

ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ МЫШЦ ПРИ ОПЕРАТИВНОМ ЛЕЧЕНИИ ПЕРЕЛОМОВ КОСТЕЙ ГОЛЕНИ

Писарев В. В.¹, Васин И. В.², Львов А. С.², Калущков В. В.²

¹ГБОУ ВПО «Ивановская государственная медицинская академия Минздравсоцразвития России», Иваново, Россия (153012, Иваново, просп. Ф.Энгельса, 8) e-mail: drpisarev@mail.ru.

²ОБУЗ «Ивановский областной госпиталь для ветеранов войн», Иваново, Россия (153002, Иваново, ул. Демидова, 9).

Для изучения динамики функционального состояния мышц при лечении перелома костей голени обследовано 86 пациентов. 42 – выполнялась открытая репозиция, накостный остеосинтез большеберцовой кости пластиной LC-DCP, 44 – закрытая репозиция, остеосинтез стержнем с блокированием без рассверливания костномозгового канала. Всем пациентам проводилась поверхностная электромиография m. Tibialis anterior и m. Gastrocnemius на различных сроках лечения. Установлено, что оперативное лечение переломов костей голени приводит к снижению функциональной активности мышц как оперированной, так и здоровой конечности в послеоперационном периоде. Ранняя дозированная нагрузка на оперированную конечность при остеосинтезе стержнями приводит к более выраженному изменению мышечной активности в передней большеберцовой мышце, чем поздняя нагрузка при накостном остеосинтезе в процессе лечения. Две системы реабилитации, основанные на различных видах остеосинтеза и величине нагрузки на конечность в послеоперационном периоде, приводят к восстановлению активности мышц голени на обеих конечностях.

Ключевые слова: голень, лечение переломов, остеосинтез, миография, результаты исследования.

THE DYNAMICS OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE MUSCLES IN THE SURGICAL TREATMENT OF FRACTURES OF THE SHIN BONE

Pisarev V. V.¹, Vasin I. V.², Lvov A. S.², Kalutskov V. V.²

¹Ivanovo State Medical Academy, Ministry of Russia, Ivanovo, Russia (153012, Ivanovo, Ave. Engels, 8) e-mail: drpisarev@mail.ru.

²Ivanovo Regional Hospital for War Veterans, Ivanovo, Russia (153002, Ivanovo, ul. Demidov, 9).

To study the dynamics of the functional state of the muscles in the treatment of tibial fracture, 86 patients were examined. 42 - performed open reduction plate osteosynthesis of the tibia plate LC-DCP, 44 - closed reduction fixation with locking rod without intramedullary reaming. All patients received surface electromyography m. Tibialis anterior and m. Gastrocnemius at different periods of treatment. Found that the operative treatment of fractures of leg bones reduces the functional activity of the muscles as well as the health of the operated limb in the postoperative period. Early dosage load on the operated limb in the osteosynthesis rods lead to more significant changes in muscle activity in the tibialis anterior muscle, the later load with plate osteosynthesis in treatment. Two rehabilitation system based on different types of osteosynthesis and the load on the limb in the postoperative period, lead to the restoration of muscle activity on both legs limbs.

Key words: Tibia, treatment of fractures, osteosynthesis, myography, the results of the study.

Актуальность

Проблема восстановления функциональной активности мышц после травм конечностей является одной из важнейших в травматологии. Принято считать, что в результате перелома в момент окончания периода нетрудоспособности не наблюдается полного восстановления сократительной способности мышц. Не ожидается оно и в отдаленном реабилитационном периоде [1, 6, 7]. Нарушение функциональной активности скелетных мышц после перелома костей обусловлено многими факторами, в частности, нарушение трофического обеспечения мышцы, микроангиопатиями, а также величиной смещения отломков, сроками гипсовой иммобилизации [1, 2, 6, 7].

Мало исследован вопрос о возможностях, сроках и достигаемом уровне восстановления функциональной активности мышц при лечении перелома костей голени различными методами.

Цель работы – изучить динамику функционального состояния мышц при различных методах оперативного лечения переломов костей голени.

Материалы и методы

Обследовано 86 пациентов с переломами костей голени. 42-м пациентам выполнялась открытая репозиция, накостный остеосинтез большеберцовой кости пластиной LC-DCP (возраст $42,3 \pm 3,36$ года; мужчин 83%). 44 – закрытая репозиция, остеосинтез стержнем с блокированием без рассверливания костномозгового канала (возраст $42,1 \pm 2,16$ года; мужчин 82 %). Группы сопоставимы по возрасту, характеру повреждения.

Реабилитационные программы в послеоперационном периоде у данных групп пациентов были различны. При накостном остеосинтезе накладывалась гипсовая лонгета до верхней трети голени на 4 недели с момента травмы. Ходьба с нагрузкой на оперированную конечность с двумя костылями начиналась через $90,1 \pm 5,23$ суток, через $118,2 \pm 6,04$ суток в качестве внешней опоры использовалась трость, через $147,3 \pm 7,43$ суток нагрузка всей массой тела (ходьба без внешней опоры). При внутрикостном остеосинтезе нагрузка на оперированную конечность в послеоперационном периоде начинается с $7,3 \pm 0,56$ суток, пациенты ходят с двумя костылями. Начиная с $75,3 \pm 4,47$ суток в качестве внешней опоры используется трость. Ходьба без внешней опоры начинается с $130,2 \pm 11,15$ суток.

Электромиографическое исследование выполнялось на аппарате «Нейро-МВП». Проводилась поверхностная электромиография (ЭМГ) с помощью биполярных электродов с фиксированным межэлектродным расстоянием с передней большеберцовой и икроножной мышц поврежденных и здоровых голени. Определяли максимальную амплитуду сигнала ЭМГ при измерении её от пика до пика (мкВ) [2, 3, 4]. Исследования выполнялись на 10 суток, 1, 2, 3, 4 и 5 месяцев после операции, отдаленные результаты оценивались через 2 года.

Результаты и обсуждение

При остеосинтезе стержнями с блокированием на 10 день после операции имеются самые низкие значения биоэлектрической активности *m. Tibialis anterior* как оперированной, так и здоровой конечности ($p < 0,001$) (табл. 1). Снижение амплитуды сигнала ЭМГ с мышц оперированной голени обусловлено механической травмой мягких тканей, болевым фактором и снижением двигательной активности в данном промежутке времени. На здоровой конечности это связано с резко возросшей осевой нагрузкой на неё, что приводит к снижению компенсаторных возможностей нервно-мышечного аппарата.

К первому месяцу лечения изучаемый показатель увеличивался ($p > 0,05$) на обеих конечностях, но имел низкие значения по отношению к последующим срокам наблюдения на обеих голених ($p < 0,01$). К 2 месяцам мышечная активность достоверно увеличивается на оперированной конечности по сравнению с предыдущим исследованием ($p < 0,001$) (табл. 1). Пациенты ходят с двумя костылями, нагружая оперированную конечность. Третий месяц лечения характеризуется отсутствием динамики роста изучаемого показателя на обеих конечностях. В это время пациенты начинают ходить с тростью, это увеличивает нагрузку на оперированную конечность и характеризуется усилением боли, отека, что снижает биоэлектрическую активность мышц. На 4 месяце амплитуда сигнала *m. Tibialis anterior* на обеих конечностях достоверно увеличивается ($p < 0,01$), на здоровой конечности восстанавливается до исходного уровня. К этому сроку обследуемые ходят более 1 месяца с тростью. 5 месяц характеризуется началом ходьбы пациента без внешней опоры и отсутствием динамики роста изучаемого показателя. Через 2 года при изучении отдаленных результатов лечения, максимальная амплитуда сигнала на поврежденной конечности возросла в 1,4 раза ($p < 0,01$) и стала сопоставима со значением на интактной конечности ($p > 0,05$) (табл. 1).

Изменение режима двигательной активности ведёт к перестройке пула соответствующих моторных программ управления нижними конечностями, в результате чего уровень супраспинального торможения части спинальных двигательных центров возрастает, что приводит к уменьшению количества активных двигательных единиц и проявляется в снижении амплитуды ЭМГ соответствующих мышц [3, 5, 6].

Таблица 1

Показатель максимальной амплитуды сигнала (мкВ) *m. Tibialis anterior* на различных сроках лечения переломов костей голени методом внутрикостного блокируемого остеосинтеза

	10 дней		1 месяц		2 месяца		3 месяца		4 месяца		5 месяцев		2 года	
	повр.	здор.	повр.	здор.	повр.	здор.	повр.	здор.	повр.	здор.	повр.	здор.	повр.	здор.
M	64,3**	204,1**	90,1**	247,7*	174,7*#	275,6*	147,8*	257,1*	234,3#	350,8×	244,1	352,1	324,3!!	342,5
± m	6,61	16,76	15,82	30,79	22,82	23,69	14,45	22,76	23,91	33,69	16,74	18,16	14,84	19,26
	p < 0,01		p < 0,01		p < 0,01		p < 0,01		p < 0,01		p < 0,01		p > 0,05	

Примечание: # – достоверность различий на поврежденной конечности между 1 и 2 месяцам, 3 и 4 ($p < 0,01$); × – достоверность различий на здоровой конечности между 3 и 4 месяцам ($p < 0,05$); *, ** – достоверность отличия от показателя на 5 месяце наблюдения ($p < 0,05$, $p < 0,01$); !! – достоверность отличия между значениями на поврежденной конечности 5 месяца и 2 лет ($p < 0,01$).

Характер изменения сократительной способности *m. Gastrocnemius* аналогичен *m. Tibialis anterior*. Отмечается снижение максимальной амплитуды ЭМГ на 10 сутки после операции на обеих конечностях (табл. 2). Наибольшее увеличение ($p < 0,01$) электрической активности икроножной мышцы наблюдается на 2 месяце исследования на здоровой конечности, с это времени показатель больше не увеличивается ($p > 0,05$), достигал исходного значения. 3, 4 и 5 месяцы изучения мышечного потенциала характеризуются отсутствием роста данного показателя. Через 2 года после оперативного лечения амплитуда ЭМГ достоверно увеличилась ($p < 0,01$) на поврежденной конечности в 2 раза и достигла показателя здоровой (табл. 2).

Т.о., икроножная мышца на здоровой конечности изменяет свои амплитудные характеристики в процессе лечения значительно меньше и быстрее восстанавливается до исходного значения, чем передняя большеберцовая мышца.

Таблица 2

Показатель максимальной амплитуды сигнала (мкВ) *m. Gastrocnemius* на различных сроках лечения переломов костей голени методом внутрикостного блокируемого остеосинтеза

	10 дней		1 месяц		2 месяца		3 месяца		4 месяца		5 месяцев		2 года	
	повр	здор	повр	здор	повр	здор	повр	здор	повр	здор	повр	здор	повр	здор
M	87,9**	172,6	99,8* *	156,6 *	131,9	255,6 ×	152,9	275,7	150,9	255,9	156,2	277,1	298!!	297,1
± m	15,49	15,47	21,91	21,14	20,49	29,50	18,26	36,51	14,29	33,56	14,54	15,32	19,94	18,98
	p < 0,001		p > 0,05		p < 0,001		p < 0,001		p < 0,01		p < 0,01		p > 0,05	

Примечание: × – достоверность различий на здоровой конечности между 1 и 2 месяцем ($p < 0,01$); *, ** – достоверность отличия от показателя на 5 месяце наблюдения ($p < 0,05$, $p < 0,01$); !! – достоверность отличия между значениями на поврежденной конечности 5 месяцев и 2 лет ($p < 0,01$).

При накостном остеосинтезе на 10 день после операции сократительная способность передней большеберцовой мышцы имеет минимальные значения по сравнению с последующими наблюдениями на обеих конечностях ($p < 0,01$). К 1 месяцу на поврежденной конечности максимальная амплитуда интерференционной кривой не изменяется при мышечном сокращении по сравнению с 10 сутками, конечность находится в гипсовой повязке (табл. 3). В отличие от нее на здоровой голени происходит увеличение биоэлектрической активности *m. Tibialis anterior* ($p < 0,001$). Снятие гипсовой лонгеты и восстановление движений в голеностопном суставе позволяет к 2 месяцам лечения максимальной амплитуде ЭМГ достоверно увеличится по сравнению с периодом иммобилизации ($p < 0,01$). Аналогичный характер увеличения изучаемого показателя имеется на здоровой конечности ($p < 0,01$), он достигает величины исходной мышечной активности, более не увеличивается. В это время пациенты ходят 2 месяца только на здоровой

конечности. Третий, четвертый и пятый месяцы характеризуется отсутствием роста изучаемого показателя ЭМГ по отношению к предыдущим обследованиям на обеих конечностях (табл. 3). В течение этого срока пациенты трижды изменяют величину осевой нагрузки на оперированную конечность. Через 2 года после выполнения остеосинтеза максимальное значения ЭМГ на поврежденной конечности увеличилось в 2 раза ($p < 0,01$) и достигло величины здоровой конечности (табл. 3).

Таблица 3

Показатель максимальной амплитуды сигнала (мкВ) m. Tibialis anterior на различных сроках лечения переломов костей голени методом накостного остеосинтеза

	10 дней		1 месяц		2 месяца		3 месяца		4 месяца		5 месяцев		2 года	
	повр	здор	повр	здор	повр	здор	повр	здор	повр	здор	повр	здор	повр	здор
M	90,2**	84,7** ×	90,7**	194,1*	160,3 #	276,5 ×	196,5	252,8	178,8	313,3	182,4	316,2	290,9 !!	318,6
± m	18,63	12,03	12,05	23,88	24,30	25,32	21,12	23,46	18,15	34,21	16,73	31,32	19,63	21,19
	p > 0,05		p < 0,01		p < 0,01		p > 0,05		p < 0,001		p < 0,001		p > 0,05	

Примечание: # – достоверность различий на поврежденной конечности между 1 и 2 месяцам, 3 и 4 ($p < 0,01$); × – достоверность различий на здоровой конечности между 10 сутками и 1 месяцем; 1 и 2 месяцами ($p < 0,05$)*, ** – достоверность отличия от показателя на 5 месяце наблюдения ($p < 0,05$, $p < 0,01$); !! – достоверность отличия между значениями на поврежденной конечности 5 месяца и 2 лет ($p < 0,001$).

Показатель максимальной амплитуды сигнала m. Gastrocnemius при накостном остеосинтезе снижается на 10 сутки после операции до минимальных значений на обеих конечностях. На 2 месяце отмечается достоверное увеличение ($p < 0,01$) его на поврежденной конечности и здоровой, где его величина достигает исходного уровня (табл. 4). С началом осевой нагрузки на 3, 4 и 5 месяцах, аналогично передней большеберцовой мышце показатель не изменяется. К 2 годам после операции показатель увеличивается ($p < 0,01$) в 1,4 раза на оперированной голени и имеет одинаковые значения на обеих конечностях (табл. 4).

Таблица 4

Показатель максимальной амплитуды сигнала (мкВ) m. Gastrocnemius на различных сроках лечения переломов костей голени методом накостного остеосинтеза

	10 дней		1 месяц		2 месяца		3 месяца		4 месяца		5 месяцев		2 года	
	повр	здор	повр	здор	повр	здор	повр	здор	повр	здор	повр	здор	повр	здор
M	60,6* *	81,6* *	93,4* *	109,9 **	157,8 #	212,8 *×	175,3	189,8 *	132,5	268,4	182,3	278,3	252,7 !!	266,2
± m	9,84	7,00	19,19	20,46	25,91	26,04	25,19	25,29	14,14	36,82	16,35	19,73	14,65	19,81
	p > 0,05		p > 0,05		p < 0,001		p > 0,05		p < 0,001		p < 0,001		p > 0,05	

Примечание: # – достоверность различий на поврежденной конечности между 1 и 2 месяцам ($p < 0,05$); × – достоверность различий на здоровой конечности между 1 и 2

месяцами ($p < 0,01$); *, ** – достоверность отличия от показателя на 5 месяце наблюдения ($p < 0,05$, $p < 0,01$); !! – достоверность отличия между значениями на поврежденной конечности 5 месяца и 2 лет ($p < 0,01$).

Т.о., при накостном остеосинтезе биоэлектрическая мышечная активность *m. Tibialis anterior* восстанавливается быстрее, чем аналогичный показатель *m. Gastrocnemius* на здоровой голени.

Корреляционный анализ мышечной активности в группах показал, что между ними существует прямая сильная связь (между *m. Tibialis anterior* $r = + 0,91$, между *m. Gastrocnemius* $r = + 0,91$ на оперированных голених; между интактными $r = + 0,91$). Т.е., в обеих группах биоэлектрическая активность мышц голени поэтапно увеличивается в процессе регенерации перелома вне зависимости от способа остеосинтеза и последующей реабилитационной программы. Различия наблюдаются лишь на 10 сутки исследования, имеется достоверно низкие значения ($p < 0,01$) биоэлектрической активности мышц на здоровой конечности у пациентов, которым выполнялся накостный остеосинтез. По-видимому, это связано с резко возросшей осевой нагрузкой на здоровую конечность, что снижает компенсаторные возможности нервно-мышечного аппарата.

Функциональная активность передней большеберцовой мышцы на здоровой конечности восстанавливается до исходного значения к 4 месяцам лечения при внутрикостном остеосинтезе и к 2 месяцам при накостном, икроножная к 2 месяцам при внутрикостном и к 4 при накостном остеосинтезе. На поврежденной конечности процесс восстановления показателя на обеих мышцах растягивается до 2 лет.

Изменение биоэлектрической активности мышцы происходит параллельно изменению режима двигательной активности пациента. Установлена прямая корреляционная зависимость между величиной осевой нагрузки на поврежденную конечность и максимальной амплитудой сигнала ЭМГ на различных сроках лечения (остеосинтез стержнями: *m. Tibialis anterior* $r = 0,78$; *m. Gastrocnemius* $r = 0,80$; накостный остеосинтез: *m. Tibialis anterior* $r = 0,67$; *m. Gastrocnemius* $r = 0,61$), при остеосинтезе стержнями она выражена более значительно, что видно и по количеству этапов роста мышечной активности. Т.е., мышечная активность увеличивается параллельно возрастанию нагрузки на конечность. Величина, на которую увеличивается показатель, зависит от срока начала нагрузки и предшествующей величине осевой нагрузки в группе. Так, начало нагрузки на конечность характеризуется отсутствием роста показателя относительно предыдущего периода, а наличие постоянной нагрузки в течение месяца (мышца адаптируется к ней) характеризуется достоверным ростом амплитуды ЭМГ.

Полученные программы изменения мышечной активности в процессе лечения перелома костей голени необходимо учитывать при проведении восстановительного

лечения. Так, на 1, 3 и 5 месяцы после операции не следует дополнительно увеличивать нагрузку на поврежденную конечность, особенно переднюю группу мышц голени, до 2 месяцев на икроножную мышцу и до 4 месяцев на переднюю большеберцовую на здоровой голени у пациентов при внутрикостном остеосинтезе. При накостном остеосинтезе избегать дополнительных нагрузок необходимо на 1, 3, 4, 5 месяцах на поврежденной конечности, до 2 месяцев на *m. Tibialis anterior* и до 4 месяцев на *m. Gastrocnemius* на здоровой конечности при накостном остеосинтезе. Иначе мышечная активность уменьшается, что снижает двигательный и восстановительный потенциал пациентов.

К 2 годам с момента операции, когда мышечная активность на поврежденной голени достигает значений здоровой конечности, в передней большеберцовой мышце при внутрикостном остеосинтезе биоэлектрическая активность увеличивается на 667 %, икроножная на 319 %, здоровая на 72 %, при накостном в передней большеберцовой мышце на 319 %, икроножная на 434 %, здоровая на 244 %.

Т.о, наиболее выраженные изменения возникают в передней большеберцовой мышце при внутрикостном остеосинтезе ($p < 0,01$). Ранняя дозированная нагрузка на оперированную конечность при остеосинтезе стержнями приводит к более выраженному изменению мышечной активности в передней большеберцовой мышце, чем поздняя нагрузка при накостном остеосинтезе в процессе лечения.

Имеется достоверная разница в величине изменения мышечного потенциала на здоровых конечностях между группами ($p < 0,01$). Т.е. реабилитационная программа при остеосинтезе пластинами предусматривает ходьбу только на здоровой конечности до формирования костного сращения перелома, что приводит к изменению мышечного потенциала к окончанию исследования в 3 раза больше, чем при остеосинтезе стержнями, когда нагрузка распределяется между обеими конечностями весь срок лечения.

Таким образом, две системы реабилитации, основанные на различных видах остеосинтеза и различных сроках нагрузки на конечность в процессе лечения, приводят к восстановлению мышечной активности в обеих конечностях в одинаковые сроки после операции. Но характер изменения изучаемого показателя в группах у каждой мышцы разный.

Выводы

1. Оперативное лечение переломов костей голени приводит к снижению функциональной активности мышц как оперированной, так и здоровой конечности в послеоперационном периоде.
2. Функциональная активность мышц поврежденной и здоровой голени в обеих группах поэтапно увеличивается параллельно изменению осевой нагрузки на конечности в процессе

лечения переломов. Начало изменения величины нагрузки (1 месяц, 3 и 5 месяцев после операции) характеризуется отсутствием роста электрической активности мышц, в последующем происходит адаптация (2 и 4 месяцы) и увеличение этого показателя.

3. Две системы реабилитации, основанные на различных видах остеосинтеза и величине нагрузки на конечность в послеоперационном периоде, приводят к восстановлению активности мышц голени на обеих конечностях в одинаковые сроки после операции.

4. Ранняя нагрузка на оперированную конечность при остеосинтезе стержнями приводит к более выраженным изменениям в нервно-мышечном аппарате передней большеберцовой мышце, чем нагрузка через 3 месяца после операции при накостном остеосинтезе при лечении перелом костей голени.

Список литературы

1. Гурко Н. С., Володина Ю. В., Кипренский Ю. В. Анализ причин не полного восстановления мышц после тяжелого повреждения конечности // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 1991. – № 6. – С. 50–53.
2. Жуперин А. Е., Овчинников В. А., Беляков К. В. Электромиографическая оценка сократительной способности мышц как показателя мышечно-венозной помпы у больных с переломами костей голени на различных сроках лечения // НМЖ. – 2008. – № 5. – С. 15-17.
3. Николаев С. Г. Практикум по клинической электрофизиологии. – 2 изд., перераб. и доп. – Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2006. – 264 с.
4. Сазонова Н. В., Сайфутдинов М. С. Динамика функционального состояния мышц при консервативном лечении остеоартрозов крупных суставов нижних конечностей // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2009. – Т. 5. – № 2. – С. 250–254.
5. Сайфутдинов М. С., Сизова Т. В., Аранович А. М. Электрорфизиологическая оценка состояния мышц нижних конечностей больных ахондроплазией в условиях дистракционного остеосинтеза // Известия Челябинского научного центра. – 2007. – Вып.1. – С. 188–194.
6. Функциональное состояние нервно-мышечной системы при хирургическом лечении перелома дистального отдела бедренной кости / А. А. Ситников, И. В. Кандыбо, О. И. Шалатонина, А. И. Юзефовия // Медицинский журнал. – 2009. – № 4 – С. 94-96.
7. Шеин А. П., Криворучко Г. А., Болатбаев К. Н. Показатели вызванной и контрактильной активности мышц у больных с консолидированными переломами костей голени // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2005. – № 1. – С. 184–190.

Рецензенты:

Стрельников Александр Игоревич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой факультетской хирургии и урологии ГБОУ ВПО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России, г. Иваново.

Гусев Александр Владимирович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой хирургических болезней ФДПО ГБОУ ВПО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России, г. Иваново.