, оттекающей от удлиняемого сегмента конечности и исходили из того, что PO_2 и PCO_2 являются ключевыми переменными в местном контроле кровотока [10]. Наиболее низкое PO_2 и наиболее высокое PCO_2 в конце периода удлинения отмечено у животных с автодистракцией (PO_2 - 83 мм рт. ст. до операции и 50 мм рт. ст. при удлинении), что свидетельствует о лучшей ассимиляции кислорода тканями удлиняемого сегмента при автодистракции и хорошо коррелирует с данными стереометрии по капилляризации мышц.

Для оценки состояния метаболизма в тканях удлиняемой конечности определяли продукты углеводного обмена. Установлено, что у животных обеих серий в периоде удлинения содержание МК и ПВК в венозной крови оперированной конечности возрастало до 170%. Следует отметить, что у животных с автоматическим удлинением концентрация ПВК нарастала в меньшей мере, чем у животных с ручной подкруткой, а поэтому отношение МК и ПВК увеличивалось. Это свидетельствует о возрастании интенсивности метаболических процессов и гематотканевого обмена в тканях удлиняемого сегмента и преобладании анаболических процессов над катаболическими при автодистракции.

Клинически в I серии опытов, при ежедневном четырехкратном разведении отломков, послеоперационный отек голени постепенно исчезал к концу удлинения. Собаки начинали щадить конечность через 2 - 3 недели дистракции. В коленном суставе движения были ограничены до 80° (при норме $100 - 110^\circ$), стопа занимала эквинусное положение или близкое к нему, с объемом движений в голеностопном суставе $10 - 20^\circ$ (при норме $80 - 90^\circ$). Во II серии опытов функциональное состояние удлиняемой конечности значительно отличалось от результатов I серии. В этих опытах на протяжении почти всего периода эксперимента животные пользовались оперированной конечностью. Объем движения в суставах незначительно отличался от нормы. В коленном суставе их амплитуда к концу удлинения достигала 90° , в голеностопном - $30 - 50^\circ$, причем стопа находилась в физиологическом положении.

Период фиксации. Установлено, что в периоде фиксации по сравнению с периодом дистракции отношение капилляр/мышечное волокно

при автоматическом режиме удлинения снижается в 3,3 раза, тогда как при ручной подкрутке значение этого параметра уменьшается в 1,9 раза (рис. 1 а, б). К 30-у дню фиксации при автодистракции численная плотность мышечных волокон возрастает в 1,7 раза, а при ручной подкрутке - в 2,3 раза (рис. 2 б). К этому сроку численная плотность капилляров после автодистракции снижается в 1,9 раза, а после ручной подкрутки возрастает в 1,2 раза (рис. 2 а). То есть к концу периода фиксации при обоих режимах удлинения отмечается значительное снижение капилляризации мышц. При автодистракции снижение капилляризации мышц обусловлено снижением численной плотности микрососудов при увеличении численной плотности мышечных волокон, а при ручной подкрутке капилляризация мышц снижается на фоне увеличения как числа мышечных волокон, так и числа микрососудов.

Эти различные тенденции перестройки ГМЦР при сравниваемых режимах дистракции отражают и изменения таких параметров, характеризующих капилляризацию мышц, как минимальное межкапиллярное расстояние и радиус цилиндра мышечного волокна, снабжающегося одним капилляром путем диффузии (рис. 3 а, б). К 30-у дню фиксации значения этих параметров выше после удлинения в автоматическом режиме.

В периоде фиксации относительный объем сосудистого русла мышц при обоих режимах удлинения не изменяется достоверно по сравнению с периодом дистракции (рис. 4 а), а относительная площадь поверхности микрососудов достоверно снижается после удлинения в автоматическом режиме (рис. 4 б). Эти данные свидетельствуют о перекалибровке микрососудов, увеличении доли сосудов крупного диаметра после удлинения в автоматическом режиме, по сравнению с ручной подкруткой. Следовательно, в периоде фиксации после ручной подкрутки происходят изменения в ГМЦР, состоящие в компенсаторном усилении капилляризации мышц за счет увеличения числа микрососудов малого диаметра.

В периоде фиксации отмечено восстановление объема сосудистого бассейна, пульсового кровенаполнения у животных с автодистрактором. У животных же с ручной подкруткой эти показатели не изменялись по сравнению с периодом дистракции. ИПС у животных с автоматическим удлинением после окончания удлинения нормализовался, а у животных с ручной подкруткой продолжал увеличиваться. Об этом же свидетельствует средняя скорость оттока и притока крови, которая у животных с ручной подкруткой оставалась на низком уровне (64% и 78%, соответственно). Напряжение кислорода и

углекислого газа в периоде фиксации возвращалось к исходному значению только у животных с автодистракцией. У животных с ручной подкруткой эти показатели превышали исходное значение (115% и 119%, соответственно). Отмечена четкая тенденция к нормализации концентраций МК и ПВК у животных с автодистракцией, что обусловлено восстановлением пульсового кровенаполнения, изменением кислородного режима.

У собак I серии через 30 - 60 дней фиксации амплитуда движений в коленном суставе приближалась к норме, в голеностопном - увеличивалась на 20 - 30°. У животных с автодистракцией в течение месяца фиксации объем движений в суставах восстанавливался до нормальных параметров.

Период после снятия аппарата. По данным стереометрии через 180 дней после снятия аппарата показатели, характеризующие капилляризацию мышц, не различаются достоверно при сравниваемых режимах дистракции (рис. 1, 3). Отношение капилляр/мышечное волокно ниже контрольного, а минимальное межкапиллярное расстояние и радиус диффузионного цилиндра - выше контрольных значений, что свидетельствует о меньшей, чем в контроле, оксигенации мышц удлинненной конечности. Численная плотность капилляров в обеих сериях ниже контрольного значения (рис. 2 а), тогда как численная плотность мышечных волокон выше после удлинения с ручной подкруткой (рис. 2 б). Относительный объем микрососудов и их поверхностная плотность у животных в обеих сериях через 180 дней после снятия аппарата ниже контрольных значений этих параметров.

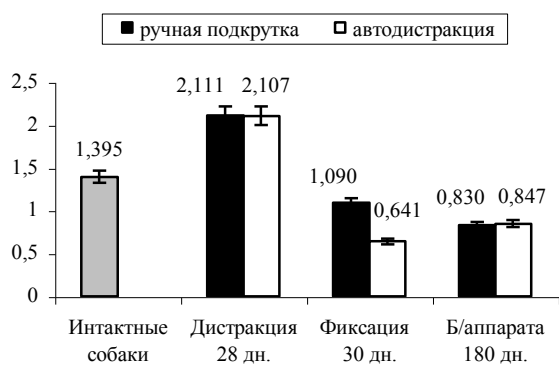
Через месяц после снятия аппарата животные I серии опытов полностью нагружали оперированную конечность. Объем движений в коленном суставе приближался к норме, а в голеностопном суставе показатели, близкие к норме, определялись к шести месяцам после снятия аппарата. Во II серии после снятия аппарата собаки свободно пользовались удлинненной конечностью, полностью нагружая ее.

Таким образом, проведенные нами клинические наблюдения и морфофункциональные исследования сосудистого бассейна мышц показали, что его статус зависит от режима удлинения. При большей дробности дистракции клиническая картина значительно лучше, чем при ручной малой дробности. В основе этого явления лежит возрастание оксигенации мышечной ткани за счет увеличения количества капилляров, уменьшения радиуса цилиндра мышечного волокна, снабжаемого одним капилляром, увеличения объема сосудистого бассейна, сокращения межкапиллярного расстояния. Все это способствует высокому уровню потребления O_2 , на что указывает более резкое падение его напряжения в венозной крови и увеличение отношения ПВК и МК.

Итак, при высокودробной дистракции создаются условия для увеличения кровоснабжения мышц, хотя и эти изменения не могут удовлетворить запросы ткани.

Кроме того, высокий ритм удлинения ведет к тому, что после прекращения дистракции и особенно после снятия аппарата морфофункциональные изменения сосудистого бассейна быстрее проходят, восстанавливается объем движения в суставах и опороспособность конечности.

Отношение капилляр / мышечное волокно, $N_{\text{Кап}}/S_{\text{Амв}}$ (автодистракция и ручная подкрутка)



Отношение периметра капилляров к периметру мышечных волокон, $S_{V_{\text{Кап}}}/S_{V_{\text{Мв}}}$ (автодистракция и ручная подкрутка)

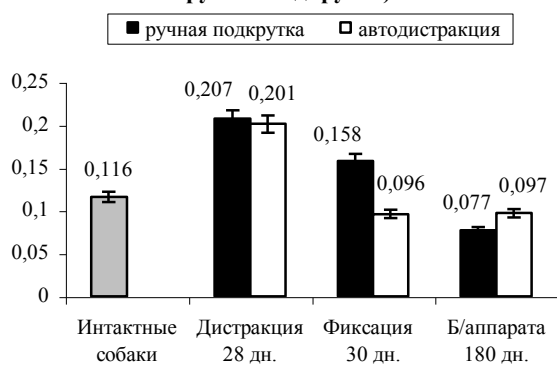
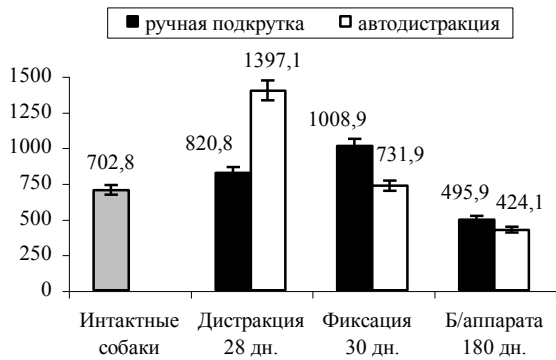


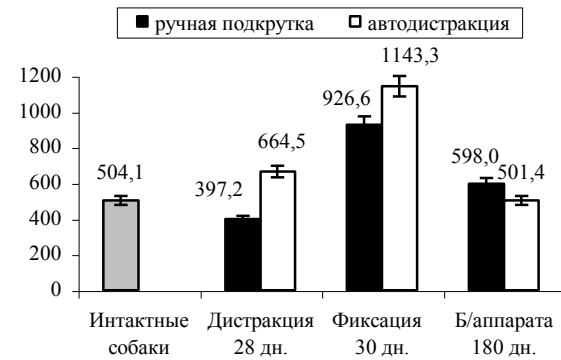
Рис. 1. Динамика параметров, характеризующих капилляризацию передней большеберцовой мышцы при разных режимах удлинения.

**Число профилей микрососудов в поле зрения, мм⁻²
(автодистракция и ручная подкрутка)**



а

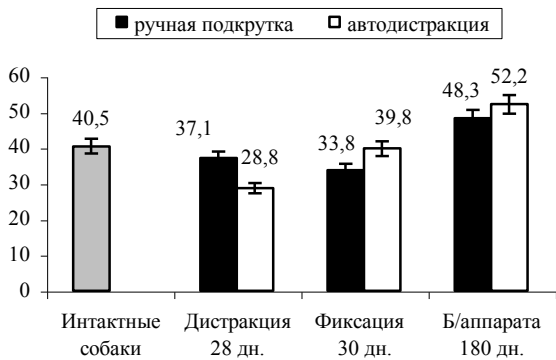
**Число профилей мышечных волокон в поле зрения, мм⁻²
(автодистракция и ручная подкрутка)**



б

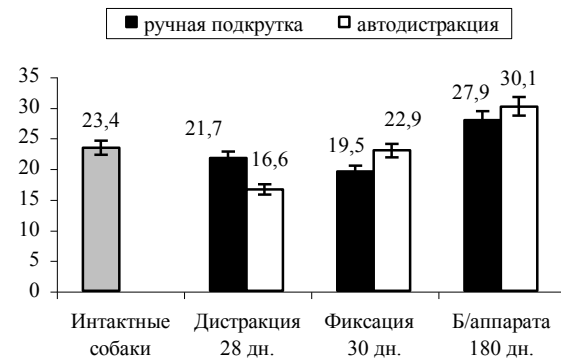
Рис. 2. Динамика численной плотности микрососудов (а) и мышечных волокон (б) в передней большеберцовой мышце при разных режимах удлинения.

**Минимальное межкапиллярное расстояние, мкмг
(автодистракция и ручная подкрутка)**



а

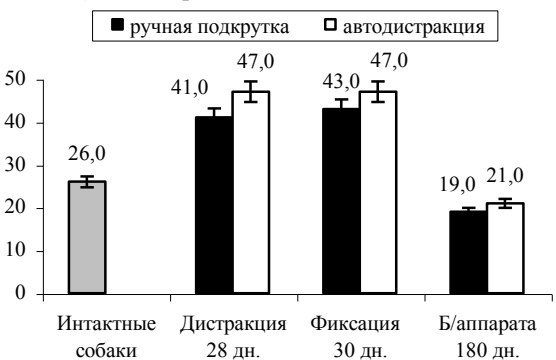
**Радиус цилиндра мышечного волокна, снабжающегося одним капилляром путем диффузии, мкм
(автодистракция и ручная подкрутка)**



б

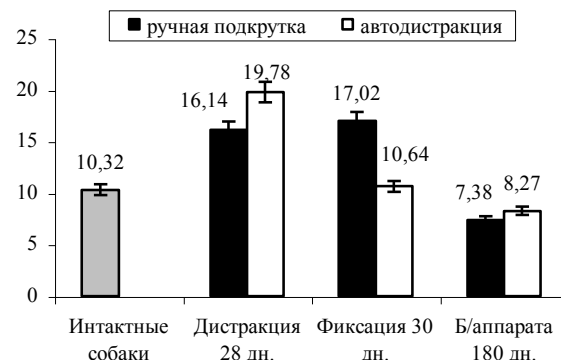
Рис. 3. Динамика минимального межкапиллярного расстояния (а) и радиуса диффузионного цилиндра (б) в передней большеберцовой мышце при разных режимах удлинения.

**Относительный объем микрососудов, мм²/мм³·10⁻³
(автодистракция и ручная подкрутка)**



а

**Относительная площадь поверхности микрососудов, мм²/мм³
(автодистракция и ручная подкрутка)**



б

Рис. 4. Динамика объемной (а) и поверхностной (б) плотности микрососудов в передней большеберцовой мышце при разных режимах удлинения.

Таблица 1

Показатели гемодинамики и углеводного обмена в удлиняемой конечности
с ритмом distraction 1 мм за 4 приема

Показатели		Сроки исследования, дни											
		5		12		19		26		33		63	
		до distraction		distraction								фиксация	
		к	о	к	о	к	о	к	о	к	о	к	о
R	M ± m	274 22 19	* * 1 73 19	245 16	190 21	269 24	264 32	248 14	215 26	265 15	235 16	275 20	243 14
PI	M ± m	0,0 87 0,0 24	* 0, 033 0,0 10	0,0 64 0,0 09	* 0, 030 0,0 06	0,0 70 0,0 21	0,0 48 0,0 09	0,0 76 0,0 17	0,0 52 0,0 14	0,0 73 0,0 12	0,0 50 0,0 07	0,0 85 0,0 15	0,05 9 0,01 1
ИПС	M ± m	0,3 57 0,0 33	0,3 28 0,0 55	0,3 03 0,0 76	0,3 27 0,0 61	0,3 47 0,0 37	0,4 45 0,0 38	0,3 11 0,0 55	0,2 63 0,0 34	0,3 06 0,0 33	* 0, 417 0,0 38	0,3 08 0,0 42	* * 0, 501 0,03 2
Sa/a	M ± m	79, 61 23, 46	* 24 ,02 8,1 3	61, 59 9,6 4	* 28 ,51 5,8 6	66, 49 18, 59	58, 47 12, 46	73, 36 16, 48	48, 47 13, 04	70, 35 12, 20	46, 29 7,0 6	81, 74 15, 71	59,0 4 11,1 5
Sb/v	M ± m	69, 69 24, 75	20, 62 7,8 3	48, 10 5,7 9	* * 2 4,5 8 4,8 7	47, 94 13, 50	42, 21 10, 70	65, 40 20, 11	39, 08 11, 80	59, 62 12, 22	34, 88 5,1 6	69, 61 16, 26	41,5 9 7,66
МК	M ± m	1,3 2 0,1 0	* * 1 ,76 0,1 0	1,2 7 0,0 7	* * 1 ,82 0,0 9	1,3 4 0,0 8	* * 2 ,11 0,1 5	1,3 2 0,0 8	* * 2 ,08 0,1 6	1,3 6 0,0 8	* * 1 ,91 0,1 1	1,3 2 0,0 7	* * 1, 78 0,08
ПВК	M ± m	0,1 1 0,0 1	* * 0 ,17 0,0 1	0,1 1 0,0 1	* * 0 ,17 0,0 1	0,1 1 0,0 1	* * 0 ,22 0,0 1	0,1 1 0,0 1	* * 0 ,21 0,0 1	0,1 1 0,0 1	* * 0 ,19 0,0 1	0,1 1 0,0 1	* * 0, 18 0,01
PCO ₂	M ± m	54, 600 5,1 34	58, 800 4,9 64	57, 111 3,3 68	* 49 ,11 1 2,7 71	52, 400 5,6 44	54, 600 3,1 72	56, 222 3,3 24	56, 111 2,6 43	52, 824 2,7 43	53, 941 1,7 16	53, 214 3,1 40	* 62, 429 2,94 8
PO ₂	M ± m	65, 400 4,3 08	65, 200 7,7 29	51, 111 2,3 36	53, 111 4,6 68	66, 200 3,8 26	52, 000 6,5 65	50, 222 3,3 73	55, 778 3,2 90	59, 118 2,4 87	56, 529 2,9 85	59, 071 3,1 89	64,2 86 3,41 0

к - контроль * - p < 0,05
о - опыт ** - p < 0,01

Таблица 2

Показатели гемодинамики и углеводного обмена в удлиняемой конечности
с ритмом distraction 1 мм за 60 приемов

Показатели		Сроки исследования, дни											
		5		12		19		26		33		63	
		до distraction		distraction								фиксация	
		к	о	к	о	к	о	к	о	к	о	к	о
R	M ± m	4 4 2	* * 1	3 9 3	* * 2	3 8 2	* * 2	4 3 0	* * 2	3 8 0	* * 2	3 8 2	3 0 6
		4 1	9 3	4 6	2 3	3 5	1 8	4 7	3 3	4 9	3 5	2 9	
			3 1		2 8		2 1		1 5		3 4		
PI	M ± m	0, 0	* * 0	0, 0	* 0,	0, 0	* * 0	0, 0	* 0,	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0
		4 9	, 0 1	5 2	0 3 2	6 3	, 0 3	5 7	0 3 5	6 2	4 3	6 3	8 3
		0, 0	2	0, 0	0, 0	0, 0	6	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0
		1 0	0, 0	0 7	0 5	0 7	0, 0	0 7	0 8	0 6	0 6	0 7	1 5
			0 2				0 9						
ИПС	M ± m	0, 3	0, 4	0, 3	0, 4	0, 3	* 0,	0, 3	0, 4	0, 3	0, 4	0, 3	0, 3
		6 3	0 4	7 2	7 5	5 0	4 7 6	9 1	2 2	5 6	7 9	8 3	7 9
		0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0
		7 5	5 6	6 6	5 2	5 7	6 1	7 0	3 8	5 8	6 3	5 1	4 9
Sa/a	M ± m	7 0,	* * 1	5 5,	* 3 8	6 1,	3 8,	6 2,	* 3 8	6 3,	4 7,	6 3,	8 7,
		2 0	2, 6	4 6	, 2 4	5 4	4 4	8 5	, 0 6	5 5	2 1	6 4	5 5
		6, 8	7	8, 1	6, 7	6, 5	9, 0	7, 7	8, 3	7, 8	6, 7	7, 2	1 6,
		7	2, 3	4	3	6	0	9	4	4	5	8	0 9
			6										
Св/в	M ± m	5 8,	* * 1	4 3,	* 2 4	5 6,	3 4,	4 7,	3 2,	5 0,	4 6,	4 7,	5 5,
		3 8	3, 1	2 0	, 5 1	1 1	8 8	4 6	9 6	0 4	0 4	9 0	5 4
		1 0,	3	6, 8	3, 9	7, 6	9, 0	7, 6	8, 3	6, 5	9, 6	5, 7	9, 8
		8 5	2, 8	9	9	0	0	4	4	0	3	0	4
			1										

МК	M ± m	1, 3 4 0, 1 0	** 1 95 0, 1 3	1, 4 4 0, 1 0	** 2 04 0, 0 4	1, 3 3 0, 0 5	** 2 12 0, 1 4	1, 3 3 0, 1 1	** 2 09 0, 1 7	1, 2 7 0, 0 8	** 1 84 0, 1 0	1, 4 4 0, 0 8	** 1 81 0, 0 8
ПВК	M ± m	0, 1 2 0, 0 3	** 0 17 0, 0 2	0, 1 1 0, 0 1	* 0, 16 0, 0 2	0, 1 0 0, 0 1	* 0, 15 0, 0 1	0, 1 0 0, 0 1	0, 1 3 0, 0 1	0, 1 0 0, 0 1	* 0, 14 0, 0 2	0, 1 2 0, 0 2	0, 1 3 0, 0 2
PCO ₂	M ± m			42, 667 5, 6 96	61, 667 7, 6 67	47, 500 2, 9 86	50, 000 2, 1 98			45, 600 4, 4 24	53, 800 3, 3 23	51, 500 3, 5 75	51, 833 2, 4 69
PO ₂	M ± m			83, 000 14, 154	68, 333 7, 1 72	75, 250 10, 765	69, 000 13, 197			77, 600 7, 7 30	* 59 , 20 0 7, 7 75	66, 500 3, 4 42	66, 833 5, 9 13

к - контроль
о - опыт

* - p < 0,05
** - p < 0,01

ЛИТЕРАТУРА

1. Shevtsov V.I., Iryanov Y.M., Petrovskaya N.V. Morphofunctional peculiarities and space position of hemomicrocirculatory vessels of superficial fascia of the lengthening limb // Orthopaedic Genius. Special Ilizarov issue. - Pakistan, Karachi, 1993. - P.22-25.
2. Новообразование, регенерация и рост кровеносных сосудов под влиянием напряжения растяжения / Г.А. Илизаров, М.М. Щудло, Н.С.Мигалкин и др. // Структура и биомеханика скелетно-мышечной и сердечно-сосудистой систем позвоночных: Тез. докл. Респ. конф. - Киев, 1984. - С. 38 - 40.
3. Наумов А.Д., Гордиевских Н.И., Ерофеев С.А. Состояние гемодинамики в икроножной мышце удлиняемой голени по Илизарову при разной активности дистракционного остеогенеза // Метод Илизарова: Теория, эксперимент, клиника: Тез. докл. Всесоюз. конф., посвящ. 70-летию Г.А.Илизарова. - Курган, 1991. - С. 53 - 55.
4. Shevtsov V.I., Asonova S.N., Yerofeyev S.A. Morphological peculiarities of angiogenesis in musculofascial system of the limb, elongated by Ilizarov.- In press.
5. Лойда З., Госсрай Р., Шиблер Т. Гистохимия ферментов. - М.: Мир, 1982. - С. 87 - 88.
6. Морфометрический и стереологический анализ миокарда / Л.М. Непомнящих, Е.Л. Лушникова, Л.В. Колесникова и др. - Новосибирск, 1984. - 160 с.
7. Сидоренко Г.И. и др. Реография и импедансная плетизмография / Г.И. Сидоренко, Н.Е. Савченко, Л.З. Полонецкий и др. - Минск: Беларусь, 1978. - 159 с.
8. Бабаскин М.Б. Метод определения пировиноградной кислоты в крови (модифицированный метод Умбрайта) // Лабораторное дело. - 1976. - № 8. - С. 487.
9. Урбах В.Ю. Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях. - М.: Медицина, 1975. - 295 с.
10. Mohman D.F., Regal R.R. Relation of blood flow to Vg₂, PO₂, PCO₂ in dog gastrocnemius muscle // Amer. J. Physiol. - 1988. - Vol. 255. - P. 1004 - 1010.

Рукопись поступила 6.05.97.



International Programme
**“PARTNERSHIP
FOR THE SAKE
OF PROGRESS”**

**MONDE SANS
FRONTIERE**



Ассоциация “MONDE SANS FRONTIERE” (Франция) - координатор программы “ПАРТНЕРСТВО РАДИ ПРОГРЕССА” - утвердила РНЦ “ВТО” имени академика Г.А. Илизарова участником данной программы (реестр № 027) и наградила Центр призом “ЗОЛОТОЙ ОРЕЛ” (GOLDEN

EAGLE).

Приза “Золотой орел” удостоены 48 российских предприятий, которые определены на основе оценок французских специалистов и экспертов по результатам анализа статистических и рекламных материалов, публикуемых в России, а также базы данных из центральной компьютерной системы в Париже.