

© Группа авторов, 2004

**Ультрасонографические и биохимические параллели
в оценке состояния мышц удлиняемой голени**

Д.А. Попков, Л.А. Гребенюк, Л.С. Кузнецова

***Ultrasonographic and biochemical parallels in the assessment of
the muscular status in the leg being lengthened***

D.A. Popkov, L.A. Grebeniuck, L.S. Kuznetsova

Государственное учреждение

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

У 18 пациентов в возрасте от 5 до 15 лет при оперативном удлинении врожденно укороченной голени производили сравнение биохимических показателей энергообмена и активности креатинфосфокиназы в периферической крови с изменениями эхоплотности длинного разгибателя пальцев и передней большеберцовой мышцы. Полученные результаты позволяют утверждать, что между биохимическими показателями и эхоплотностью мышц удлиняемой голени в различные периоды лечения существует корреляционная связь различной выраженности и направленности. В самом начале периода фиксации эхоплотность имеет прямую зависимость от активности креатинфосфокиназы и отражает степень дегенеративных процессов в мышечной ткани. Во второй половине периода фиксации, когда восстанавливается циркуляторно-метаболическое соответствие при обратной связи между системным индексом гликолиза и показателем эхоплотности, последний обусловлен репаративными процессами в мышечной ткани.

Ключевые слова: эхоплотность мышц, креатинфосфокиназа, гликолиз, удлинение голени.

The biochemical indices of energy metabolism and creatine phosphokinase activity in peripheral blood were compared with echo-density changes of the extensor digitorum longus and the anterior tibial muscle in 18 patients at the age of 5-15 during surgical lengthening of congenitally shortened leg. The results obtained allow to affirm the correlation of different manifestation and purpose between the biochemical indices and the echo-density of muscles of the leg under lengthening in different periods of treatment. In the very beginning of fixation period echo-density has a direct relation to creatine phosphokinase activity and reflects the level of degenerative processes in muscular tissue. In the second half of fixation period when circulatory-and-metabolic conformity is recovered with feedback of glycolysis systemic index and echo-density index, the latter is caused by reparative processes in muscular tissue.

Keywords: echo-density of muscles, creatine phosphokinase, glycolysis, leg lengthening.

Состоянию мягких тканей при оперативном удлинении конечностей придается важное значение, т.к. во многом от достигнутого функционального результата зависит успех лечения. Для изучения особенностей структурного состояния мышц и изменений, происходящих в мышечной ткани при дистракции у пациентов, в настоящее время все чаще используют ультрасонографию, позволяющую помимо визуального анализа измерить эхоплотность ткани [3, 5, 7]. Биохимические методы исследования, в первую очередь, показатели энергетического обмена и активность креатинфосфокиназы (КК, КФ 2.7.3.2),

позволяют оценить количественно структурно-метаболические изменения в мышечной ткани при удлинении конечности [8, 11, 12]. Доказано, что сопоставление системного индекса гликолиза (СИГ) и КК отражает состояние мышечной ткани в процессе лечения [2].

Целью данной работы явилось сопоставление изменений эхоплотности длинного разгибателя пальцев и передней большеберцовой мышцы укороченной голени в процессе оперативного удлинения с показателями энергетического обмена и активностью КК в периферической крови.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились у 18 пациентов в возрасте от 5 до 15 лет (в среднем $13,4 \pm 6,1$ лет).

Из них 11 девочек и 7 мальчиков. Удлинение голени по поводу врожденного укорочения про-

изводили на величину от 2 до 8 см (в среднем $5,1 \pm 2,3$ см).

Ультрасонографические исследования эхоплотности длинного разгибателя пальцев и передней большеберцовой мышцы проводили с помощью ультразвуковых аппаратов Sonoline SL-450 (Siemens) и SSD-630 (Aloka) с линейным датчиком 7,5 МГц.

Забор крови для анализа осуществляли утром натощак из локтевой вены до операции, периодически в процессе distraction и во время

фиксации, сразу после снятия аппарата внешней фиксации, через 2-3 месяца и 1 год после окончания лечения. Активность КК определяли спектрофотометрическим методом, используя наборы реактивов «Ляхема» (Чехия), изоферментный спектр – методом электрофореза на системе «Paragon», «Beckman» (США), содержание молочной (МК) и пировиноградной кислоты (ПВК), АТФ – используя наборы реактивов «Vital Diagnostics» (Россия).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изменения биохимических показателей энергообмена и активность КК представлены в таблице 1.

Очевидно, что протекание гликолиза происходит преимущественно в условиях гипоксии в период distraction и первую половину периода фиксации. К моменту снятия аппарата СИГ достигает исходных значений. Это согласуется с ранее полученными экспериментальными данными: тенденция к снижению общей активности ЛДГ, нормализация ее изоферментного спектра, снижение концентрации лактата непосредственно в мышечной ткани наблюдаются лишь по мере восстановления циркуляторно-метаболического соответствия, происходящего в период фиксации [8]. Концентрация АТФ в сыворотке крови, отражающая суммарную способность тканей улавливать и запасать свободную энергию в процессе гликолиза, цикла лимонной кислоты и окислительного фосфорилирования, после значительного снижения к 30 дням distraction постепенно увеличивалась в период фиксации. Известно, что постепенное снижение СИГ и увеличение концентрации высокоэнергетических фосфатов свидетельствует о переходе с анаэробного на преимущественно аэробный путь протекания энергетического обмена [2, 8].

Активность КК оставалась высокой весь период distraction и фиксации, снижение ее у обследованных пациентов было отмечено лишь к окончанию фиксации. Ранее было установлено, что в период distraction и в начале периода фиксации активность КК в периферической крови отражает преимущественно деструктивные процессы в мышечных волокнах [2, 11]. Сопоставление СИГ и активности КК в эти периоды лечения позволило показать прямую корреляционную связь между выраженностью тканевой гипоксии и степенью изменений в мышечной ткани. В последующем креатинфосфат-трансферазная реакция свидетельствует о благоприятном протекании процессов регенерации мышечной ткани и даже коррелирует с состоянием гистоструктуры регенерирующих мышечных волокон [8, 12].

В таблице 2 представлено изменение эхоплотности длинного разгибателя пальцев (ДРП) и передней большеберцовой мышцы (ПБМ) в процессе оперативного удлинения голени.

Как видно из таблицы, при удлинении голени по поводу врожденного укорочения эхоплотность мышц сегмента нарастает в процессе distraction, достигая максимума к началу фиксации. Аналогичную динамику эхоплотности мы наблюдали при удлинении плеча [3].

Таблица 1

Показатели энергетического обмена и активность КК при удлинении голени ($M \pm \sigma$)

Показатель	До операции n=18	Distraction		Фиксация		После снятия n=6	2-3 мес. п/снятия n=5	1 год п/снятия n=5
		30 дней n=10	45-60 дн n=6	7-10 дней n=12	30 дней n=8			
СИГ	$31,95 \pm 15,13$	$94,3 \pm 37,76$	$53,4 \pm 15,59$	$48,8 \pm 22,44$	$38,9 \pm 24,72$	$24,64 \pm 13,19$	$32,6 \pm 17,63$	$31,4 \pm 14,97$
АТФ; ммоль/л	$222,4 \pm 6,6$	$184,3 \pm 8,5$	$203,5 \pm 16,3$	$193,8 \pm 15,6$	$199,8 \pm 12,0$	$210,8 \pm 3,76$	$218,1 \pm 5,9$	$224,0 \pm 6,7$
КК; мккат/л	$0,269 \pm 0,064$	$0,575 \pm 0,177$	$0,545 \pm 0,163$	$0,490 \pm 0,155$	$0,505 \pm 0,130$	$0,375 \pm 0,044$	$0,312 \pm 0,032$	$0,278 \pm 0,057$

Таблица 2

Эхоплотность длинного разгибателя пальцев и передней большеберцовой мышцы; у.е.

Мышца	До операции	Distraction 30 дней	Фиксация		2-3 мес. п/снятия	1 год п/снятия
			7-10 дней	30 дней		
ДРП	$34,7 \pm 7,5$	$36,2 \pm 6,2$	$38,0 \pm 7,8$	$36,8 \pm 3,9$	$36,5 \pm 0,71$	$26,9 \pm 4,1$
ПБМ	$34,2 \pm 11,8$	$37,2 \pm 8,2$	$39,3 \pm 5,2$	$36,3 \pm 7,34$	$34,5 \pm 6,4$	$31,0 \pm 8,4$

Как известно из литературных данных, в первую очередь экспериментальных морфологических исследований, в процессе дистракции происходит истончение мионов, атрофия мышечных волокон, явления эндо- и перимизимального фиброза, часть мышечных волокон полностью атрофируется, замещаясь соединительной тканью [1, 4, 6, 14]. Можно предполагать, основываясь на морфологических и биохимических исследованиях [2, 8, 10, 15], что нарушения микроциркуляции и развитие гипоксии мышечной ткани, возникающие после истощения имеющегося запаса длины и эластичности мышечных и коллагеновых волокон в процессе дозированного растяжения, являются одним из основных механизмов повреждения мышечной ткани. «Альтерационная» стадия в последующем сменяется «адаптационной», характеризующейся преобладанием процессов регенерации в мышцах и нервах [13].

Установлено, что при ультрасонографии структурные изменения (уменьшение толщины мышечного брюшка, истончение мышечных пучков) в удлиняемой мышце при врожденном укорочении голени сопровождаются временным повышением эхоплотности [5, 7]. О. Donzelli с соавт. [16] полагают, что при этом эхография отражает фиброзно-жировую дистрофию мышечной ткани. Сопоставление показателей гликолиза и активности КК периферической крови у наших пациентов с измерениями эхоплотности мышечной ткани позволили выявить стохастически детерминированную связь между ними в различные периоды лечения.

Наиболее тесная обратная зависимость для показателей СИГ-эхоплотность мышц передней группы укороченной голени и КК-эхоплотность мышц передней группы выявлена до операции. Коэффициент корреляции Пирсона равен $-0,8$ и $-0,91$ соответственно. К окончанию первого месяца дистракции теснота обратной связи уменьшается: $-0,52$ и $-0,49$ соответственно. В самом начале периода фиксации (на 7-10-й день), когда еще сохраняются дистракционные усилия на высоте достигнутого удлинения, что соответствует отсроченной регенерации коллагеновых волокон, и максимально страдает паренхима мышц [9], корреляционная связь КК-эхоплотность мышц передней группы становится положительной, коэффициент Пирсона равен $0,76$. И наконец во второй половине периода фиксации, когда в мышечной ткани преобладают регенерационные процессы, связь между вышеперечисленными показателями вновь становится отрицательной: $-0,69$ и $-0,37$.

На точечных диаграммах (рис. 1, 2, 3, 4) представлена исследуемая связь между параметрами в различные периоды лечения.

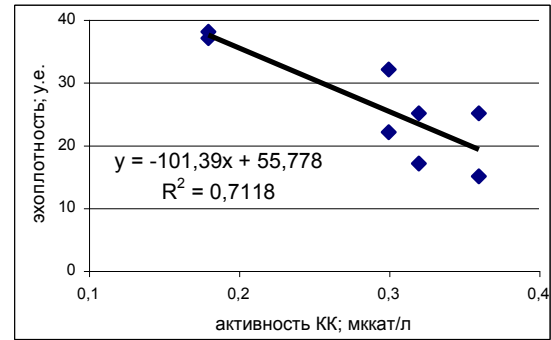


Рис. 1. Зависимость между активностью КК и эхоплотностью мышц передней группы удлиняемой голени до операции

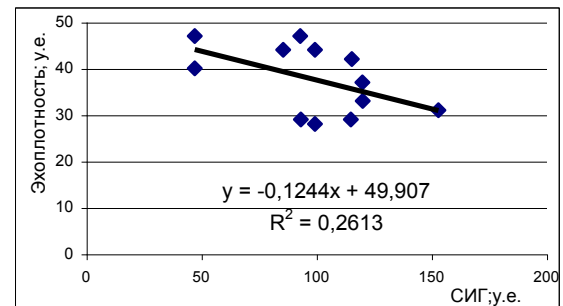


Рис. 2. Зависимость между СИГ и эхоплотностью мышц передней группы удлиняемой голени к окончанию периода дистракции

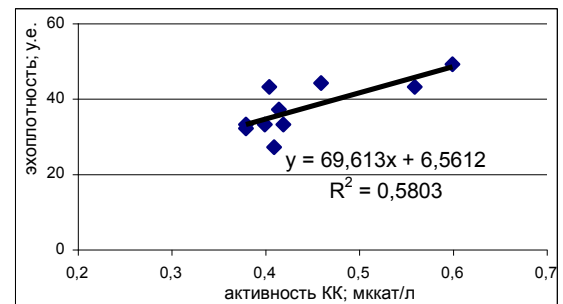


Рис. 3. Зависимость между активностью КК и эхоплотностью мышц передней группы удлиняемой голени в начале периода фиксации

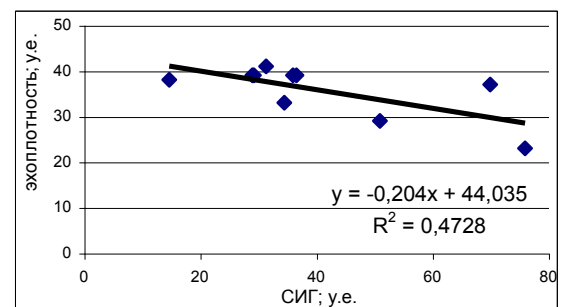


Рис. 4. Зависимость между СИГ и эхоплотностью мышц передней группы удлиняемой голени во второй половине периода фиксации

Приведенные данные позволяют утверждать, что между биохимическими показателями энергетического обмена, активностью специфического для скелетной мускулатуры фермента КК и эхо-

плотностью мышц удлиняемой голени в различные периоды лечения существует корреляционная связь различной выраженности и направленности. Однако ее интерпретация не всегда однозначна. В самом начале периода фиксации эхоплотность имеет прямую связь с активностью КК и отражает степень дегенеративных

процессов в мышечной ткани. Во второй половине периода фиксации, когда восстанавливается циркуляторно-метаболическое соответствие при обратной связи между СИГ и показателем эхоплотности последний обусловлен репаративными процессами в мышечной ткани удлинённого сегмента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бахлыков, Ю.Н. Морфологическая характеристика мышц при удлиняющем артродезе коленного сустава в эксперименте / Ю.Н. Бахлыков, А.П. Барабаш // Материалы VII науч.-техн. конф. молодых ученых и специалистов г.Тюмени. – Тюмень, 1973. – С.377-407.
2. Влияние гипербарической оксигенации на состояние биоэнергетических процессов при удлинении конечностей / А.В. Попков, Н.В. Сазонова, Л.С. Кузнецова, Д.А. Попков // Гений ортопедии. – 2001. - №4. – С.49-52.
3. Гребенюк, Л.А. Анализ результатов ультразвукового исследования костного регенерата и мягких тканей удлиняемой конечности с точки зрения биомеханики / Л.А. Гребенюк, А.А. Утенькин // Перспективные направления чрескостного остеосинтеза в реконструктивно-восстановительной хирургии: теория и практика: Тез. докл. Междунар. юбил. науч.-практ. конф. – Курган, 1996 // Гений ортопедии, 1996. – №2-3. – С.129.
4. Динамика изменений в мышцах, их внутриорганных кровеносных сосудах и нервах при удлинении голени компрессионно-дистракционным аппаратом / Ю.Ю. Колонтай, Л.И. Смирнова, В.И. Стецула, В.М. Яковлев // Теоретические и практические аспекты чрескостного компрессионного и дистракционного остеосинтеза: Тез. докл. Всесоюз. науч.-практ. конф. – Курган, 1976. – С. 60-62.
5. Динамика рентгенологических и сонографических показателей мышц врожденно укороченной голени при удлинении / В.И. Шевцов, Г.В. Дьячкова, Л.А. Гребенюк, Д.В. Шибу // Инжиниринг в медицине. III Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием. "Колебательные процессы гемодинамики. Пульсация и флюктуация сердечно-сосудистой системы": Сб. науч. тр. II Всерос. симпозиума... – Челябинск, 2002. - С. 89-93.
6. Клинико-физиологические и морфологические характеристики адаптивной перестройки в мягкотканых структурах удлиняемой конечности / В.И. Калякина, А.П. Шеин, Н.С. Шеховцова и др. // Значение открытых Г.А. Илизаровым общебиологических закономерностей в регенерации тканей: Сб. науч. тр. – Курган, 1988. – Вып.13. - С.63-71.
7. Кузнецова, Л.С. Гликолитические процессы в мышцах голени, удлиняемой по Илизарову // Л.С. Кузнецова, Г.А. Шульгина // Лечение ортопедо-травматологич. больных в стационаре и поликлинике методом чрескостного остеосинтеза, разработанным в КНИИЭКОТ: Тез. докл. Всесоюз. науч.-практ. конф. – Курган, 1982. – С.205-206.
8. Попков, А.В. К вопросу о биомеханике мышечного сокращения / А.В. Попков // Гений ортопедии. – 2000. - №4. – С.105-111.
9. Результаты стереометрического анализа состояния передней большеберцовой мышцы при дистракционном, последовательном дистракционно-компрессионном остеосинтезе голени, в том числе с применением «Орозина» / А.В. Попков, Г.Н. Филимонова, Д.А. Попков, С.А. Ерофеев // Гений ортопедии. – 2002. - №2. – С.135-141.
10. Стогов, М.В. Лабораторные тесты оценки состояния мышечной ткани собак в процессе удлинения голени в эксперименте / М.В. Стогов, Л.С. Кузнецова, С.А. Ерофеев // Гений ортопедии. – 2001. - №3. – С.152-153.
11. Трифонова, Е.Б. Значение окислительного метаболизма скелетных мышц в оценке течения их регенерации при удлинении конечности / Е.Б. Трифонова, А.В. Осипенко // Гений ортопедии. – 1999. - №2. – С. 47-50.
12. Шеин, А.П. Влияние электростимуляции на электрическую активность мышц / А.П. Шеин, А.Н. Ерохин // Ахондроплазия: Руководство для врачей / Под ред. А.В. Попкова, В.И. Шевцова // М.: Медицина, 2001. – С. 281-290.
13. Яковлев В.М. Динамика изменения мышц, их кровеносных сосудов и нервов при удлинении голени на дистракционно-компрессионном аппарате: Автореф. дис...канд. мед. наук / В.М. Яковлев. – Днепропетровск, 1975. – 23с.
14. Changes in canine skeletal muscles during experimental tibial lengthening / B. Fink, B. Neuen-Jacob, A. Lienert et al. // Clin. Orthop. – 2001. – Vol. 385. – P. 207-218.
15. Donzelli, O. Il ginocchio rigido secondario (parte prima): rigidità da allungamento nel bambino / O. Donzelli, S. Stilli, L. Valdiserri // Giorn. Ital. Ortop. Traumatol. – 1995. – Vol. XXI, fasc. 3, Suppl. – P. 353-357.

Рукопись поступила 22.10.03.

ВНИМАНИЮ ПОДПИСЧИКОВ ЖУРНАЛА «Гений Ортопедии»!

По некоторым причинам журнал не вошел в каталог «Роспечати». Желающих оформить подписку на первое полугодие 2005 г. просим обращаться к заведующей научно-медицинской библиотекой Российского научного центра "Восстановительная травматология и ортопедия" им. акад. Г.А. Илизарова Таушкановой Лидии Федоровне по адресу:

6, ул. М. Ульяновой, г. Курган, 640014, Россия

Тел. (3522) 530989, 530832

E-mail: lftau@mail.ru