

Качественный анализ электромиограмм максимального произвольного напряжения мышц нижних конечностей в условиях дистракционного остеосинтеза

М.С. Сайфутдинов, Т.В. Сизова

The qualitative analysis of the electromyograms of the maximal voluntary tension of lower limb muscles under distraction osteosynthesis

M.S. Saifutdinov, T.V. Sizova

Федеральное государственное учреждение

«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова Росмедтехнологий», г. Курган
(генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

Проанализирована динамика разнообразия ЭМГ-паттернов мышц нижних конечностей: 183 ортопедических больных 4-27 лет (85 мужского и 98 женского пола) до, в процессе и в разные сроки после их удлинения методом дистракционного остеосинтеза. Предложена рабочая классификация наблюдаемых типов ЭМГ; обсуждается их возможная связь с механизмами адаптации двигательных единиц к условиям длительного дозированного растяжения тканей и процессами восстановления функции управления мышечными группами после окончания лечения.

Ключевые слова: электромиография, мышца, дистракционный остеосинтез, двигательные единицы, адаптация.

The dynamics of the variety of lower limb muscle EMG-patterns has been analyzed: 183 orthopaedic patients at the age of 4-27 years (85 males and 98 females) has been studied before, during and in different periods after their lengthening by the method of distraction osteosynthesis. The working classification of the EMG types observed has been proposed; their possible connection is discussed with the mechanisms of motor unit adaptation to the conditions of long graduated distraction of tissues, and that with the restorative processes of the function of controlling muscle groups after the end of treatment.

Keywords: electromyography, muscle, distraction osteosynthesis, motor units, adaptation.

Проведённые ранее в лаборатории физиологии движений и нейрофизиологии нашего Центра исследования [1-5] позволили сформулировать концепцию о неспецифической реакции системы организации и управления движением человека на воздействие комплекса факторов дистракционного остеосинтеза [6]. Важным элементом этой реакции является мощное центральное торможение двигательных центров мышц удлиняемой конечности. При этом количественные закономерности изменений параметров электромиограммы (ЭМГ), служащие традиционными маркерами функционального состояния (ФС) мышц, уже достаточно хорошо изучены в клинике [3] и на различных экспериментальных моделях [7-11]. Актуальной задачей остаётся уточнение их интерпретации, т.е. физиологического смысла тех или иных структурно-функциональных изменений в двигательных

единицах (ДЕ) и системе организации и управления движениями. Достижение этой глобальной цели должно идти по трем направлениям: 1) дифференцировке патологических и адаптивных сдвигов: иными словами, какие сдвиги ЭМГ- параметров следует считать патологическими, а какие — адаптивными; 2) условия, в зависимости от наличия которых, те или иные изменения ФС двигательной системы приобретают патологический или адаптивный смысл; 3) поиск патологической и адаптивной составляющих в тех или иных изменениях ФС двигательной системы и её элементов.

В связи с вышесказанным, в данном исследовании мы поставили **задачу**: оценить электрофизиологические корреляты адаптационной реакции двигательных единиц мышц нижних конечностей в условиях дистракционного остеосинтеза.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Биоэлектрическую активность четырёх мышц нижних конечностей: m. tibialis anterior, m. gastrocnemius lateralis, m. rectus femoris, m. biceps femoris справа и слева получали при их максимальном произвольном напряжении [12] с ис-

пользованием цифровой ЭМГ-системы «DISA-1500» (Dantec, Дания). Отведение ЭМГ осуществляли с помощью биполярного поверхностного электрода с площадью отводящих поверхностей 8 мм и межэлектродным расстоянием 10 мм. Тес-

товое движение выполнялось после предварительной инструкции плавно и с максимальным усилием, преодолевая сопротивление, оказываемое лаборантом. Длительность максимального напряжения мышцы не превышала 3 секунды [13]. Измеряли амплитуду и частоту ЭМГ.

Было обследовано 183 ортопедических больных 4-27 лет (85 мужского и 98 женского пола). Из них у 85 человек были укорочения и деформации нижних конечностей врождённого генеза, у 31 человека - последствия гематогенного остеомиелита, у 61 пациента – ахондроплазия и 6 человек - с ортопедической патологией нижних конечностей другой этиологии. Все пациенты находились на лечении в первом (заведующая – д.м.н., проф. А.М. Аранович) и третьем (заведующий – д.м.н. Д.А. Попков) ортопедических отделениях Российского научного центра «Восстановительная трав-

матология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова.

Для проведения качественного анализа все записи ЭМГ были распределены по таксономическим единицам в соответствии с разработанной нами рабочей классификацией, описание которой будет изложено ниже. Оценивали частоту встречаемости (ν %) того или иного типа ЭМГ на разных стадиях лечебно-реабилитационного процесса:

$$\nu = \frac{n * 100\%}{N}, \quad (1)$$

где n – число наблюдений данного паттерна ЭМГ, N – общее количество наблюдений на соответствующей стадии лечебно-реабилитационного процесса.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Классификация произвольной ЭМГ. Всё многообразие вариантов ЭМГ при максимальном произвольном напряжении, отводимых накожными электродами, мы условно подразделили на 3 больших типа (табл.1 и рис.1.): интерференционную ЭМГ, редуцированную ЭМГ и атипичную ЭМГ. Последнее название взято по аналогии с ЭМГ-картиной, наблюдаемой Р.С. Персон в других условиях [13], состоящей из отдельных потенциалов действия (ПД) ДЕ. Принадлежность ЭМГ к этим типам зависит от характера суммации ПД ДЕ при её отведении и определяется сочетанием центральных и периферических условий генерации и суммации ПД ДЕ. Центральные условия – это доля мотонейронного пула, отвечающая при максимальном произвольном усилии активацией на командный залп пирамидных нейронов коры головного мозга; частота разрядов отдельных мотонейронов и степень их синхронизации. Периферические условия – это параметры ПД ДЕ, зависящие от типа ДЕ и её территории.

Всю шкалу значений амплитуд (A) мы условно делим на три диапазона, как показано в таблице 1. Границы диапазонов выбраны эмпирически, на основании ранее полученных дан-

ных и их интерпретации [14; 15]. В связи с этим три вышеуказанных типа ЭМГ превращаются в 9 функциональных подтипов. При этом для интерференционной ЭМГ выделены три диапазона частоты, поэтому каждый подтип интерференционной ЭМГ распадается на три класса.

Однако практика отведения и идентификации ЭМГ вносит в вышеизложенную систематику ряд поправок (рис. 1). Так в частности было показано [14], что снижение в ходе дистракции амплитуды произвольной ЭМГ ниже 20 мкВ повышает вероятность возникновения необратимых изменений структуры и функции удлинённой мышцы. При этом интерференционная ЭМГ столь низкой амплитуды при наковном отведении наряду с ПД ДЕ интегрирует значительную долю (неподдающуюся на сегодняшнем уровне развития технологии отведения и анализа биоэлектрической активности количественной оценке) тканевого «шума». Поэтому мы посчитали целесообразным не фиксировать у неё значение частоты колебаний, поскольку она мало связана в этих условиях с активностью ДЕ, и выделить такую ЭМГ в отдельную таксономическую единицу – тип «И-min».

Таблица 1

Распределение паттернов ЭМГ при максимальном произвольном напряжении в зависимости от их конфигурации и амплитудно-частотных характеристик

Амплитудные диапазоны ЭМГ		Атипичная ЭМГ	Редуцированная ЭМГ	Интерференционная ЭМГ		
				частотные диапазоны		
				$f < 100$ к/с	$100 \text{ к/с} < f < 300 \text{ к/с}$	$f > 300 \text{ к/с}$
				a	b	c
$A > 100$ мкВ	1	ПД-1	Ред-1	Инт-1a	Инт-1b	Инт-1c
$20 \text{ мкВ} < A < 100 \text{ мкВ}$	2	ПД-2	Ред-2	Инт-2a	Инт-2b	Инт-2c
$A < 20 \text{ мкВ}$	3	ПД-3	Ред-3	Инт-3a	Инт-3b	Инт-3c

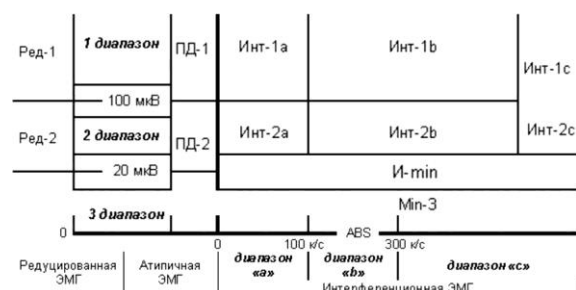


Рис. 1. Взаимосвязь и взаимозависимость паттернов ЭМГ при максимальном произвольном напряжении, биполярное отведение накожными электродами (объяснение в тексте)

По тем же причинам все варианты биоэлектрической активности ниже критического уровня амплитуды (20 мкВ), т.е. «ПД-3», «Ред-3», «Инт-3а», «Инт-3б» и «Инт-3с», а также полное биоэлектрическое молчание (ABS), объединены в единую таксономическую единицу – «Min-3». Ввиду особенностей функционирования механизмов генерации произвольной ЭМГ (которые будут рассмотрены ниже), генетическая связь между основными выделяемыми нами таксонами легко прослеживается в зависимости от стадии денервационно-реиннервационного процесса [16], за исключением редуцированной ЭМГ,

которая на схеме представлена отдельно.

Распределение частот встречаемости выделенных нами ЭМГ-паттернов представлено на рисунке 2. В предоперационном периоде во всех тестируемых мышцах доминирует интерференционная насыщенная ЭМГ с высокой амплитудой, принадлежащая к типам «Инт-1б» и «Инт-1с», в зависимости от анатомического строения мышц и представленности в них разных видов ДЕ. На протяжении всего периода пребывания сегмента конечности в аппарате регистрируется низкоамплитудная ЭМГ, при большом разнообразии наблюдаемых паттернов биоэлектрической активности, физиологический смысл которых будет обсуждаться ниже. После снятия аппарата высокоамплитудная ЭМГ типа «Инт-1б» вновь становится доминирующей в большинстве наблюдений. Наличие небольшого количества случаев регистрации паттернов низкоамплитудной ЭМГ, при гораздо меньшем их разнообразии, чем в период лечения, отражает пролонгированный характер процессов структурно-функциональной перестройки нервно-мышечного аппарата в изменённых анатомо-биомеханических условиях функционирования удлинённой конечности.

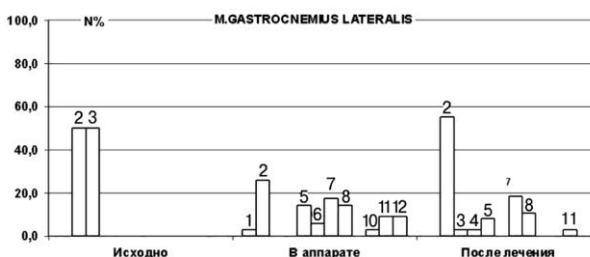
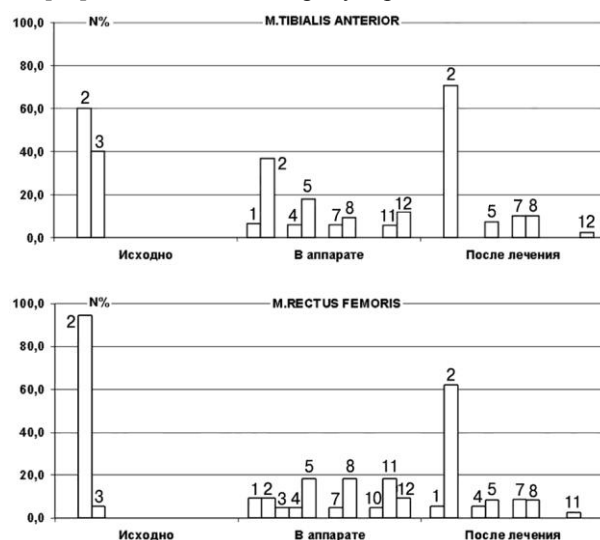


Рис. 2. Частота встречаемости ЭМГ-паттернов мышц нижних конечностей ортопедических больных на разных стадиях лечебно-реабилитационного процесса. Ось абсцисс – ЭМГ-паттерны: 1 – «Инт-1а»; 2 – «Инт-1б»; 3 – «Инт-1с»; 4 – «Инт-2а»; 5 – «Инт-2б»; 6 – «Инт-2с»; 7 – «Ред-1»; 8 – «Ред-2»; 9 – «ПД-1»; 10 – «ПД-2»; 11 – «I-min»; 12 – «Min-3»

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Воздействие дистракционного остеосинтеза на организм пациента можно с определённой степенью условности разложить на ряд взаимозависимых факторов: изменение состава внутренней среды, гиподинамия и гипокинезия, длительное дозированное растяжение тканей, изменение баланса составляющих соматосенсорной афферентации [4; 5], за счёт интенсификации интерорецептивной (и в частности ноцицептивной) активности при снижении уровня функционирования лемнисковой подсистемы. Эффекты от воздействия факторов дистракционного остеосинтеза на систему организации и управления движениями человека условно мож-

но разделить на периферические и центральные.

Периферические эффекты заключаются в изменении структуры и функционального состояния периферической части ДЕ и соматосенсорного анализатора. К первым относятся: мышечные волокна, синапсы, терминальный и претерминальный аппарат, моторные аксоны. Ко вторым – рецепторный аппарат мышц, кожи, тканевые рецепторы, сенсорные нейриты.

Функциональные и морфологические корреляты реакции периферической части сенсомоторной системы на факторы дистракционного остеосинтеза хорошо описаны в работах сотрудников нашего Центра и ряда других исследователей [3; 17-19]. В

общем, они сводятся к развитию реактивных изменений соответствующих структур, сопровождающихся соответствующим снижением связанных с ними физиологических функций [2]. Для периферической части ДЕ это проявляется в изменении амплитуды, длительности и фазности их ПД.

Центральные эффекты воздействия факторов distractionного остеосинтеза изучены в меньшей степени и, в основном, сводятся к развитию дисбаланса в афферентной части [4; 5] двигательной системы и генерализованного центрального торможения моторных структур ЦНС [1; 20]. В проведённых ранее исследованиях [21] высказывалось положение, что моторное торможение в большинстве случаев носит охранительный характер, т.е. имеет адаптивный смысл. Однако при некоторых условиях [19], возникающих чаще всего при нарушении режима ведения больных [22; 23], данное торможение становится избыточным, иными словами дезадаптивным, что проявляется в замедлении процессов восстановления двигательной функции. Характер ЭМГ при максимальном произвольном напряжении определяется суммой взаимодействия вышеперечисленных групп факторов (рис. 3). Проследивая направление, обратное стрелкам на рисунке 3, можно строить гипотезы о том, какие сдвиги функционального состояния ответственны за наблюдаемые изменения суммарной ЭМГ на разных стадиях лечебного процесса. Снижение амплитуды и длительности ПД ДЕ при уменьшении плотности мышечных волокон, сокращении занимаемой ими территории, ведёт к образованию высокочастотной, низкоамплитудной ЭМГ (типы «Инт-1с» и «Инт-2с»), появление которых отражает реакцию периферической части ДЕ. Отсюда в работах некоторых авторов тип «Инт-2с» ЭМГ называется миопатическим [16].

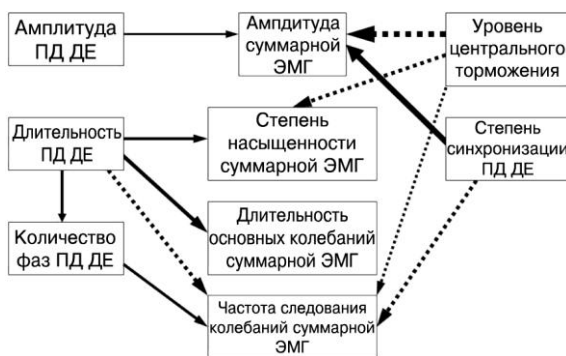


Рис. 3. Интегральное влияние центральных и периферических факторов на параметры интерференционной ЭМГ при максимальном произвольном напряжении. Непрерывными стрелками показаны положительные, а прерывистыми – отрицательные связи. Толщина стрелки в первом приближении отражает степень влияния данного фактора на интегральный параметр

Появление «Инт-1с» типа ЭМГ в предоперационном периоде связано с недостаточными размерами ДЕ вследствие гиподинамии и гипотрофии (при врождённой этиологии). Высокая частота такой ЭМГ отражает рекрутирование большего,

чем в норме, числа подобных ДЕ при развитии максимального произвольного напряжения и носит характер вторичного адаптивного признака (приспособление к снижению уровня ФС ДЕ). При этом само снижение ФС ДЕ является проявлением комплекса патологических и адаптивных реакций нервно-мышечного аппарата на гиподинамию и гипотрофию.

В период аппаратного лечения и после снятия аппарата в мышцах оперированной конечности данные типы ЭМГ практически не встречались. На контралатеральной конечности «Инт-1с» тип ЭМГ наблюдался в небольшом количестве случаев. Её наличие имело тот же физиологический смысл, что и в предоперационном периоде.

Уреженная по частоте ЭМГ (типы «Инт-1а» и «Инт-2а») отражает интеграцию центральных (синхронизация) и периферических (рост длительности ПД и соответственно территории ДЕ) факторов. Преобладание первого даёт высокоамплитудную («Инт-1а»), а второго – низкоамплитудную («Инт-2а») ЭМГ. Высокоамплитудная уреженная ЭМГ наблюдалась соответственно в предоперационном периоде и на поздних сроках после снятия аппарата, а низкоамплитудная – в процессе distractionного остеосинтеза (больше во время фиксации) в мышцах оперированных сегментов.

Появление редуцированной, атипичной и сверхнизкой («И-мин» и «Min-3») ЭМГ связано, прежде всего, с периодом аппаратного лечения. Ведущими факторами при возникновении подобной ЭМГ в данных условиях являются высокий уровень центрального торможения и частичного блока проведения возбуждения по двигательным волокнам соответствующих отрезков нервных стволов [3]. В случае абсолютного доминирования первого фактора регистрируется редуцированная ЭМГ, а при значительном нарастании роли второго – атипичная ЭМГ. Центральное торможение, как отмечалось выше, в большинстве случаев носит охранительный характер. Его уровень определяется балансом активирующих и тормозных влияний на мотонейронный пул (рис. 4).

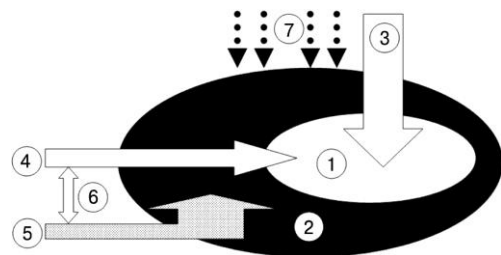


Рис. 4. Механизмы формирования оптимального уровня ФС мотонейронного пула мышц конечности в условиях distractionного остеосинтеза при максимальном произвольном напряжении соответствующих мышц. 1 – активная часть мотонейронного пула; 2 – заторможенная часть мотонейронного пула; 3 – активирующий залп пирамидных нейронов моторной коры головного мозга; 4 – активирующие сенсорные влияния; 5 – тормозные сенсорные влияния; 6 – интернейронный аппарат спинного мозга; 7 – настроечные влияния экстрапирамидной системы

При резком повышении интерорецептивного (особенно ноцицептивного) фона тормозные влияния значительно усиливаются, что сопровождается доминированием низкоамплитудной редуцированной ЭМГ в период distraction (рис. 5). В дальнейшем за счёт включения антиноцицептивных систем уровень центрального торможения корректируется уменьшением центральных эффектов ноцицепции, что проявляется появлением низкоамплитудной интерференционной ЭМГ с большой длительностью основных колебаний, отражающих увеличение территории ДЕ [13] на фоне реиннервационных процессов [16], активирующихся на стадии фиксации [2].

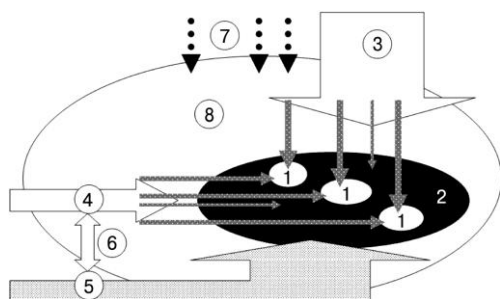


Рис. 5. Механизмы генеза редуцированной ЭМГ: 1-7 элементы схемы как на рисунке 4; 8 – спинной мозг

Мы полагаем, что нарушение проводниковой функции моторных аксонов нельзя воспринимать исключительно как патологическое проявление. Возможно, возникающий в области образования натёков нейроплазмы [24], очагов демиелинизации [24; 25] или развилкок арборизации [8; 17] блок проведения ПД [26] в условиях distractionного остеосинтеза способствует уменьшению трофической нагрузки на соответствующий мотонейрон.

В случаях сверхнизкой ЭМГ эти процессы становятся дезадаптивными (т.е. переходят границы, приемлемые для систем регуляции) и нуждаются во внешнем корректирующем воздействии [27; 28]. В противном случае деструктивные изменения в ДЕ будут накапливаться по нарастающей и примут необратимый характер.

Таким образом, предлагаемая нами система распределения записей ЭМГ по типам и классам расширяет возможности описания ФС двигательных единиц мышц в условиях distractionного остеосинтеза. Большинство из наблюдаемых при этом электрофизиологических феноменов являются коррелятами процессов адаптации нервно-мышечной системы к экстремальному воздействию комплекса факторов distractionного остеосинтеза.

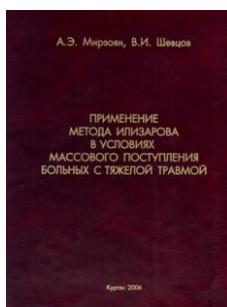
ЛИТЕРАТУРА

1. Криворучко, Г. А. Электромиографический контроль пластических перестроек нервных стволов и мышц в условиях distractionного остеосинтеза по Илизарову / Г. А. Криворучко, А. П. Шеин // Лечение ортопедо-травматологических больных в стационаре и поликлинике методом чрескостного остеосинтеза, разраб. в КНИИЭКОТ : сб. науч. тр. - Курган, 1982. - С. 79-82.
2. Электрофизиологические признаки реконструктивных изменений в нервно-мышечных структурах удлинённой конечности / А. П. Шеин [и др.] // Актуальные вопросы травматологии и ортопедии. - Екатеринбург, 1997. - С. 209-215.
3. Шеин, А. П. Механизмы дезинтеграции в системе «сенсомоторный аппарат – схема тела» периферического генеза на модели удлинения конечности / А. П. Шеин // Гений ортопедии. - 1998. - № 4. - С. 65-71.
4. Шеин, А. П. Вызванная биоэлектрическая активность соматосенсорной коры головного мозга у ортопедических больных при удлинении верхних конечностей / А. П. Шеин, М. С. Сайфутдинов, Т. В. Сизова // Физиология человека. - 1999. - Т. 25, № 6. - С. 61-70.
5. Изменения интеграла ранних компонент соматосенсорного вызванного потенциала в период distraction у больных с односторонними укорочениями верхних конечностей / А. П. Шеин [и др.] // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. - 1999. - Т. 2, № 1 (9) - С. 33-37.
6. Вызванная удлинением конечности неспецифическая адаптивная реакция центральной нервной системы ортопедических больных / М. С. Сайфутдинов [и др.] // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. - 2002. - № 6. - С. 195-200.
7. Ерофеев, С. А. Реакция мышц голени на ее удлинение с высоким темпом в условиях автоматической distraction в эксперименте / С. А. Ерофеев, Н. К. Чикорина, М. С. Сайфутдинов // Гений ортопедии. - 2004. - № 4. - С. 18-22.
8. Значение ритма distraction для реализации "эффекта Илизарова" в нервах удлинённого сегмента конечности / Г. А. Илизаров [и др.] // Гений ортопедии. - 1995. - № 1. - С. 12-18.
9. Морфофункциональное описание состояния мышц голени в условиях последовательного distractionно-компрессионного остеосинтеза / А. В. Попков [и др.] // Гений ортопедии. - 2001. - № 1. - С. 11-17.
10. Сайфутдинов, М. С. Зависимость динамики вызванной биоэлектрической активности и морфологических характеристик мышц голени от вида оперативного вмешательства при ее удлинении в эксперименте / М. С. Сайфутдинов, С. А. Ерофеев, Н. К. Чикорина // Гений ортопедии. - 2003. - № 4. - С. 67-71.
11. Морфофункциональная характеристика мышц голени при удлинении ее с высокой дробностью и в разное время суток / Н. К. Чикорина [и др.] // Гений ортопедии. - 2001. - № 4 - С. 13-17.
12. Команцев, В. Н. Методические основы клинической электромиографии (Руководство для врачей) / В. Н. Команцев, В. А. Заболотных. - СПб. : Лань, 2001. - 350 с.
13. Персон, Р. С. Электромиография в исследованиях человека / Р. С. Персон. - М. : Наука, 1969. - 199 с.
14. Средства и способы контроля и прогнозирования функционального состояния центральных и периферических структур двигательного аппарата в условиях чрескостного distractionного остеосинтеза по Илизарову. / А. П. Шеин [и др.] // Травматол. ортопед. Россия. - 1994. - № 2. - С. 100-106.
15. Шеин, А. П. Спектральные характеристики суммарной ЭМГ как показатели уровня кортикализации сегментарных мотонейронных пулов / А. П. Шеин, Г. А. Криворучко, М. С. Сайфутдинов // Гений ортопедии. - 2000. - № 4. - С. 24-31.
16. Гехт, Б. М. Нервно-мышечные болезни / Б. М. Гехт, Н. А. Ильина. - М. : Медицина, 1982. - 352 с.
17. Илизаров, Г. А. Ультраструктурные механизмы новообразования нервных волокон в условиях дозированной distraction / Г. А. Илизаров, Н. Р. Карымов // Медико-биологические и медико-инженерные проблемы чрескостного остеосинтеза по Илизарову : сб. науч. работ. Вып. 14. - Курган, 1989. - С. 5-12.
18. Кудрявцева, И. П. Морфометрические изменения нервно-мышечного аппарата при удлинении конечности / И. П. Кудрявцева, Л. Н. Кочуткина // Клиника и эксперимент в травматологии и ортопедии : тез. докл. юбил. науч. конф., посвящ. 75-летию НИЦТ

- "ВТО". - Казань, 1994. - С. 203-204.
19. Шеин, А. П. Информационные процессы на разных уровнях соматосенсорного анализатора у больных при удлинении конечностей по Илизарову : Тез. докл. междунар. юбил. науч.-практ. конф. и симпозиума / А. П. Шеин, М. С. Сайфутдинов, Т. В. Сизова // Гений ортопедии. – 1996. - № 2-3. - С. 74-75.
 20. Дедова, В. Д. Оперативное удлинение укороченных нижних конечностей у детей / В. Д. Дедова, Т. И. Черкасова. - М., 1973. – 128 с.
 21. Электрофизиологические корреляты неспецифической адаптивной реакции двигательного анализатора на хроническое дозированное растяжение тканей удлиняемой конечности у ортопедических больных / А. П. Шеин [и др.] // Новые технологии в медицине : тез. докл. науч.-практ. конф. и симп. с междунар. участ. : в 2-х ч. – Курган, 2000. - Ч. 2. - С. 148-149.
 22. Ерохин, А. Н. Диагностика и лечение неврологических осложнений в условиях чрескостного остеосинтеза по Илизарову. Часть I : Анализ соотношения исходных и послеоперационных невритов / А. Н. Ерохин, М. Р. Макарова // Значение открытий Г. А. Илизаровым общепатологических закономерностей в регенерации тканей : сб. научн. тр. Вып. 13. - Курган, 1988. - С. 194-201.
 23. Шеин, А. П. Анализ возникновения механизмов невропатий в условиях билокального дистракционного остеосинтеза на модели удлинения бедра у больных с врожденной асимметрией в длине нижних конечностей / А. П. Шеин, Г. А. Криворучко, С. А. Аборин // Гений ортопедии. – 2001. - № 4. - С. 22-26.
 24. Кузнецова, А. Б. Изменения нервных стволов в периоде дистракции при удлинении бедра у собак / А. Б. Кузнецова, В. Г. Берко // Чрескостный компрессионный и дистракционный остеосинтез в травматологии и ортопедии. - Л., 1977. - С. 15-18.
 25. Илизаров, Г. А. Изменения нервов голени при ее удлинении в эксперименте / Г. А. Илизаров, М. М. Щудло // Лечение ортопедо-травматологических больных в стационаре и поликлинике методом чрескостного остеосинтеза, разработанным в КНИИЭКОТ : сб. науч. тр. - Курган, 1982. - С. 198-201.
 26. Ходоров, Б. И. Общая физиология возбудимых мембран / Б. И. Ходоров. – М. : Наука, 1975. – 406 с.
 27. Электростимуляция мышц при удлинении конечностей по Илизарову : метод. рекомендации / РНЦ "ВТО" ; сост. : А. Н. Ерохин, А. П. Шеин, В. И. Калякина. - Курган, 1991. - 17 с.
 28. Физиологические основы инструментальной коррекции афферентного и эфферентного звеньев двигательного аппарата удлиняемой конечности / А. П. Шеин [и др.] // Новые технологии в медицине. Способы контроля процессов остеогенеза и перестройки в очагах костеобразования : тез. докл. науч.-практ. конф. и симпозиума с международным участием. Часть II. – Курган, 2000. - С. 149-150.

Рукопись поступила 27.07.05.

Предлагаем вашему вниманию



А.Э. Мирзоян, В.И. Шевцов **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИЛИЗАРОВА** **В УСЛОВИЯХ МАССОВОГО ПОСТУПЛЕНИЯ БОЛЬНЫХ** **С ТЯЖЕЛОЙ ТРАВМОЙ**

Курган : ДАММИ, 2006. – 153 с.: ил. 72.

В монографии представлены лечебные и организационные мероприятия по оказанию срочной помощи больным с переломами костей, осложненными сопутствующими повреждениями при массовых поражениях в очагах стихийных бедствий.

Отражены современные концепции и даны практические рекомендации использования метода Илизарова в условиях массового поступления больных с тяжелой травмой, осложненной синдромом длительного сдавления.

Для организаторов медицины, врачей-травматологов, хирургов, биохимиков и биомехаников.