

УДК 531/534:57+612.7

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ МЫШЦ ПРИ ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ ХОДЬБЕ

© 2002 г. К.А. Петрушанская, А.С. Витензон

Федеральный научно-практический центр экспертизы и реабилитации инвалидов, ул. И. Сусанина, д.3, 127486, Москва, e-mail: csrpi@cityline.ru

Аннотация. На основании электромиографических (ЭМГ) исследований различных видов патологической ходьбы рассмотрены наиболее типичные формы трансформации ЭМГ-профиля мышц:

1) уменьшение электрической активности мышц в течение локомоторного цикла: либо равномерное, либо с преимущественной редукцией в области максимальных значений (в зоне М); первый вариант встречается при поражении нервно-мышечных структур, второй имеет функциональный генез, так как связан с изменением биомеханических условий работы мышц при ходьбе;

2) увеличение электрической активности мышц в течение цикла с пролонгированием ее максимумов из зоны М в зону У (умеренной активности);

3) полное перемещение максимумов электрической активности в другую фазу цикла, обычно из зоны М в зону У.

Высказано предположение, что все формы трансформации ЭМГ-профиля мышц, за исключением резкого равномерного снижения активности при поражении нервно-мышечных структур, имеют афферентное происхождение. Эти формы изменения ЭМГ-профиля, вероятно, обусловлены нарушением биомеханических условий работы мышц при патологической ходьбе, в частности, увеличением или уменьшением нагрузок на мышцы.

Ключевые слова: ЭМГ-профиль, патологическая ходьба, трансформация, зоны активности.

Введение

При нарушениях локомоции часто возникает трансформация ЭМГ-профиля мышц. Обычно речь идет об изменении амплитуды и длительности максимумов электрической активности мышц или об их перемещении в другую фазу двигательного цикла.

Так, *Perry* [1] различает следующие виды аномальной активности: преждевременную, задержанную, пролонгированную, непрерывную и вне фазы шага. Эти разные формы активности автор сопоставляет с отдельными клиническими проявлениями заболевания. Например, сокращение продолжительности возбуждения передней большеберцовой мышцы в фазе переноса трактуется как примитивный сгибательный рефлекс, а задержанное начало активности икроножной мышцы в фазе опоры – как результат пассивного воздействия сгибательной контрактуры в голеностопном суставе.

Преждевременную, пролонгированную и непрерывную активности мышц автор рассматривает как признак их преувеличенной деятельности у больных с нижним

спастическим парализмом, а активность мышц вне обычной фазы шага – как следствие изменившейся биомеханической ситуации при локомоции.

Как видно, электромиографическая классификация *Perry* демонстрирует фрагментарный подход к изучению аномальной иннервационной структуры ходьбы человека.

Между тем в настоящее время на базе синтеза биомеханических и нейрофизиологических данных может быть предложена более общая концепция трансформации ЭМГ-профиля мышц при нормальной и патологической ходьбе [2].

Согласно этой концепции в ЭМГ-профиле каждой мышцы в течение локомоторного цикла следует различать периоды возбуждения и торможения мотонейронного пула. Кроме того, в периоде возбуждения мышцы можно выделить две зоны: М и У, характеризующие регулярную волну максимальной активности и нерегулярную волну умеренной активности.

Устойчивость волн максимальной активности (зона М), по-видимому, определяется базовыми воздействиями генератора локомоторных движений (чередование процессов возбуждения и торможения), а также дублирующими влияниями нисходящих супраспинальных трактов и афферентации от конечности. В то же время усиление активности в зоне У преимущественно зависит от действия афферентных факторов. Последние при ходьбе могут изменять начало, длительность, степень активации мышц, а также трансформировать и сам рисунок электрической активности мышц, смещая ее максимум из одной фазы шага в другую. Однако такие изменения, как правило, происходят лишь в пределах запрограммированной фазы возбуждения.

Торможение в зоне низкоамплитудной активности также поддерживается деятельностью генератора локомоторных движений и совокупным влиянием супраспинальных и афферентных факторов.

Все сказанное относится, в первую очередь, к односуставным мышцам-разгибателям суставов нижней конечности.

Более сложная перестройка ЭМГ-профиля происходит у двусуставных мышц, получающих двойственную иннервацию от разгибательного и сгибательного полуцентров генератора локомоторных движений. В этом случае можно говорить лишь условно о периодах возбуждения и торможения в течение цикла ходьбы, имея в виду преобладающий характер деятельности мышц в соответствующих фазах шага.

Так, в ЭМГ-профиле икроножной мышцы, функционирующей преимущественно как разгибатель голеностопного сустава, периодом торможения следует считать переносную фазу шага, хотя в этой фазе мышца может быть активирована, если выступает как сгибатель коленного сустава [3]. Аналогичная ситуация при ходьбе наблюдается и для мышц-сгибателей голени (двуглавой бедра, полусухожильной и полуперепончатой). В основном эти мышцы работают в начале и в конце переносной фазы. Но если они выполняют функцию разгибателей тазобедренного сустава, то их активность распространяется и на опорную фазу шага.

Таким образом, соотношение периодов возбуждения и торможения в ЭМГ-профиле двусуставных мышц оказывается более сложным по сравнению с односуставными мышцами-разгибателями конечности. Отсюда появляется возможность более частого возникновения нерегулярных волн активности и их смещения в другие фазы шага.

Исходя из всех этих предположений, в данной работе сделана попытка представить более общую концепцию изменения ЭМГ-профиля мышц при патологической ходьбе.

Методика

Объектом исследования являлась электрическая активность мышц у больных с различными неврологическими заболеваниями (последствия полиомиелита и повреждения спинного мозга, детский церебральный паралич, гемипарез после острого нарушения мозгового кровообращения, остеохондроз позвоночника).

Во всех названных случаях применялась комбинированная биомеханическая и электромиографическая методика [4]. Последняя позволила получить ЭМГ-профиль мышц наряду с рядом характеристик движения.

Результаты исследований

Общая концепция трансформации ЭМГ-профиля мышц при патологической ходьбе

При локомоторных нарушениях встречаются две основные формы изменения ЭМГ-профиля мышц. Одна из них характеризуется общим уменьшением электрической активности мышц с преимущественной редукцией ее максимальных значений. Эта форма патологической активности наблюдается у больных с вялыми и спастическими парезами нижней конечности, обычно на стороне поражения (последствия полиомиелита и повреждения спинного мозга в поясничном отделе, гемипарез церебрального происхождения).

Другая форма аномального ЭМГ-профиля мышц, наоборот, связана с усилением электрической активности и пролонгированием ее максимумов на соседнюю фазу шага, так называемую зону У. Такой иннервационный рисунок чаще всего обнаруживают на сохранившейся конечности при односторонних поражениях или на обеих ногах при спастических парапарезах (детский церебральный паралич, последствия повреждения грудного отдела спинного мозга).

Обе формы трансформации ЭМГ-профиля мышц существенно зависят от изменения биомеханических условий ходьбы, в чем нетрудно убедиться путем физического моделирования нормального локомоторного акта.

Так, первая форма трансформации ЭМГ-профиля мышц может быть достигнута у здоровых испытуемых путем иммобилизации крупных суставов ноги – коленного или голеностопного. В том и другом случае наступает резкое снижение максимальных значений электрической активности преимущественно односуставных мышц («срезание» максимумов»), тогда как активность в остальных фазах шага либо остается на прежнем уровне, либо слегка снижается [5, 6].

Вторая форма изменения ЭМГ-профиля мышц может быть экспериментально воспроизведена у здоровых людей путем придания нижним конечностям сгибательной позиции при ходьбе с помощью специально сконструированных ортопедических аппаратов. При этом варианте исследования максимумы электрической активности мышц-разгибателей ноги увеличиваются и распространяются на соседнюю фазу шага, а именно на зону У [7].

Как видно, и у здоровых испытуемых путем изменения биомеханической ситуации возможна имитация патологического ЭМГ-профиля мышц. Важно подчеркнуть, что такая трансформация, как правило, происходит в пределах центрально запрограммированного периода возбуждения мышц в локомоторном цикле.

Следовательно, в изменении ЭМГ-профиля мышц можно разглядеть две основные тенденции: одна из них связана с абсолютным или относительным дефицитом мышечной функции и ведет к редукции регулярных волн активности в зоне М, другая, напротив, отражает усиление мышечной деятельности и достигается как

увеличением максимума активности, так и его распространением на весь период возбуждения (зоны М+У).

Естественно предположить, что первая тенденция является сугубо патологической, тогда как вторая имеет преимущественно адаптивный характер. Укажем лишь, что в этой адаптивности заключены противоположные компоненты: компенсаторный, ориентированный на ускорение ходьбы, и подстроочный, направленный на замедление локомоции с целью обеспечения ее устойчивости.

Виды трансформации ЭМГ-профиля мышц при патологической ходьбе

Уменьшение активности мышц в локомоторном цикле

Снижение активности при патологической ходьбе обычно проявляется в двух формах: в одном случае происходит общее уменьшение активности, которое касается как максимальных, так и минимальных значений в течение цикла; в другом случае преимущественно редуцируется максимум активности, тогда как остальная ее часть значительно не изменяется.

Первый вариант наблюдается при поражениях нервно-мышечных структур и связан с общим уменьшением числа работающих двигательных единиц (последствия полиомиелита, повреждения спинного мозга, гемипарез церебрального или спинального генеза).

Второй вариант обусловлен снижением нагрузки или длины мышц, что, как правило, бывает при изменении биомеханических условий ходьбы.

Рис. 1 демонстрирует уменьшение электрической активности ряда мышц нижней конечности у больного с гемипарезом спинального происхождения (поражение спинного мозга в области шейного утолщения). Видно, что на протяжении цикла наблюдается резкое снижение как максимальной, так и минимальной активности мышц.

Рис. 2 показывает преимущественную редукцию максимальной активности паравертебральных мышц у больных с остеохондрозом позвоночника. Вследствие поражения позвоночника и ослабления его движений относительно сагиттальной и фронтальной плоскостей в основном уменьшаются максимальные значения активности в зависимости от локализации патологического процесса.

Увеличение активности с пролонгированием ее максимума на соседнюю фазу

При локомоторных нарушениях, как и при физическом моделировании, происходит огрубление ЭМГ-профиля мышц; наиболее часто возникает пролонгирование активности на смежную фазу, ее резкое увеличение в зоне У.

На рис. 3 приведены графики ЭМГ-профиля икроножной мышцы при нормальной и патологической ходьбе. Как правило, максимум активности икроножной мышцы (зона М) при ходьбе в норме наблюдается в середине опорной фазы (А). Однако при определенных условиях активность этой мышцы может иметь однотипное распределение в локомоторном цикле, занимая большую часть опорной фазы. Такая электромиографическая картина наблюдается при ходьбе детей раннего возраста (Б), ходьбе здоровых людей в аппаратах, ограничивающих разгибание в коленном суставе (В), ходьбе больных с детским церебральным параличом (Г), ходьбе на протезе бедра (сохранившаяся нижняя конечность) (Д).

Причиной такой трансформации активности является изменение биомеханических условий походки: для детей раннего возраста и больных ДЦП

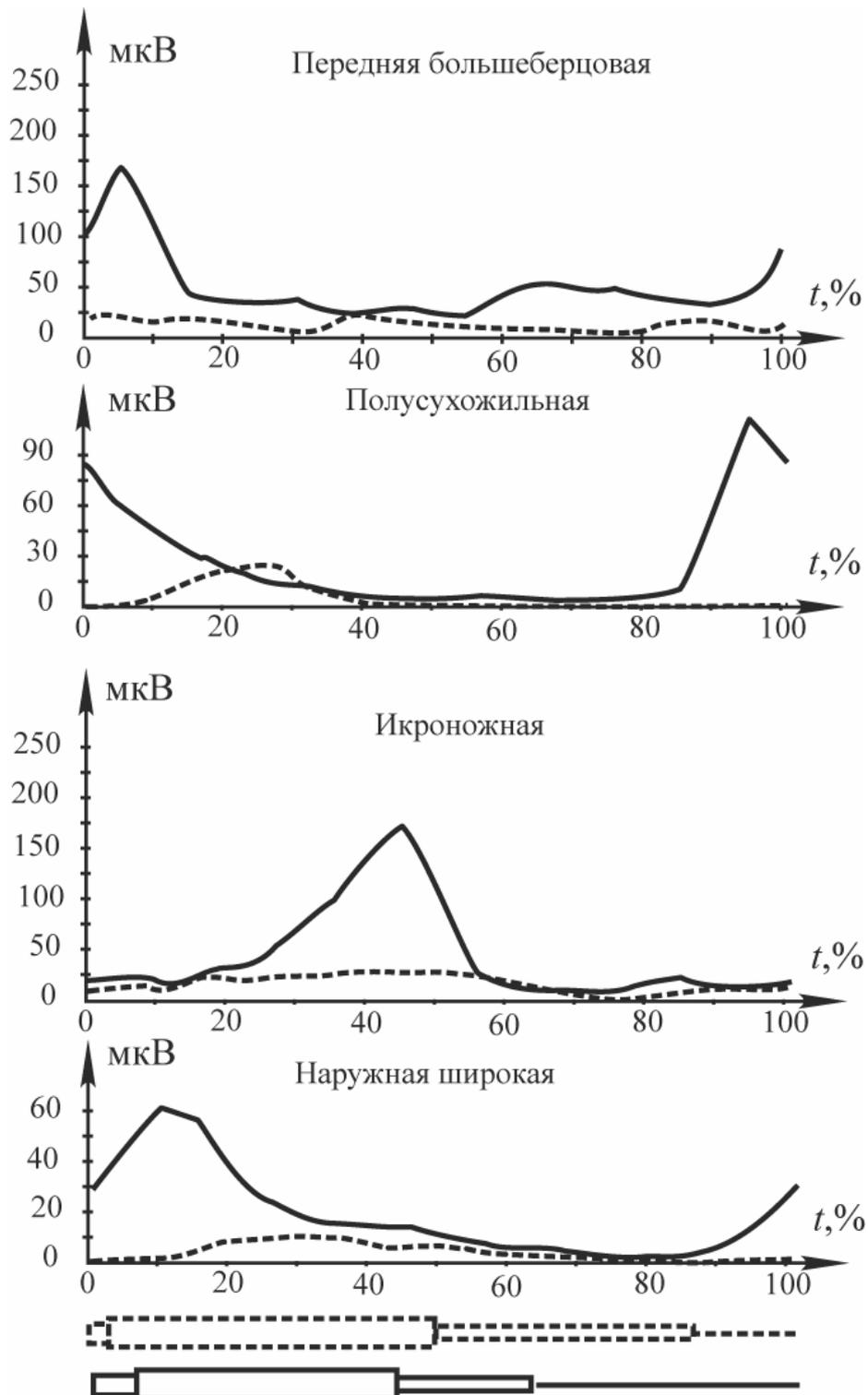


Рис. 1. ЭМГ-профиль мышц при ходьбе больного с гемипарезом после повреждения спинного мозга в шейном отделе. Сплошная линия - норма, пунктирная линия - поражённая нижняя конечность. Под графиками - подограммы (здесь и на остальных рисунках).

характерна ходьба на полусогнутых конечностях. Однако такую ходьбу можно получить искусственно – при передвижении в ортопедических аппаратах, затрудняющих разгибание в коленных суставах.

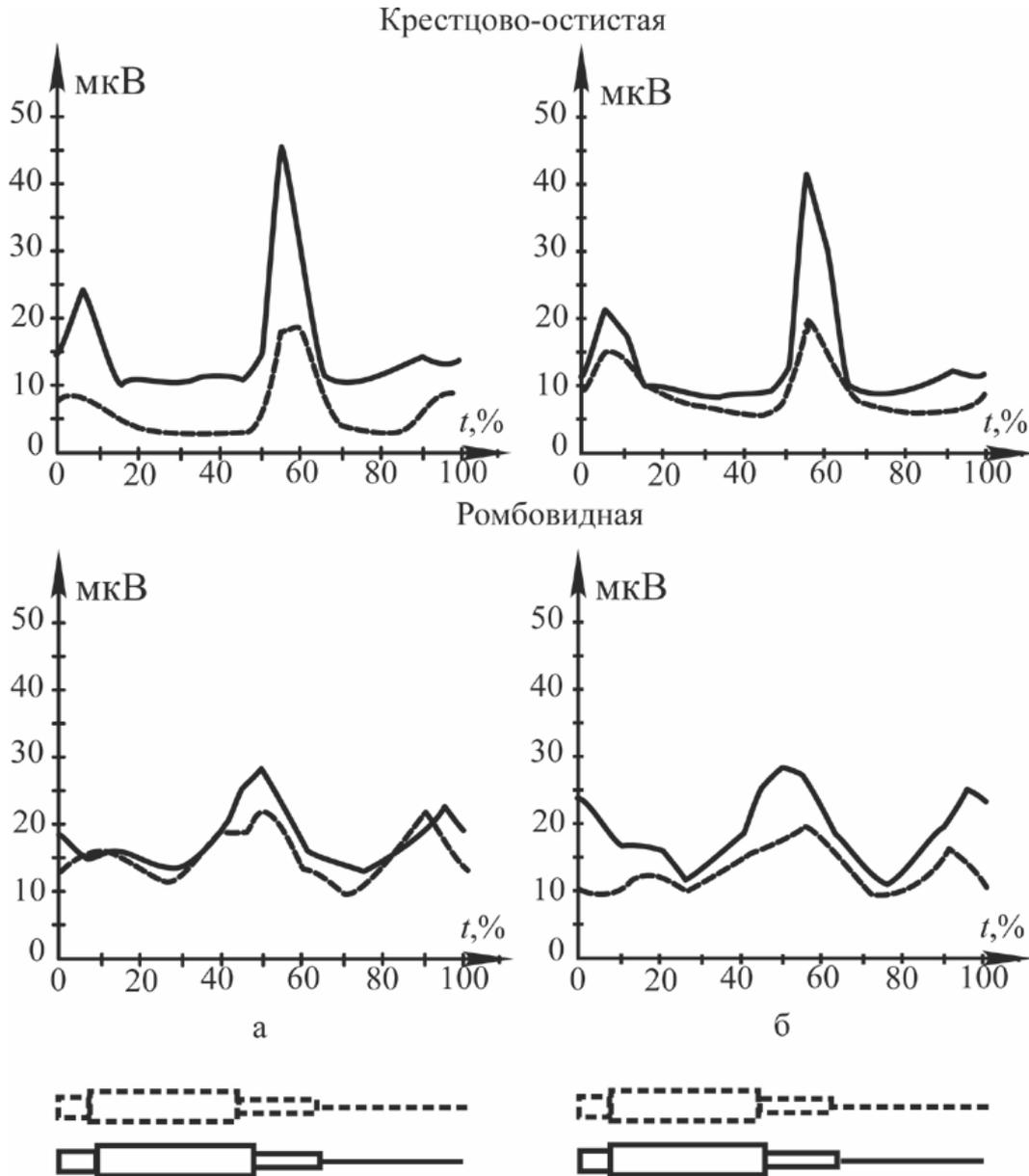


Рис. 2. ЭМГ-профиль мышц спины при ходьбе в норме (сплошная линия) и у больных с остеохондрозом позвоночника (пунктирная линия); а - мышцы левой стороны, б - мышцы правой стороны (по А.А. Скоблину и В.Ф. Моржову, 1999).

Как видно, иннервационная программа икроножной мышцы достаточно четко фиксирует фазу ее возбуждения в локомоторном цикле, в то время как распределение максимумов во время этой фазы зависит от конкретной биомеханической ситуации, определяющей особенности текущей афферентации от конечности.

Аналогичным образом может быть представлен ЭМГ-профиль мышц нижних конечностей при ходьбе больных ДЦП. Из рис. 4 следует, что активность мышц-разгибателей голеностопного и коленного суставов (икроножная, наружная широкая, прямая бедра) имеет вид широкого плато, простирающегося над большей частью опорной фазы. Это плато включает в себе две смежные зоны активности: М и У.

Как и в предыдущих случаях, ходьба на полусогнутых ногах способствует образованию такого ЭМГ-профиля. На рис. 5 видно, что все кинематические кривые подняты над нулевой линией, определяющей стояние с выпрямленными ногами. Такое положение кривых угловых перемещений соответствует сгибательной позиции нижних конечностей, которая сохраняется в течение локомоторного цикла. Действительно,

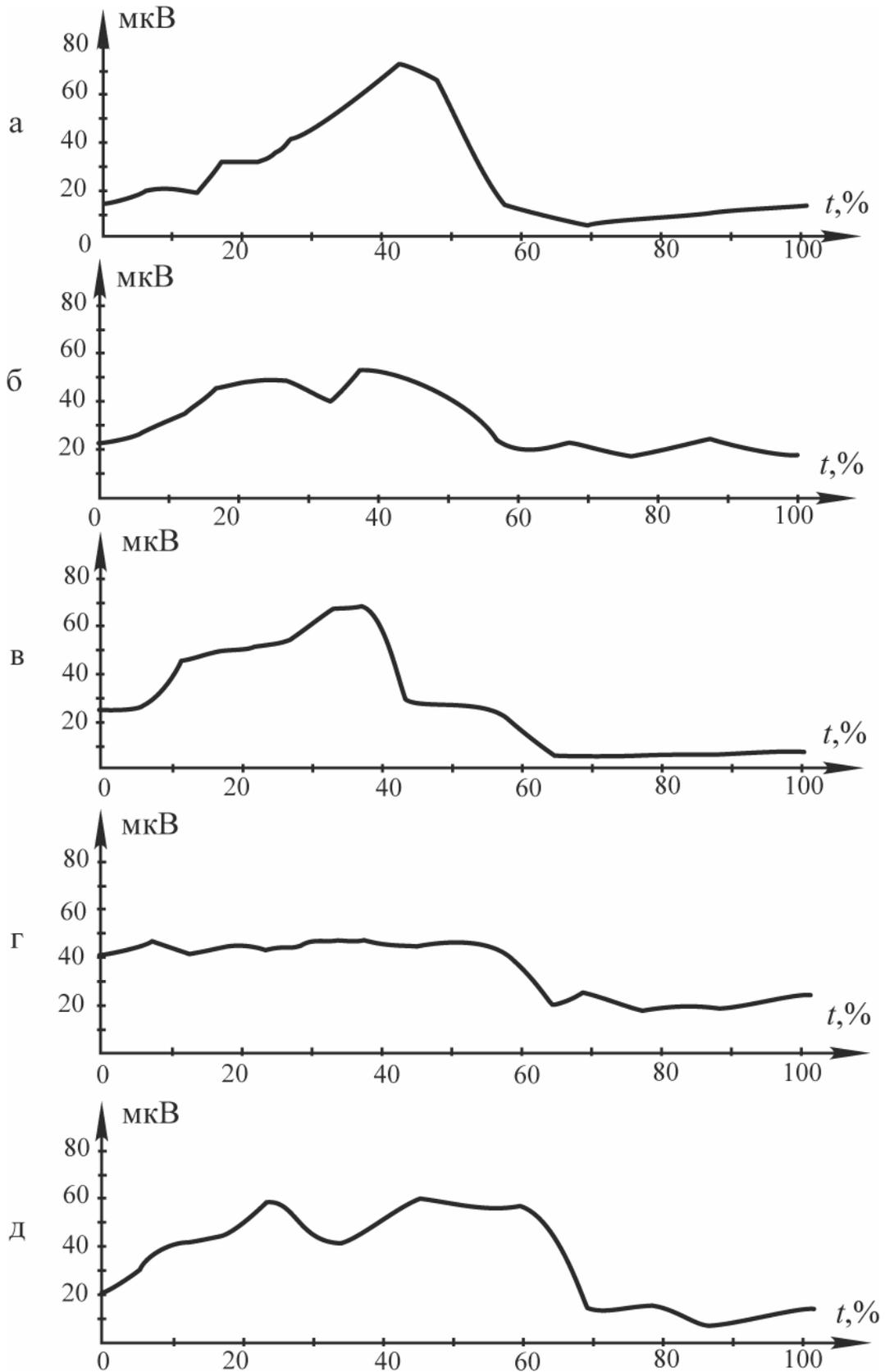


Рис. 3. ЭМГ-профиль икроножной мышцы при нормальной и патологической ходьбе. а - ходьба взрослых людей в норме, б - ходьба детей раннего возраста (1,5 - 2 года), в - ходьба здоровых людей в аппаратах, ограничивающих разгибание в коленном суставе, г - ходьба больных детским церебральным параличом (ДЦП), д - ходьба на протезе бедра (сохранившаяся нижняя конечность).

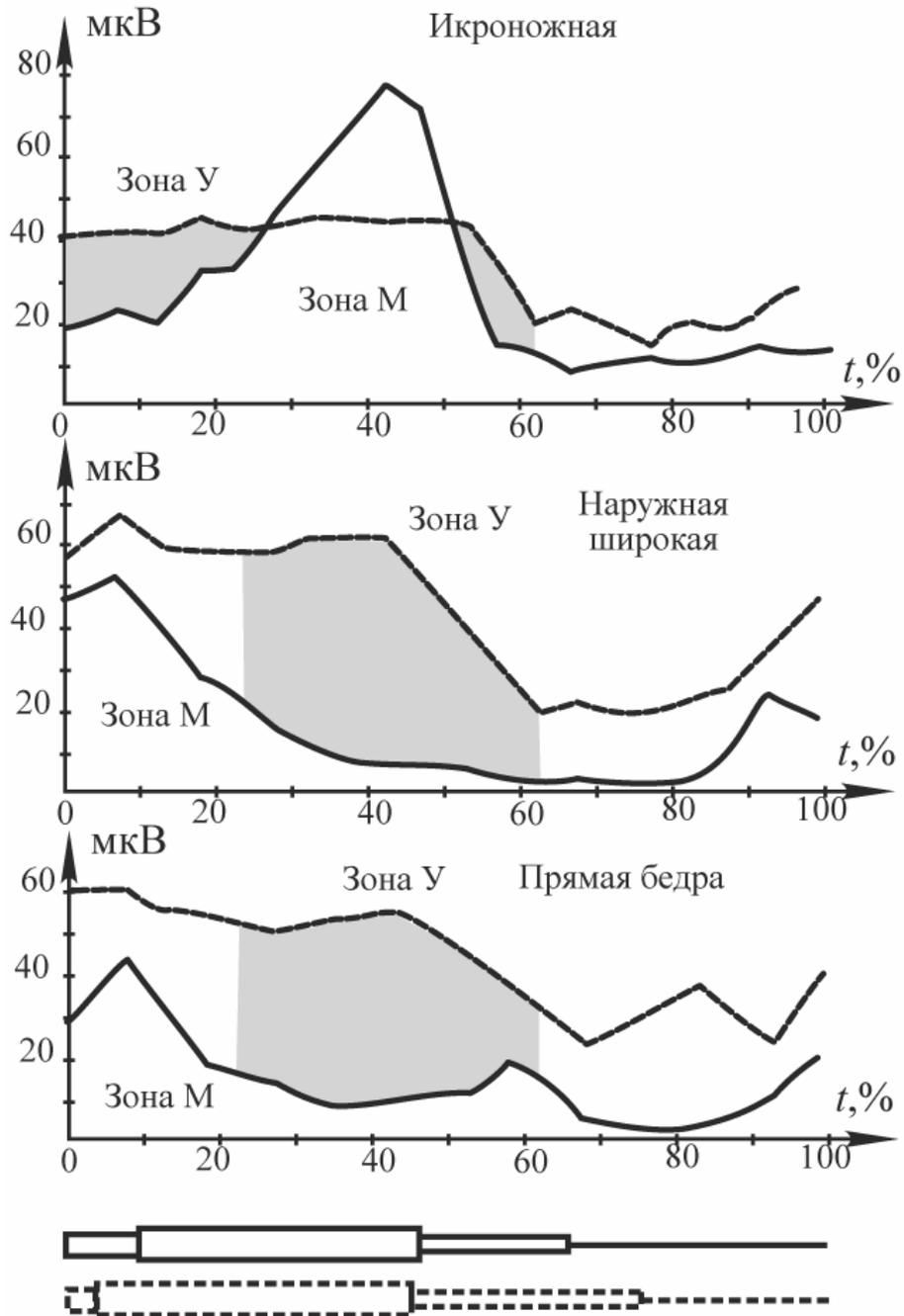


Рис. 4. ЭМГ-профиль мышц в норме (сплошная линия) и у больных ДЦП (пунктирная линия). Штриховкой показано изменение активности в зоне У.

выпрямление конечности в голеностопном и коленном суставах с помощью гипсовой повязки вызывает резкое уменьшение активности мышц и ее сосредоточение в средней трети опоры (рис. 6).

Подобный феномен может быть обнаружен у больных ДЦП после операции пересадки мышц, способствующей устранению сгибательной позиции нижних конечностей.

На рис. 7 показан ЭМГ-профиль мышц-разгибателей коленного сустава до и после оперативного вмешательства. До операции высокоамплитудная активность наружной широкой мышцы и прямой мышцы бедра простирается над большей частью опорной фазы, т.е. в зонах М и У.

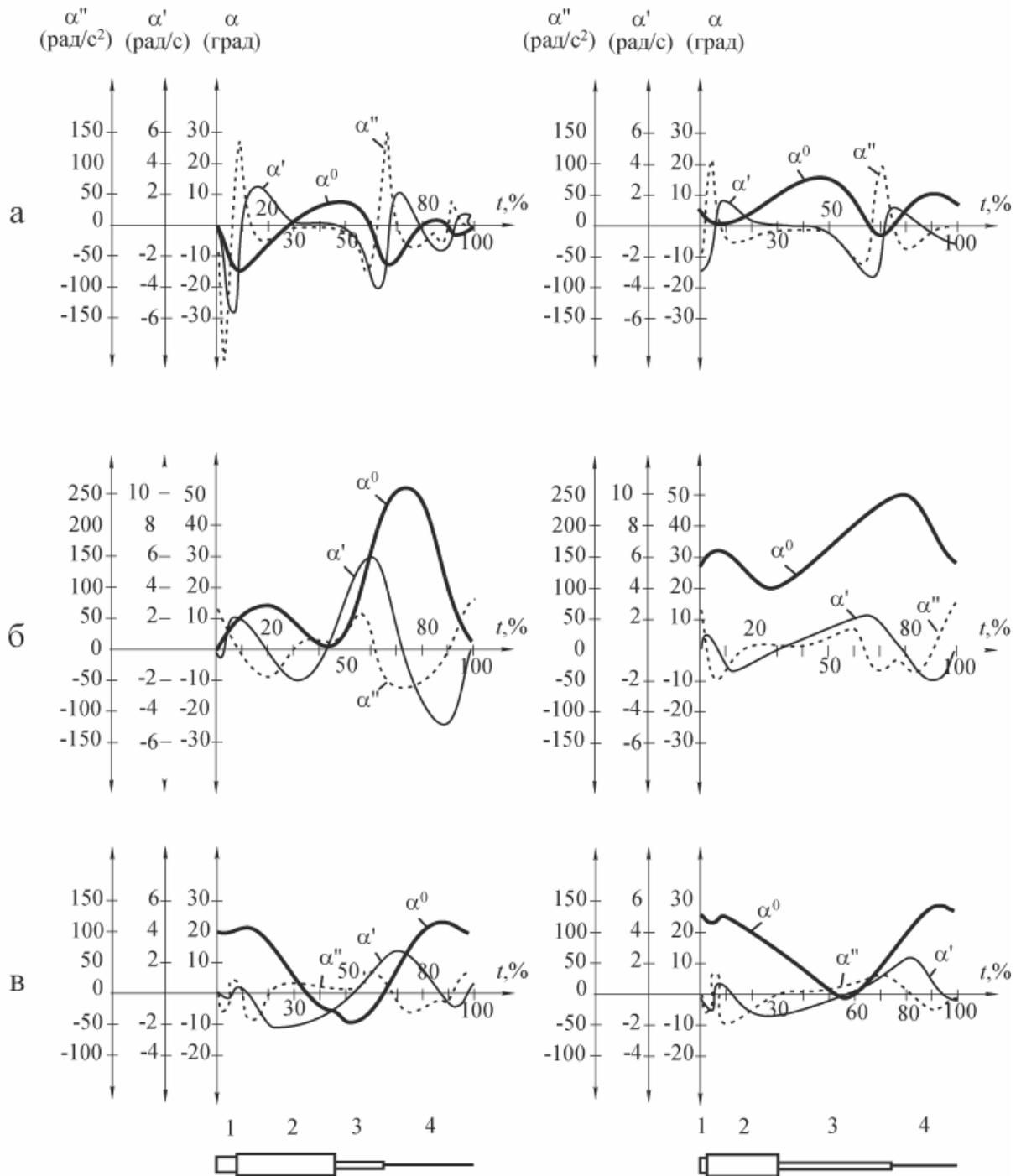


Рис. 5. Изменение кинематических параметров ходьбы здорового человека (слева) и больного ДЦП (справа) в течение цикла (в %). а - голеностопный угол, б - коленный угол, в - тазобедренный угол, г - подограмма (1 - опора на пятку, 2 - опора на всю стопу, 3 - опора на носок, 4 - переносная фаза). Жирная линия α^0 - угол (град), тонкая линия α' - угловая скорость (рад/с), пунктирная линия α'' - угловое ускорение (рад/с²).

После операции, наряду с резким снижением уровня активности, ее максимум концентрируется в узкой зоне $0\% < t < 25\%$ цикла, характерной для нормальной ходьбы.

Таким образом, как увеличение активности, так и ее пролонгирование на зоны М и У явно связаны с патологической афферентацией от конечности. Устранение сгибательной позиции ноги нормализует биомеханическую ситуацию и вместе с ней иннервационный стереотип мышц-разгибателей коленного сустава.

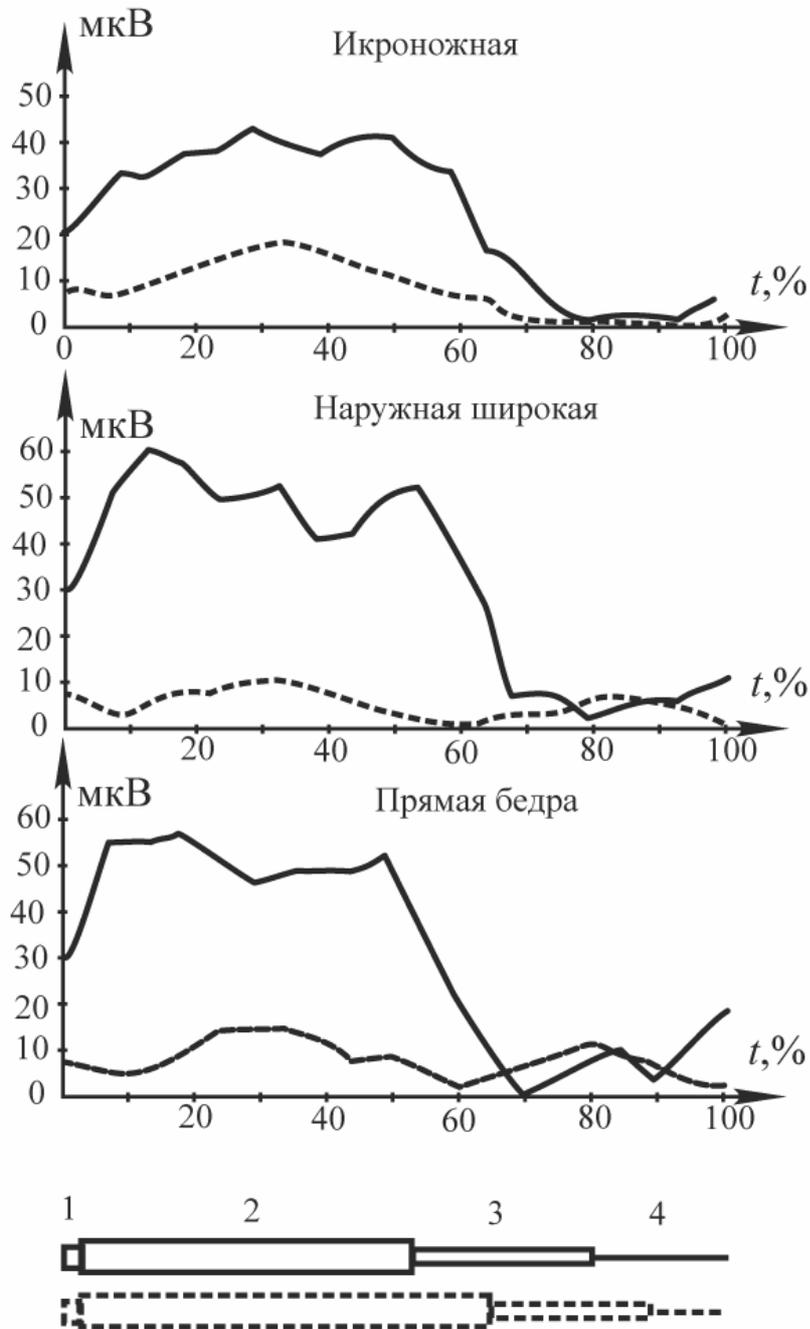


Рис. 6. ЭМГ-профиль мышц нижней конечности при обычной ходьбе больных ДЦП (сплошная линия) и при ходьбе тех же больных при иммобилизации коленных и голеностопных суставов (пунктирная линия).

Обращает на себя внимание тот факт, что как до, так и после операции зона Н, занимающая конец опорной и большую часть переносной фазы, остается свободной от возбуждения мышц.

Иначе говоря, при патологической ходьбе сохраняется обычное распределение периодов возбуждения и торможения в локомоторном цикле. Процесс возбуждения под влиянием афферентных раздражений распространяется из зоны М лишь на зону У.

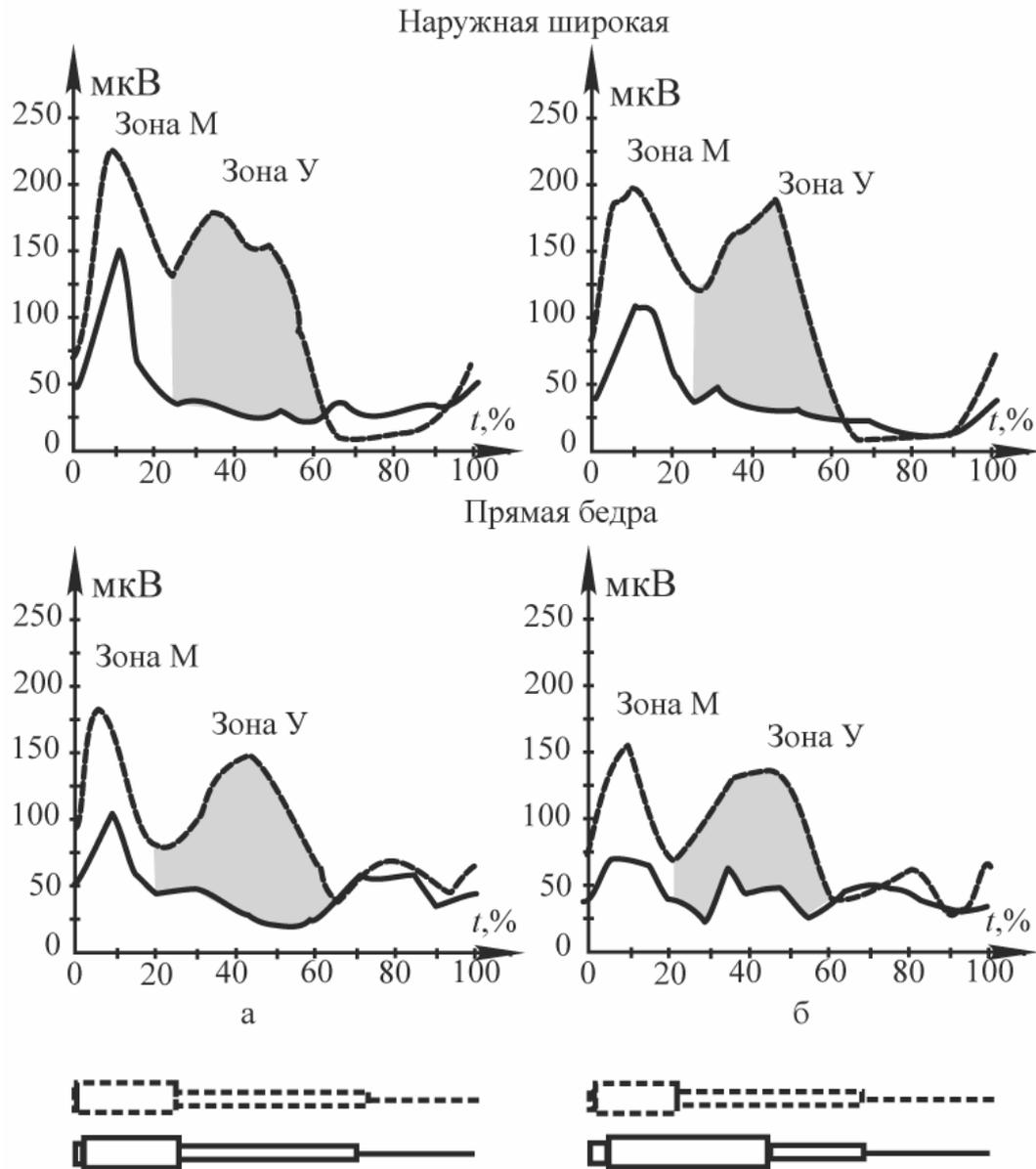


Рис. 7. ЭМГ-профиль мышц больной ДЦП до операции (пунктирная линия) и после операции пересадки сгибателей голени (полусухожильной мышцы) на ослабленную икроножную мышцу по А.М. Журавлёву (сплошная линия); а - мышцы левой стороны, б - мышцы правой стороны.

Штриховкой показано изменение активности в зоне У.

Перемещение максимума активности мышц в другую часть локомоторного цикла

До сих пор речь шла об объединении возбуждения в зонах М и У. Однако при патологической ходьбе встречаются случаи полного перемещения зоны активности М в зону активности У (рис. 8). Такое явление отмечено у больного с глубоким парапарезом нижних конечностей в результате повреждения грудного отдела спинного мозга. Ходьба этого больного характеризуется замедленным темпом, крайне малой длиной шага и резко измененным соотношением основных фаз шага (опорная фаза достигает почти 90% цикла, а переносная редуцирована до 10%). Нагрузка на каждую ногу возникает лишь в середине опоры, вследствие чего в зоне У образуется максимум активности многих мышц ноги. В биомеханическом плане этот максимум активности, вероятно, служит поддержанию устойчивости и сохранению вертикальной позы, так

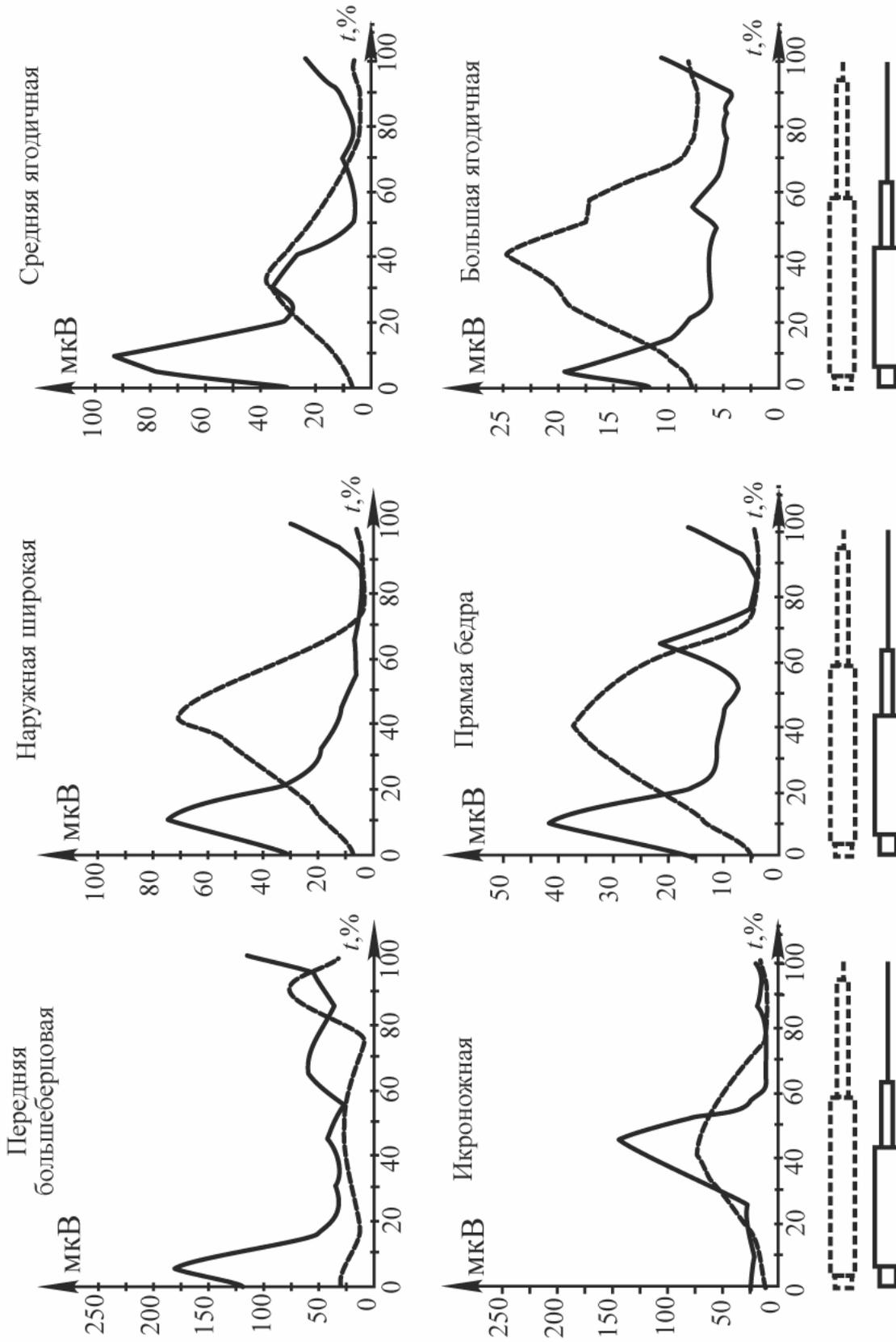


Рис. 8. ЭМГ-профиль мышц при ходьбе больных с нижним спастическим парапарезом после повреждения спинного мозга в грудном отделе (пунктирная линия) и при ходьбе здоровых людей (сплошная линия).

как больной передвигается на полусогнутых ногах с дополнительной опорой на две трости. В нейрофизиологическом плане представляет интерес тот факт, что фаза возбуждения завершается не в самом конце опорной фазы, а примерно на 15% раньше. Следовательно, как и в норме, фаза торможения Н возникает уже в конце опорной фазы. Большинство исследованных мышц функционирует почти синхронно. Исключение составляет лишь передняя большеберцовая мышца. В ЭМГ-профиле этой мышцы отсутствует максимум в начале опорной фазы, но зато выявляется второй максимум в конце опорной фазы, когда практически заканчивается возбуждение мышц-разгибателей голеностопного, коленного и тазобедренного суставов нижних конечностей.

Следовательно, даже при таком сильном нарушении ходьбы остается неизбежным чередование процессов возбуждения и торможения, свидетельствующее о функционировании генератора локомоторных движений.

Аналогичный феномен смещения максимума активности из зоны М в зону У обнаруживается и при других видах патологической ходьбы, например, на пораженной нижней конечности у больных с гемипарезом церебрального происхождения [8]. Важно подчеркнуть, что подобный феномен наблюдается и при особых видах нормальной ходьбы. Например, при спуске с лестницы максимум активности икроножной мышцы возникает не в середине опорной фазы (в зоне М), а в ее начале, т.е. в зоне У. Возможность появления активности в начале опорной фазы отмечена и в некоторых модельных исследованиях ходьбы [9].

Таким образом, перемещение активности из зоны М в зону У не является исключительной прерогативой патологической походки, хотя наиболее часто выявляется при нарушениях локомоции.

Обсуждение полученных данных

В данном исследовании рассмотрены наиболее часто встречающиеся виды трансформации ЭМГ-профиля мышц при патологической ходьбе:

- уменьшение электрической активности в течение локомоторного цикла, равномерное или преимущественное в зоне М;
- увеличение электрической активности с ее пролонгацией из зоны М в зону У;
- полное перемещение максимума электрической активности из зоны М в зону У.

Равномерное уменьшение активности в течение цикла, как правило, наблюдается при поражении нервно-мышечных структур, например, при глубоком вялом или спастическом парезе нижних конечностей. В этом случае преобладает низкоамплитудная активность в течение большей части локомоторного цикла с небольшим ее повышением в зоне М.

Преимущественная редукция активности в зоне М обнаруживается при менее выраженных локомоторных расстройствах и обычно связана с изменением биомеханических условий работы мышц, чаще всего – с их разгрузкой или уменьшением длины.

Увеличение активности с пролонгацией из зоны М в зону У является типичным примером перегрузки в работе мышц и чаще всего отмечается на стороне сохранившейся ноги при одностороннем поражении, а также при нарушении позовых характеристик нижних конечностей.

Наконец, перемещение максимума активности из зоны М в зону У представляет собой следствие перемещения нагрузки (прежде всего, вертикальной) из одной части цикла в другую.

Таким образом, во всех случаях, кроме равномерного резкого снижения активности мышц в течение цикла, изменения ЭМГ-профиля, во-первых, происходят в зонах М и У, во-вторых, связаны с уменьшением или увеличением нагрузки.

Нейрофизиологическая интерпретация этих фактов заключается в том, что зоны М и У составляют в целом период возбуждения, который, по-видимому, определяется генератором локомоторных движений. Различие между зонами М и У, вероятно, имеет количественный характер. Мотонейронный пул в зоне М характеризуется более высокой степенью возбуждения, чем в зоне У, что в конечном счете зависит от всей совокупности возбуждающих и тормозных влияний: интраспинальных, супраспинальных и афферентных. Однако при резком усилении афферентных воздействий возбуждение мотонейронного пула в зоне У может сравниться или даже превосходить возбуждение в зоне М. Источником таких афферентных воздействий могла бы служить импульсация от различных рецепторных образований: мышечных веретен, сухожильных органов Гольджи, низкороговых кожных афферентов. Это, в первую очередь, относится к рецепторам мышц-разгибателей, которые наиболее чутко реагируют на изменение нагрузок, связанных с вертикальным положением тела человека во время опорной фазы шага.

Так, в ряде экспериментальных исследований на животных показано, что сухожильные органы Гольджи мышц-разгибателей и низкороговые кожные афференты оказывают возбуждающее влияние на экстензорный полуцентр локомоторных движений [10].

Трансформация ЭМГ-профиля мышц, связанная с пролонгацией возбуждения из зоны М в зону У и обратно, имеет огромное приспособительное значение при ходьбе. Она компенсирует нагрузки, возникающие в различных интервалах опорной фазы, и тем самым способствует повышению устойчивости и реализации самой локомоторной функции.

Выводы

1. На основании нейрофизиологического анализа электрической активности мышц при ходьбе могут быть установлены следующие виды трансформации ЭМГ-профиля мышц:

а) уменьшение электрической активности в течение локомоторного цикла: либо равномерное, либо с преимущественной редукцией (в зоне М);

б) увеличение электрической активности мышц в течение цикла с пролонгированием ее максимумов из зоны М в зону У (умеренной активности);

в) полное перемещение максимумов электрической активности в другую фазу цикла, обычно из зоны М в зону У.

2. Можно предполагать, что все формы патологической трансформации ЭМГ-профиля мышц, за исключением равномерного снижения активности при поражении нервно-мышечных структур, имеют афферентное происхождение.

3. Эти формы изменения ЭМГ-профиля мышц обычно обусловлены нарушением биомеханических условий их деятельности, в частности, увеличением или уменьшением нагрузок на мышцы.

Литература

1. *Perry J.* The contribution of dynamic electromyography to gait analysis. Gait analysis in science of rehabilitation. Joel A. DeLisa, Department of Veterans Affairs – Veteran Health Administration. Baltimore. 1998.

2. Vitenson A.S., Petrushanskaya K.A. Regularities of a change of electromyographic pattern of muscles in normal and physically modelled human walking // Russian Journal of Biomechanics. 2002. V. 6. № 2. P. 33-50.
3. Витензон А.С., Баскакова Н.В. Биомеханическая и иннервационная структура различных видов грузёной ходьбы. «Протезирование и протезостроение». Сб. трудов. Вып. 40. М.: ЦНИИПП. С. 20-29. 1977.
4. Vitenson A.S., Mironov Y.M., Petrushanskaya K.A. Biomechanical and electromyographic aspects of restorative treatment in patients with spinal cord injuries by means of phase electrical stimulation of muscles during walking // Russian Journal of Biomechanics. 2001. V. 5. № 2. P. 54-65.
5. Витензон А.С. Влияние изменения подвижности в коленном суставе на электрическую активность мышц бедра при разной скорости ходьбы. «Протезирование и протезостроение». Сб. трудов. Вып. 30, М.: ЦНИИПП. 1973. С. 84-90.
6. Петрушанская К.А. Физиологические обоснования многоканальной электростимуляции мышц при ходьбе больных с последствиями полиомиелита. Канд. дисс. М. 1993.
7. Витензон А.С., Бравичев А.Н., Журавлев А.М., Румянцева Л.Т. Биомеханическая и иннервационная структура ходьбы больных с церебральными спастическими парезами нижних конечностей. «Протезирование и протезостроение». Сб. трудов. Вып. 26, М.: ЦНИИПП. 1971. С. 32-42.
8. Peat M., Dubo H., Winter D., Quanbury A., Steinke T., Grahame R. Electromyographic temporal analysis of gait: hemiplegic locomotion // Arch. Phys. Med. Rehabil. 1976. V. 57. P. 421-425.
9. Витензон А.С. Закономерности нормальной и патологической ходьбы человека. М.: ООО «Зеркало-М». 1998. 271 с.
10. Duysens J., Van Wesel B.M.H., Van De Crommert H. Basic neurophysiology and FES. Neuroprosthetics from basic research to clinical application. Eds. A. Pedotti, M. Ferrarin, J. Quintern, R. Riener. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. 1996.

TRANSFORMATION OF ELECTROMYOGRAPHIC PATTERN OF MUSCLES IN PATHOLOGICAL WALKING

K.A. Petrushanskaya, A.S. Vitenson (Moscow, Russia)

On the basis of electromyographic investigations of different kinds of pathological walking the most typical forms of transformation of electromyographic (EMG)-pattern of muscles have been considered:

1) decrease of the electrical activity of muscles for the locomotor cycle, either even or with the preferential reduction in the field of the maximal values (in zone M); the first variant occurs in disorder of the neuromuscular structures, and the second one is of the functional genesis, because it is connected with a change of biomechanical conditions of muscle work during walking;

2) increase of the electrical activity of muscles for the locomotor cycle with prolongation of its maximums from zone M to zone T (moderate activity);

3) complete displacement of maximums of the electrical activity to another phase of a locomotor cycle, usually from zone M to zone T.

It has been suggested, that all kinds of transformation of EMG-pattern, except the considerable even reduction of activity in disorder of neuromuscular structures, are of the afferent origin. These forms of a change of EMG-pattern are probably determined by disorder of biomechanical conditions of muscle work in pathological walking, in particular, by increase or decrease of loading on muscles.

Key words: EMG-pattern, pathological walking, transformation, zones of activity.

Получено 25 июня 2002