

УДК 615.828:616.728.2-089.227.84-77:612.741.9

## **ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У БОЛЬНЫХ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ МЯГКОТКАННОЙ МАНОУАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

**Колесников С.В., Сайфутдинов М.С., Чегуров О.К., Колесникова Э.С.**

*ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова» Министерства здравоохранения России», Курган, Россия (640014, г. Курган-14, ул. М. Ульяновой, 6), e-mail: maratsaif@yandex.ru*

---

Анализ результатов обследования 19 пациентов (9 - мужского; 10 - женского пола) 22–76 лет ( $55,4 \pm 3,2$  года) с болевым синдромом на фоне стабильного эндопротеза тазобедренного сустава показал генерализованное снижение интенсивности произвольной биоэлектрической активности мышц нижних конечностей, что указывает на вовлечённость в генерацию болевых ощущений спинальных генераторов защитного тонического рефлекса. Улучшение под влиянием мануальной терапии (с использованием мягкотканной мануальной техники) амплитуды электромиограммы при максимальном произвольном напряжении тестовых мышц, а также скорости ходьбы и пройденного пути, совпадающее со снижением интенсивности болей, дополнительно подтверждает роль вышеуказанных рефлекторных механизмов и свидетельствует о нормализации их функционирования на фоне сбалансированной афферентации.

---

Ключевые слова: мануальная терапия, эндопротезирование, мышцы, электромиография.

## **DYNAMICS OF FUNCTIONAL STATE OF THE LOWER LIMBS MUSCLES IN PATIENTS AFTER HIP JOINT REPLACEMENT IN CONDITIONS OF APPLICATION OF SOFT-TISSUE MANUAL TECHNIQUE**

**Kolesnikov S.V., Saifutdinov M.S., Chegurov O.K., Kolesnikova E.S.**

*Federal State Budgetary Institution 'Russian Ilizarov Center for 'Restorative Traumatology and Orthopedics' Ministry of Healthcare, Kurgan, Russia (640014 g. Kurgan -14, M. Ulyanova street, 6), e-mail: maratsaif@yandex.ru*

---

Analysis of examination results of 19 patients aged from 22 to 76 years with pain syndrome against the background of stable hip joint prosthesis showed generalized decrease in the intensity of the arbitrary bioelectrical activity of the lower limbs muscles which indicates the involvement in the generation of the spinal pain generators of protective tonic reflex. Improvement under manual therapy of the arbitrary electromyogram parameters and walking speed and distance traveled coinciding with the reduction of pain intensity confirms additionally the role of the reflex mechanisms mentioned above and testifies normalization of their functioning.

---

Keywords: Joint replacement, manual therapy, electromyography.

Появление боли после установки эндопротеза связано с его нестабильностью [8], но иногда она развивается в отсутствие данного явления [9] на фоне повышенного уровня тонического напряжения мышц, формирующего устойчивую неоднородность их внутренней структуры [1]. Хирургическая агрессия активирует тонический защитный рефлекс со стороны мышц, находящихся вблизи зоны вмешательства. Для выяснения роли данного рефлекса в развитии болевого синдрома после тотального эндопротезирования необходимо оценить функциональное состояние мышц нижних конечностей [6]. **Целью** настоящего исследования была инструментальная оценка вовлечённости механизмов спинального

тонического рефлекса в динамику болевого синдрома у больных при наличии стабильного эндопротеза тазобедренного сустава на фоне комплекса реабилитационных мероприятий.

#### **Методы исследования**

Анализируемая выборка больных состояла из 19 пациентов (9 мужского, 10 женского пола) в возрасте 22-76 лет ( $55,4 \pm 3,2$  года), у которых после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава появился болевой синдром на стороне оперативного вмешательства. При осмотре и мануальном тестировании у них были обнаружены множественные триггерные точки в ягодичных мышцах и мышцах бедра, болезненное укорочение четырёхглавой и приводящих мышц бедра, ишиокруральной мышечной группы. По результатам мануального тестирования, с применением мягкотканых мануальных техник, использовалась техника вибрационной релаксации. Лечение по разработанной нами методике [4] проводилось один раз в неделю. Курс в среднем состоял из 6-8 сеансов.

Все пациенты до начала консервативного лечения и в течение 1-18 месяцев после его окончания обследовались методом глобальной электромиографии (ЭМГ), тест на «максимальное произвольное напряжение» [5] следующих мышц: *m.tibialis anterior*, *m.gastrocnemius lateralis*, *m.rectus femoris*, *m.biceps femoris*, *m.gluteus maximus*, *m.gluteus medius* с помощью цифровой ЭМГ-системы Viking-2e (Nicolet, США). Измеряли амплитуду (А мкВ) и частоту (f колебаний/сек) суммарной ЭМГ (биполярное отведение) на пике максимального произвольного усилия тестируемой мышцы. До и в указанные выше сроки после консервативного лечения оценивались скорость движения пациента при отсутствии/наличии минимальных дискомфортных ощущений и пройденный им путь (до появления/усиления дискомфортных ощущений) с помощью тредбана Laufergotest-Junior (Erich Jaeger, ФРГ). Статистическая обработка полученных данных [7] выполнена с помощью пакета программ Excel-2007. Вычисляли среднее арифметическое (М) значений электрофизиологических параметров, ошибку среднего (m) при количестве наблюдений n на каждый выбранный срок и общем объёме выборки N. Рассчитывали коэффициент асимметрии ( $K_{As}$ ) как отношение разности значений ЭМГ симметричных мышц на стороне её минимального ( $X_1$ ) и максимального ( $X_2$ ) снижения к большему значению:

$$K_{As} = \frac{(X_1 - X_2) * 100\%}{X_1}$$

Ввиду малого объёма анализируемой выборки для оценки значимости наблюдаемых изменений использовали непараметрический критерий Мана-Уитни [7].

#### **Результаты исследования**

Амплитуда ЭМГ мышц нижних конечностей у больных в основной группе до начала терапии снижена на 41-75% ( $P < 0,05$ ) по сравнению с нормой. Снижение выражено неравномерно (рис. 1). Через месяц после проведения курса лечения в отведениях как на

стороне эндопротеза, так и на контралатеральной стороне отмечается сохранение исходного уровня биоэлектрической активности или его умеренное повышение ( $P > 0,05$ ). Исключением можно считать умеренное снижение средней амплитуды ЭМГ латеральной головки икроножной мышцы конечности, контралатеральной эндопротезу. Частота колебаний ЭМГ в большинстве отведений также меняется незначительно, за исключением симметричных отведений *m.gastrocnemiuslat.* и *m.gluteusmed.* на стороне, контралатеральной эндопротезу. В первом случае частота ЭМГ снижается, во втором – повышается. Изменения на стороне, контралатеральной эндопротезу, статистически значимы ( $P < 0,05$ ).

В более поздние сроки (свыше 3 месяцев и до 1 года) ЭМГ-тестирование выявляет увеличение амплитуды произвольной ЭМГ мышц обеих нижних конечностей по сравнению с исходным обследованием и состоянием через 1 месяц после окончания лечения. Оно выражено неодинаково, но в большей степени для мышц конечности, контралатеральной эндопротезу. Во всех отведениях повышение амплитуды ЭМГ сопровождается увеличением её частоты, также выраженным неодинаково.

На рисунке 2 представлены гистограммы распределения значений асимметрии амплитуды ЭМГ мышц нижних конечностей в разные сроки наблюдения. Исходный уровень асимметрии обозначен чёрными кружками, соединёнными сплошной линией. Для большинства тестируемых мышц имеют место близкие к симметричным гистограммы распределения, со смещением абсолютного максимума в область между 30-50% (асимметрия, превышающая физиологически приемлемую). Исключение составляет *m.tibialis anterior*, для которой максимум смещён в область умеренной асимметрии, но имеется удлинённая правая часть диаграммы, уходящая значительно в сторону высоких асимметрий и образующая там второй максимум. Второй максимум отсутствует только в гистограмме *m.biceps femoris*, но, как правило, он выражен значительно меньше, чем абсолютный максимум (исключение составляет только гистограмма *m.tibialis anterior*). Наблюдаемая картина позволяет заключить, что множество значений коэффициентов асимметрии амплитуды ЭМГ мышц нижних конечностей в анализируемой выборке больных подвержено влиянию нескольких значимых факторов, относительно независимых друг от друга и не одинаково выраженных у разных пациентов.

У каждого пациента складывается уникальная комбинация таких факторов. Этому соответствует индивидуальный характер асимметрии ЭМГ мышц нижних конечностей. В результате для анализируемой выборки сильно трансформируется характер статистического распределения значений коэффициента асимметрии, который становится существенно отличным от нормального. При этом максимум частоты встречаемости данного параметра смещается в сторону высоких значений асимметрии.

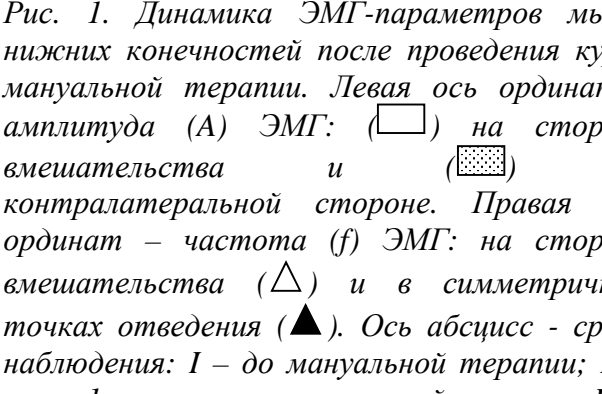
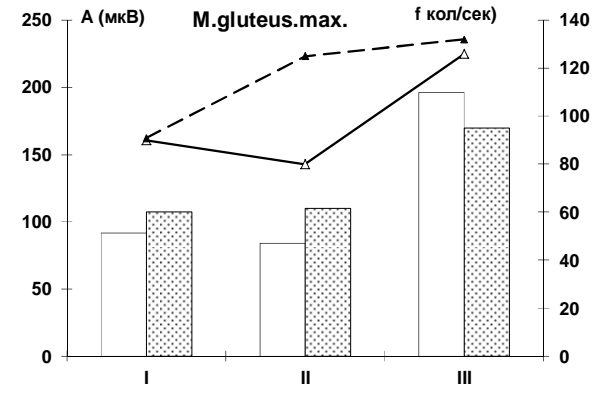
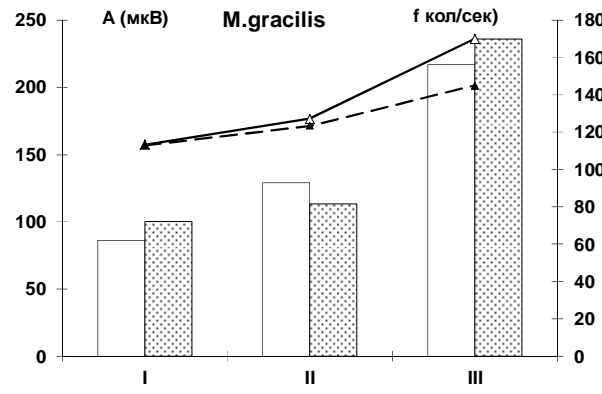
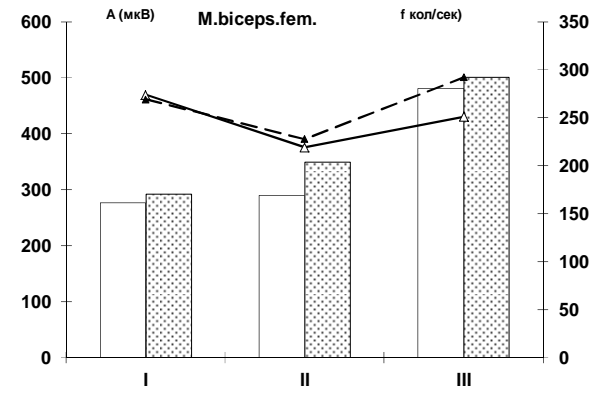
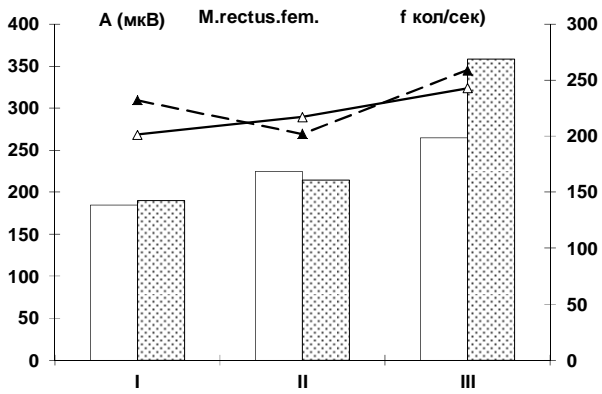
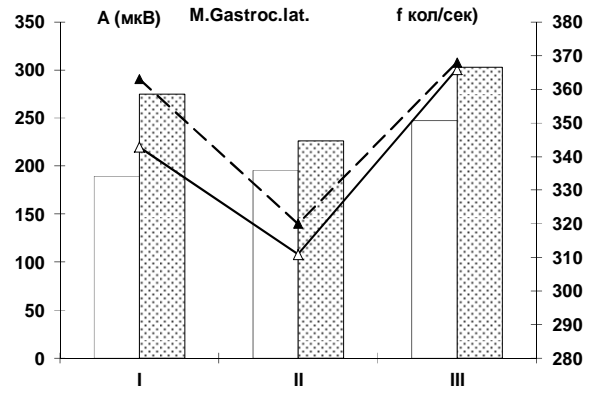
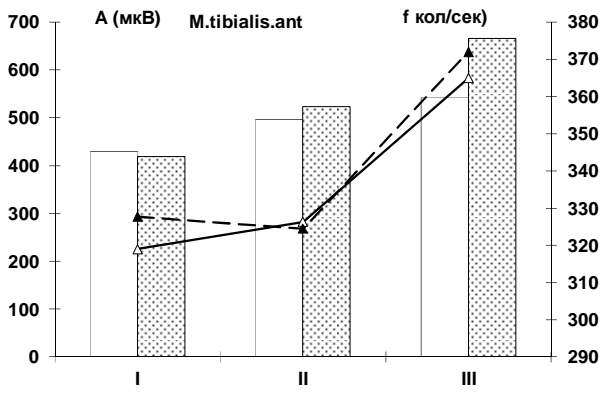


Рис. 1. Динамика ЭМГ-параметров мышц нижних конечностей после проведения курса мануальной терапии. Левая ось ординат - амплитуда (А) ЭМГ: (□) на стороне вмешательства и (▤) на контралатеральной стороне. Правая ось ординат - частота (f) ЭМГ: на стороне вмешательства (△) и в симметричных точках отведения (▲). Ось абсцисс - сроки наблюдения: I - до мануальной терапии; II - через 1 месяц после мануальной терапии; III - от 2 месяцев до 1 года после лечения.

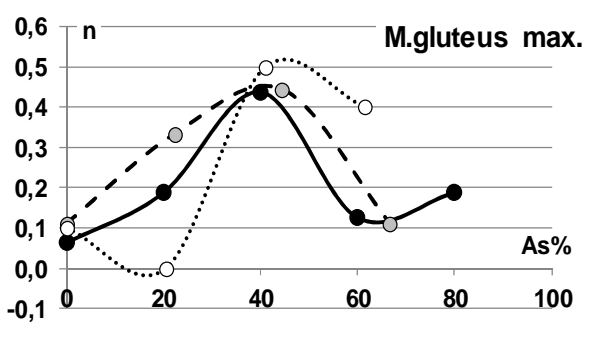
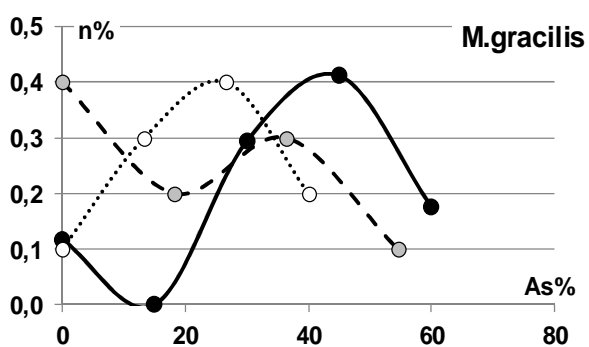
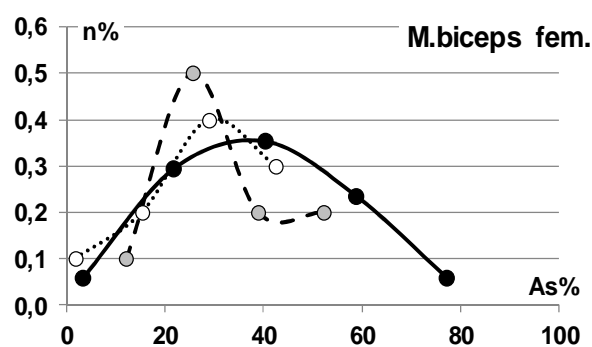
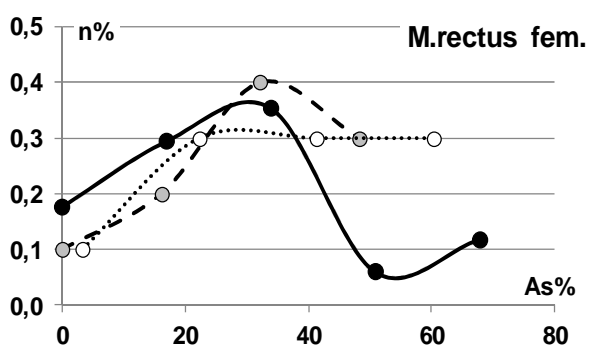
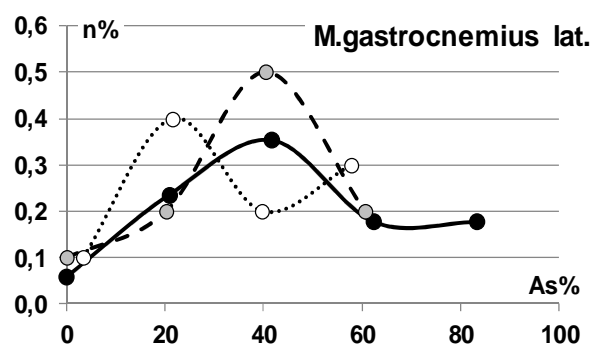
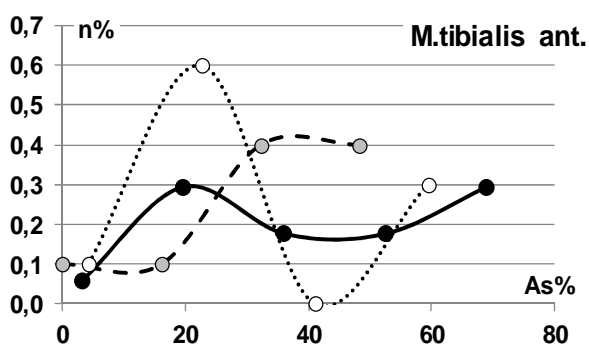
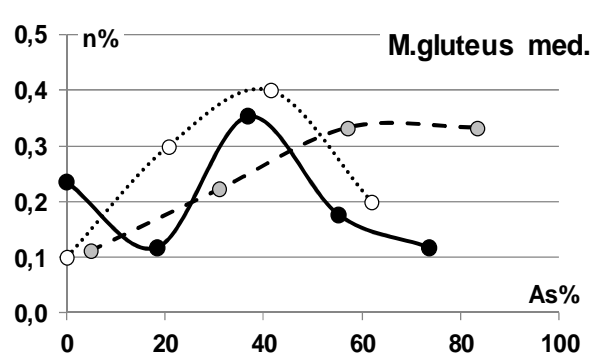


Рис. 2. Динамика асимметрии амплитуды произвольной ЭМГ мышц нижних конечностей у больных в период наблюдения. Ось абсцисс – значения (%) коэффициента асимметрии, ось ординат – частота встречаемости наблюдений с данным уровнем асимметрии в сроки до мануальной терапии (●), через месяц (○) и через 2-12 месяцев (○) после лечения



В ближайшие сроки после реабилитационного воздействия для большинства тестируемых мышц правая граница гистограммы смещается к центру, т.е. максимальные значения асимметрии снижаются по сравнению с исходным уровнем. При этом максимум частоты встречаемости остаётся вблизи исходного значения асимметрии (смещается незначительно). Данные изменения более выражены для мышц голени и бедра (за исключением *m.gracilis*) и менее заметны для ягодичных мышц. Т.е. снижение интенсивности болевых ощущений в большей степени влияет на высокий уровень асимметрии амплитуды ЭМГ. В более поздние сроки наблюдения, когда к первичной реакции на снижение интенсивности ноцицептивной афферентации присоединяются

вторичные последствия изменения общего функционального состояния больного для передних мышц бедра и голени, наблюдается тенденция к возвращению правой части гистограммы на уровень, близкий исходному, т.е. восстанавливается исходно высокий уровень асимметрии. Для задних групп мышц сохраняется сниженный уровень асимметрии, а для ягодичных мышц и *m.gracilis* с запозданием развивается реакция, наблюдаемая на мышцах голени и бедра в ранние сроки (сокращение правой части гистограммы).

Из вышесказанного следует, что асимметрия амплитуды ЭМГ мышц нижних конечностей у больных с остеоартрозом тазобедренного сустава обусловлена не только разницей в степени их структурно-функциональной недостаточности, но и характером настройки взаимодействия соответствующих симметричных спинальных моторных центров. Изменяя интенсивность текущей ноцицептивной афферентации, мы оказывали влияние на механизмы этой сонастройки, что отражалось в динамике выраженности асимметрии ЭМГ. Проявление наиболее заметных изменений в области высоких значений асимметрии указывает на то, что эта область соответствует состоянию декомпенсации спинальных систем моторной координации активности соответствующих мотонейронных пулов. Относительная автономия и запаздывание наблюдаемых изменений в разных группах мышц указывает на распределённый характер спинальных механизмов моторной координации.

Уровень локомоторной активности пациентов характеризует точка в двумерном пространстве, в качестве абсциссы которой выступает пройденный путь в процессе выполнения теста ходьбы, а ординатой служит скорость движения (рис. 3).

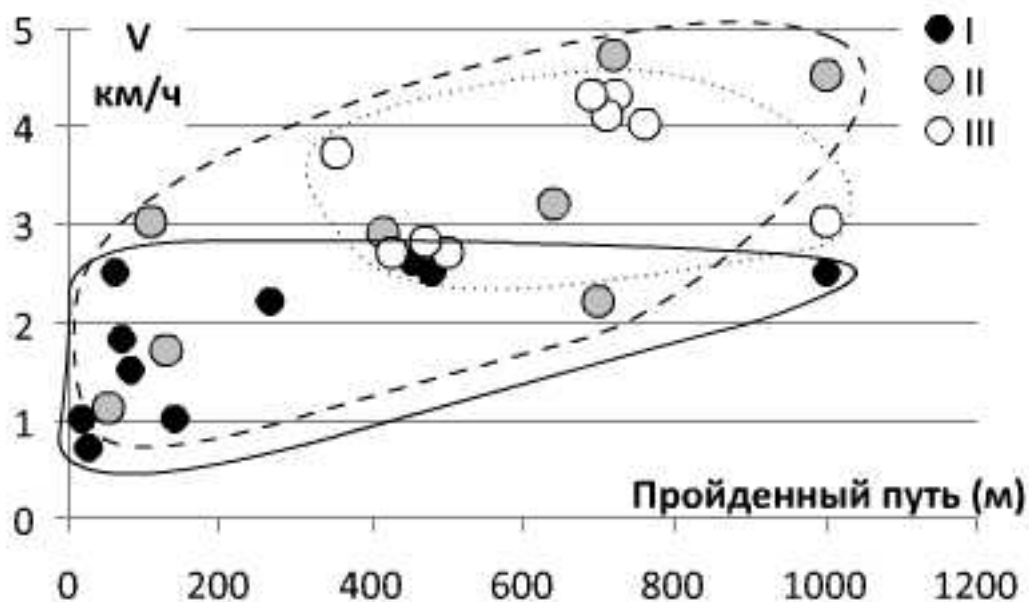


Рис. 3. Характеристики двигательной активности пациентов до (I), через месяц (II), через два и более месяцев (III) после коррекции функционального состояния моторной системы. Ось абсцисс – пройденный путь (в метрах), ось ординат – скорость (километры в час)

До начала курса мануальной терапии множество (I) наблюдений (сплошная замкнутая линия) группируется преимущественно в левом нижнем углу диаграммы, что соответствует низкой скорости движения и малым значениям пройденного пути. Имеются единичные наблюдения, смещённые вправо, т.е. путь, пройденный данными пациентами, больше, чем у других, но это достигается за счёт невысокой скорости движения. Через 1 месяц после проведения курса восстановительного лечения множество (II) наблюдений (пунктирная замкнутая линия) равномерно распределяются по диапазону скоростей и значений пройденного пути. В более поздние сроки (III) все наблюдения (точечная замкнутая линия) группируются в правой верхней части диаграммы, которая соответствует более высоким значениям скоростей движения и пройденного пути.

### **Обсуждение результатов**

Ограничение подвижности тазобедренного сустава при остеоартрозе и обширная ноцицептивная афферентация, поступающая из параартикулярных тканей, снижают интенсивность генерации ЭМГ при максимальном произвольном напряжении основных крупных мышц нижних конечностей. Эффект более выражен вблизи поражённого сустава и ослабевает по мере удаления от него (в том числе и на контралатеральной стороне). Это указывает на участие в данном феномене тонического защитного рефлекса [2]. Исчезновение ноцицептивного фона после оперативного устранения очага импульсации при тотальном эндопротезировании приводит к выключению защитных рефлекторных механизмов. В соответствии с этим предположением отмечается улучшение ЭМГ-характеристик у данных больных. Но у некоторых пациентов общее изменение конфигурации и характера активности интерорецептивных полей оперированной конечности после тотального эндопротезирования [3] способствует стабилизации механизмов рефлекторного напряжения заинтересованных мышц, которое в данной ситуации порождает боль и дискомфорт. Эффективное использование предложенных нами мер реабилитации (мануальной терапии и ЛФК) указывает на то, что действующим фактором является повышение интенсивности специфической соматосенсорной афферентации, поступающей от проприорецепторов и кожных рецептивных полей и конкурирующей с ноцицептивной системой. Оптимизация функционального состояния заинтересованных мышц отражается в изменениях соответствующих ЭМГ-характеристик и общем улучшении статуса опорно-двигательной системы, что зафиксировано в изменениях результатов двигательного теста.

Таким образом, патофизиологические механизмы развития избыточного тонического напряжения мышц сходны с процессами генерации защитного рефлекса, но теряют при этом своё адаптивное значение. Исчезновение ноцицептивной активности и нормализация функционального состояния мышц нижних конечностей после окончания лечения способствуют

повышению скорости ходьбы и увеличению пройденного пути. Предложенный нами комплекс мер реабилитационного воздействия для снижения интенсивности болевых ощущений у больных со стабильным эндопротезом тазобедренного сустава, в сочетании с ЭМГ- и кинезиологическим контролем функционального состояния мышц нижних конечностей, позволяет нормализовать функциональное состояние их моторной системы.

### Список литературы

1. Активная кинезитерапия как эффективный метод реабилитации пациентов при эндопротезировании крупных суставов / С.О. Давыдов и др. // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. - 2011.- № 54. - С. 45-46.
2. Алатырев В.И. Влияние длительного ноцицептивного раздражения на двигательные функции человека / В.И. Алатырев, А.М. Еремеев, И.Н. Плещинский // Физиология человека. - 1990. - Т. 16, № 3. - С. 77-83.
3. Барабаш А.В., Барабаш И.В., Арсентьева Н.И. Изменения биоэлектрической активности головного мозга при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. - 2000. - № 1. - С. 36-40.
4. Колесников С.В., Чегуров О.К., Бакарджиева А.Н., Колесникова Э.С. Способ функционального восстановления мышц бедра и ягодичных мышц после эндопротезирования тазобедренного сустава : пат. 2530381 Рос. Федерация. № 2012137323/14; заявл. 31.08.2012; опубл. 10.10.2014. Бюл. № 28.
5. Команцев В.Н., Заболотных В.А. Методические основы клинической электронейромиографии (руководство для врачей). – СПб. : Лань, 2001. – 350 с.
6. Мицкевич В.А., Жилиев А.А., Попова Т.П. Распределение нагрузки на нижние конечности при развитии одностороннего и двухстороннего коксартроза разной этиологии // Вестник травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова. - 2001. - № 4. – С. 47-50.
7. Сергиенко В.И., Бондарева И.Б. Математическая статистика в клинических исследованиях. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2006. - 304 с.
8. Современные тенденции в ортопедии: ревизии вертлужного и бедренного компонентов / Тихилов Р.М. [и др.] // Травматология и ортопедия России. - 2012. - № 4. - С. 5-16.
9. Шильников В.А., Тихилов Р.М., Денисов А.О. Болевой синдром после эндопротезирования тазобедренного сустава // Травматология и ортопедия России. - 2008. - № 2. - С. 106-109.

**Рецензенты:**



Валеева И.Х., д.б.н., старший научный сотрудник ЦНИЛ ГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Казань;

Теплов А.Ю., д.б.н., доцент кафедры патофизиологии ГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Казань.