

УДК 591.473.3

ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЫШЦ РАЗНОЙ ВНУТРЕННЕЙ СТРУКТУРЫ У ЖИВОТНЫХ

В. С. СЫСОЕВ

(Кафедра зоологии и дарвинизма)

На базе отдела эволюционной морфологии Института зоологии им. И. И. Шмальгаузена проводили комплексное изучение мышц разной внутренней структуры у быка черно-пестрой породы, беспородных козлика и собаки. Установлено, что мышцы включаются в работу в различные фазы движения, при этом они выполняют определенную часть функции. Для мускула сложного строения характерна также определенная «специализация», которая осуществляется соответствующими мышечными пучками или порциями мускула. Биоэлектрическая активность мускулов разного внутреннего строения неодинаковая.

Морфофункциональный анализ активных движителей — мышц — не только представляет особый научный интерес для

понимания процесса локомоции у сельскохозяйственных животных, но и имеет важное практическое значение (при рациональной эксплуатации животных, профилактике заболеваний конечностей, оценке качества мяса).

Существовавшие до недавнего времени методы физиологического исследования были описательными и несовершенными. В работе [10] справедливо отмечается, что науки, вскрывающие у домашних, в том числе сельскохозяйственных, животных сущность статических и кинематических явлений, еще не получили достаточного признания. В этой связи следует отметить недостаточную изученность биомеханики локомоторного аппарата, движений домашних и сельскохозяйственных животных в естественных условиях обитания, особенно при использовании электрофизиологических методик [1—3, 7—9, 11, 15, 18—20]. Основная часть работ выполнена на лабораторных животных, а также с привлечением мелкого рогатого скота и лошадей. На основании проведенных исследований авторы делают первые попытки обзора локомоции. Ими установлена цикличность в локомоции, описаны фазы цикла — опоры и переноса конечностей, выделены аллюры с симметричными движениями конечностей, произведен анализ расстройств движений (при некоторых заболеваниях).

Особый интерес представляет изучение биоэлектрической активности отдельных мышц, функциональных групп, всего локомоторного аппарата. Так, полученные электромиограммы мышц-антагонистов позволили установить многообразие их взаимоотношений при естественных движениях [13]. Эти мускулы могут напрягаться как одновременно, так и поочередно в зависимости от двигательной функции и условия ее выполнения. Полученные результаты дали возможность отказаться от механических представлений деятельности функциональной группы мышц и объяснить работу ее отдельных мышц как единую кинематическую цепь [7—9]. Применение электромиографии (отведение биопотенциалов от многих мышц) позволило исследователям объективно судить о функции ряда групп мышц. Так, был установлен механизм работы подъязычного аппарата в различные ее периоды [14].

Значительный вклад в изучение естественных движений посредством анализа подограмм, механограмм и электромиограмм внесла лаборатория эволюционной морфологии Института зоологии им. И. И. Шмальгаузена [4, 7—9, 11]. Сотрудниками этой лаборатории проведен достаточно полный анализ естественных движений животных, работы мышц грудной и тазовой конечностей в период статики, участия отдельных мышц, групп и локомоторного аппарата в целом в различных фазах локомоторного цикла. Исследователи на фактическом материале установили, что статика у животного — процесс активный, который осуществляется посредством работы целого комплекса мышц.

Биоэлектрическая активность, ее параметры, а также количество функционирующих мышц у разных животных неодинаковы. Так, у подопытной собаки из числа 13 исследованных мышц грудной конечности в период статики активны 9.

Однако имеются и другие суждения о роли мышц, в частности грудной, в статике конечностей [10, 12, 16, 17 и др.]. Отмечается, что в статическом положении животного «заводным механизмом» служит сухожильный тяж между двумя мускулами — лучевым разгибателем запястья и двуглавым плеча, причем главенствующую роль играет связочный аппарат; статика у копытных животных не зависит от использования мышечной энергии.

Все исследователи указывают, что биоэлектрическая активность каждой мышцы во время локомоции животных носит фазный характер: активные фазы чередуются с фазами покоя. Чередование фаз — главное условие для отдыха мышц в период работы конечности и возможности продолжительного передвижения животного. Фазность биоэлектрической активности является особенностью мышц грудной и тазовой конечностей при движении животного. Установлено, что в каждой фазе и во время локомоторного цикла количество одновременно работающих мышц и сила их сокращения различны.

Анализ синхронно записанных электромиограмм [4, 11] показал, что наибольшее количество мышц проявляет самую высокую активность в фазе опоры, наименьшее — в фазе переноса конечности. Следует подчеркнуть, что фазность при статике отсутствует, мышца при этом работает непрерывно, причем статическая активность мышц у животных, особенно у копытных, невелика, поскольку в данный период активна только определенная часть двигательных единиц.

Весьма важное значение имеют, на наш взгляд, работа мышц в зависимости от внутренней структуры, их биоэлектрическая активность, параметры биопотенциалов в различные фазы. Этим вопросам и были посвящены наши исследования. К сожалению, работ, в которых рассматривались бы указанные проблемы, в доступной нам литературе найти не удалось. Основываясь на теоретических положениях П. Ф. Лесгафта [5, 6], мы предположили, что особенности физиологии мышц разной структуры должны проявляться при использовании современных чувствительных и объективных методов исследований, которыми вправе считать электрофизиологию, контактную подографию и механографию.

Методика

Электромиографические исследования проводили на базе отдела эволюционной морфологии Института зоологии им. И. И. Шмальгаузена. Использовали животных (бычка чер-

но-пестрой породы, беспородных козликов и собаку) в спокойном состоянии и при движении на тротуаре со скоростью 3—5 км в 1 ч.

Биопотенциалы мышц отводились

с помощью биполярных внутримышечных проволочных электродов по методике Д. В. Биомарджана и Ж. Стеко. Electroдами служил медный провод типа МТФ-100 с оголенными (на 4 мм) концами и межэлектродным расстоянием 3 мм. Такие электроды вводили в канал тонкой инъекционной иглы и вместе с ней погружали на требуемую глубину мышечного брюшка. Для безошибочного определения места введения электродов каждую мышцу препарировали и устанавливали глубину введения электродов. Место введения последних предварительно выбривали и протирали спиртом. Усиление биоэлектрических сигналов осуществляли с помощью 6 одноканальных симметричных усилителей типа УБП 1-02

и 1 двухканального усилителя типа УБП2-03. Частотная характеристика их находилась в пределах 10 Гц — 15 кГц. Питание усилителей производилось током стабильного напряжения 220 В.

Влияние промышленных помех устраняли с помощью шестиканального предусилителя с симметричным входом в составе приборокомплекса, коэффициент усиления — около 100, входное сопротивление — около 4 МОм.

Для регистрации биоэлектрической активности мышц, подограмм и механограмм использовали 14-канальный светолучевой осциллограф Н-700. Запись производилась на осциллографической бумаге шириной 120 мм при скорости ее протяжки 160 мм/с.

Результаты

Комплексное изучение мышц разной внутренней структуры с применением макроморфологических, гистологических, биохимических и электрофизиологических методов (подография, механография и электромиография) позволило провести объективный морфофункциональный анализ мышц и установить их роль и значение в различные фазы движения животного.

Как известно, локомоторный цикл у животного состоит из фаз опоры и переноса конечности. Структура цикла всецело зависит от скорости движения животного. При спокойной ходьбе продолжительность фазы опоры выше, чем фазы переноса. Так, у собаки продолжительность первой фазы составляет 830 м/с (71,12 %), последней — 337 м/сек (28,88 %). При повышении скорости движения продолжительность фазы переноса и особенно фазы опоры снижается, увеличиваются также число локомоторных циклов и длина шага.

Разгибательно-сгибательные движения в каждом суставе грудной конечности неравномерны, они ускоряются и замедляются, что отмечается также в литературе [9, 10]. Как показано на синхронно записанных механограммах, в первой стадии фазы переноса конечности (рис. 1) завершается сгибание суставов, а во второй — их разгибание. Эти процессы наиболее энергично протекают в запястном суставе.

Следует отметить, что в фазе опоры конечности туловище перемещается в крайнее переднее положение. В этот период (самый продолжительный в локомоторном цикле) при статическом положении дистальной части конечности, по-видимому, происходят незначительные разгибательно-сгибательные движения в проксимальных ее звеньях и суставах, эти движения соответствуют определенным положениям рычагов. В фазе опоры

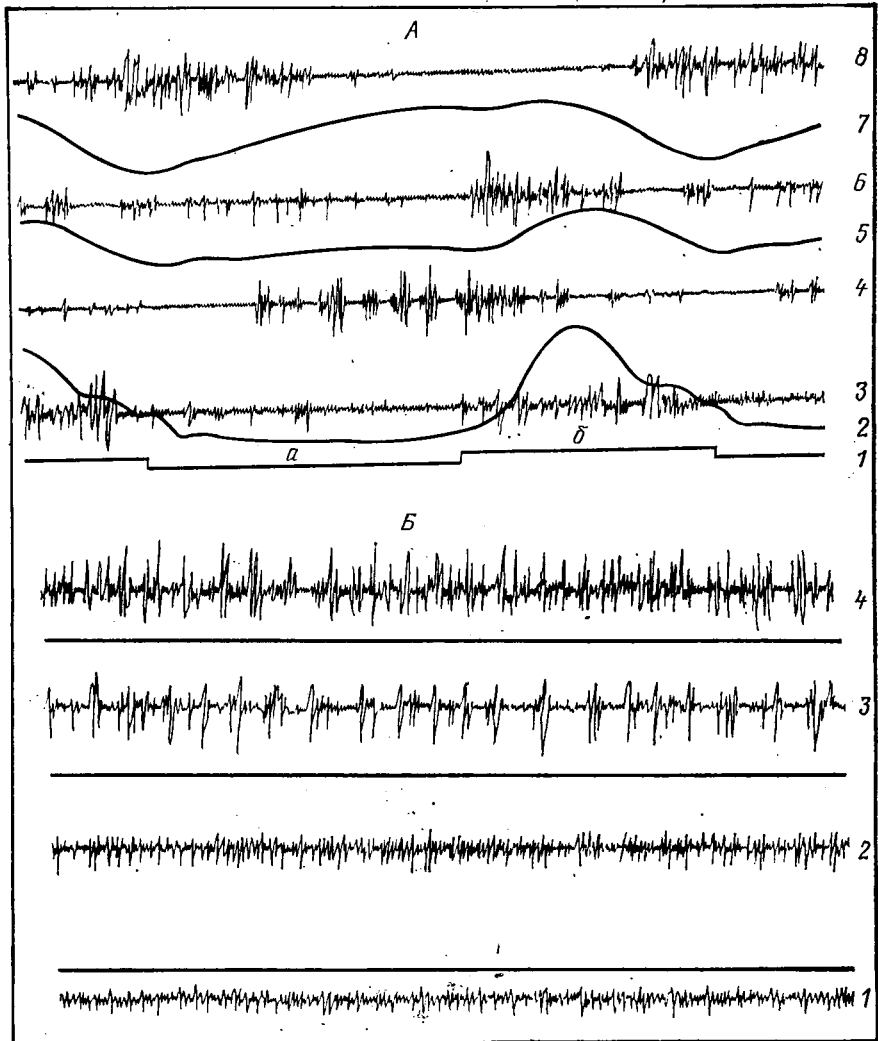


Рис. 1. Электрофизиологическая активность мышц разной внутренней структуры у собаки. А — в период локомоции: 1 — подограмма (а — фаза опоры; б — фаза переноса); механограммы суставов: 2 — запястного, 5 — локтевого, 7 — плечевого; электромиограммы: 3 — лучевого разгибателя запястья, 4 — двуглавого мускула плеча; 6 — плечевого мускула; 8 — длинной головки трехглавого мускула плеча. Б — в период статики: 1 — плечевой мускул, 2 — двуглавый мускул плеча; 3 — длинная головка трехглавого мускула плеча; 4 — латеральная головка трехглавого мускула плеча.

разгибательно-сгибательные движения в суставах несколько ускоряются и замедляются, и к концу фазы суставы проксимальных звеньев оказываются более согнутыми, чем запястный сустав. Как указывалось выше, структура мускулов разных мор-

фофункциональных типов в области плеча и в туше в целом неодинаковая. Различаются и макроскопические, микроскопические, биохимические и другие показатели мускулов.

Изучение структуры мускулов области плеча показало, что функциональные группы обычно состоят из мускулов разного внутреннего строения, относящихся к различным морфофункциональным типам. Так, мускулами динамического и динамостатического типов представлена функциональная группа разгибателей, действующих на локтевой сустав. В группу сгибателей входят мускулы динамического и статодинамического типов. Такой набор мускуло-синергистов в функциональных группах объясняется тем, что каждому мускулу в группе свойственна определенная «специализация» в выполнении функции. Они поочередно включаются в работу в различные фазы движения, выполняя определенную часть функции разгибания или сгибания сустава по перемещению одного звена костной основы относительно другого.

Многосуставные мускулы усложненной конструкции, за исключением мускулов динамического типа, кроме выполнения динамической функции по перемещению звена, по-видимому, несут еще и статическую нагрузку. Этим, на наш взгляд, можно объяснить тот факт, что в мускулах со сложным внутренним строением имеются мускульные пучки разной длины. По всей вероятности, и в самом этом органе как бы существует «специализация» в выполнении определенных деталей общей функции мускула.

Результаты анализа электромиограмм (рис. 1) подтверждают отмеченное выше. Так, двуглавый мускул плеча, действуя совместно в группе с плечевым мускулом как его синергист, первым начинает работать во 2-й период фазы опоры. В это время, по-видимому, включаются в работу самые короткие мускульные пучки с волокнами большого диаметра, выполняя статическую нагрузку по отношению к плечевому суставу.

Двуглавый мускул остается биоэлектрически активным и далее, т. е. в первую треть фазы переноса конечности, осуществляя динамическую работу по сгибанию локтевого сустава. Несомненно, в этой фазе движения в динамическую работу по перемещению предплечья относительно плечевой кости включаются мускульные волокна и самые длинные мускульные пучки. Это подтверждается тем, что в данный период участвует в работе, проявляя биоэлектрическую активность, и плечевой мускул, относящийся к динамическому типу и характеризующийся наличием длинных мускульных пучков. Таким образом, мускулы одной функциональной группы (синергисты) в зависимости от сложности внутренней структуры осуществляют работу, проявляя биоэлектрическую активность, в различные фазы движения конечности.

На основании сопоставления функциональной деятельности

мускулов можно заметить, что биоэлектрическая активность всех мускулов проявляется периодически, когда время их активности сменяется периодом покоя. Причем большинство (75 %) мускулов активно в период фазы опоры и только 25 % мускулов в фазе переноса конечности.

Анализ электромиограмм показывает, что мускулам с простым внутренним строением свойственна непродолжительная, но устойчиво сильная биоэлектрическая активность (180—200 м/с). Из этого следует, что в период активности мускула происходит одновременное сокращение значительной части двигательных единиц. Амплитуда колебания биопотенциалов у мускула колеблется от 0,3 до 1,03 мВ. Продолжительность фазы покоя (расслабленного состояния) мускула составляет до 550 м/с. У мускула динамического типа эта фаза совпадает с фазой опоры и со 2-й половиной фазы переноса конечности.

Электрофизиологические особенности мускула статодинамического типа (двуглавый плеча) существенно отличаются от таковых мускула динамического типа. Так, период биоэлектрической активности двуглавого мускула плеча более продолжительный (300 м/с). У мускулов, отличающихся сложным строением и достаточно большим количеством сухожильных прослоек, биоэлектрическая активность представляет собой сочетание импульсивных нарастаний и спадов сокращений двигательных единиц. На миограмме активность мускула — это сумма (8—9) импульсов, разделенных бестоковыми участками. Такая активность мускула характерна для 1-й половины фазы опоры конечности, что, по-видимому, является одним из важных приспособлений, позволяющих более рационально использовать мышечную энергию, — попеременное чередование работы мышечных пучков с действием сухожильных статических образований мускулов сложного внутреннего строения.

Во 2-й половине фазы опоры увеличиваются количество активных двигательных единиц и амплитуда биопотенциалов, исчезают, как показывают миограммы, бестоковые участки.

У двуглавого мускула плеча по сравнению с плечевым амплитуда колебания биопотенциалов варьирует от 0,28 до 2,14 мВ, что свидетельствует о большой силе мускула сложного строения, состоящего из мускульных волокон большого диаметра, которые содержат значительное количество сократительных элементов — миофибрилл.

Поскольку мускул статодинамического типа активен во 2-й фазе опоры и в первой трети фазы переноса конечности, то период его покоя будет менее продолжительным, нежели у плечевого, — 350 м/с. Период покоя мускула совпадает с периодом разгибания локтевого сустава и с 1-й половиной фазы опоры.

Электрофизиологическая активность мускулов области плеча в период локомоции животного отличается от таковой в период статики. Это касается

многих мышц. Особый интерес представляют длинная головка трехглавого мускула плеча и двуглавый плеча. Как показал анализ электромиограмм (рис. 1), указанные мускулы во 2-й половине фазы опоры проявляют активность одновременно, что позволяет считать их синергистами [11]. Нам представляется, что они функционируют как антагонисты, поскольку мускулы расположены на противоположных сторонах угла, имеют разные точки прикрепления и выполняют разные функции, хотя во 2-й половине фазы опоры действуют одновременно. По нашему мнению, их функция состоит в следующем: согласно записям миограмм в 1-й половине фазы опоры проявляется максимальная активность длинной головки трехглавого мускула плеча при сгибании плечевого сустава, при этом под силой тяжести всего тела локтевой сустав не сгибается. Во 2-й половине фазы опоры включается в работу двуглавый мускул плеча, благодаря его действию предотвращается чрезмерное сгибание плечевого сустава. И, как показано на механограмме плечевого сустава (рис. 1), во 2-й половине фазы опоры положение сустава практически не меняется. В период завершения фазы опоры активность двуглавого мускула плеча не снижается, что приводит к поднятию конечности, ее удержанию и переносу, при этом сгибается локтевой сустав. Двуглавый мускул продолжает функционировать и во 2-й половине фазы переноса (с меньшей активностью) конечности, в период, когда на конечность не действуют силы тяжести тела. Одновременно в переносе конечности участвует и плечевой мускул (выполняя динамическую работу). Но чтобы воспрепятствовать чрезмерному сгибанию локтевого сустава по принципу параллелограмма сил, проявляет свою активность и включается в работу целый комплекс мускулов области плеча. Основную роль в разгибании локтевого сустава в этот период выполняют длинная и латеральная головки трехглавого плеча. Разгибание локтевого сустава (параллелограмм сил — двуглавый и трехглавый мускулы) автоматически, посредством натяжения двуглавого мускула плеча приводит к разгибанию плечевого сустава.

При сокращении разгибателей локтевого сустава (несомненно, и других мышц) в фазе опоры сгибается плечевой сустав и начинается следующий локомоторный цикл.

Результаты исследований, проведенных на мелком рогатом скоте, свидетельствуют о том, что при локомоции животных в одном и том же эксперименте имеют место некоторые вариации. Это касается продолжительности активности мышц, амплитуды биопотенциалов и т. д. Вместе с тем у собак, крупного и мелкого рогатого скота отмечаются и общие закономерности [4, 9, 11]. В частности, периоды активности мышц в процессе локомоции всегда сменяются периодами покоя, что позволяет работающему органу во время движения отдыхать. В период статики указанная фазность отсутствует.

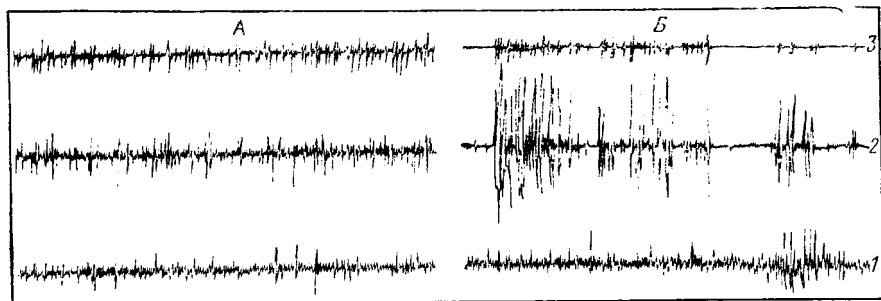


Рис. 2. Биоэлектрическая активность мышц разной внутренней структуры и разных частей одной мышцы крупного рогатого скота в периоды статики (А) и локомоции (Б). 1 — плечевой мускул; 2 — дистальная порция двуглавого мускула плеча; 3 — проксимальная порция двуглавого мускула плеча.

Электрофизиологическая активность мышц в период статики животных. Как показали электрофизиологические исследования, статика является сложным и активным процессом, в котором участвуют все органы локомоторного аппарата, в том числе значительная часть его активной половины. Но, как отмечают [4, 9], в период статики наиболее активна мускулатура, расположенная на волярной стороне предплечья. Из исследованных мышц разных морфофункциональных типов области плеча у собак проявляют свою активность двуглавый плеча, длинная и латеральная головки трехглавого мускула плеча (рис. 1).

Важно отметить, что в период статики электрофизиологическая активность мускула сложного строения (статодинамического типа) минимальная — это поочередные незначимые импульсы с большими бестоковыми участками. Причем амплитуда биопотенциалов незначительная, что свидетельствует о малом участии в работе двигательных единиц. Активность других мышц в период статики неодинаковая, при этом в работу вовлекается большое число двигательных единиц, но деятельность многих мышц в период статики достаточно экономичная. Вместе с тем отмечается вариабельность активности даже у одного и того же мускула, что пока трудно объяснить. По-видимому, активность в период эксперимента проявляется в неуловимом перемещении сил тяжести и других нагрузок, которые не могут фиксироваться методикой исследования.

У молодняка черно-пестрой породы в период статики, как и у собак, активность плечевого мускула не проявляется (рис. 2). Вместе с тем его электрофизиологический фон значительно больше — от 133 до 200 мВ. Кроме того, у крупного рогатого скота в отличие от собак на миограмме отмечаются (с промежутком 72 м/с) одиночные сокращения двигательных единиц мускула. Максимальная амплитуда этих сокращений достигает 1660 мВ.

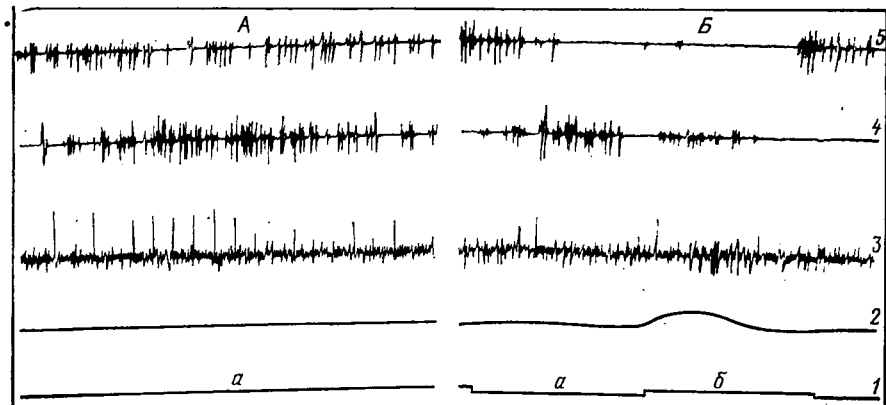


Рис. 3. Биоэлектрическая активность мышц козла в периоды статики (А) и локомоции (Б). 1 — подограмма (а — фаза опоры; б — фаза переноса конечности); 2 — механограмма запястного сустава; 3 — проксимальная порция двуглавого мускула плеча; 4 — дистальная порция двуглавого мускула плеча; 5 — краиниальная часть длинной головки трехглавого мускула плеча.

В статике, как указывалось выше, принимают активное участие и другие мускулы, в том числе и мускул статодинамического типа (двуглавый). В целях выяснения особенностей работы данного мускула нами была произведена запись его частей (проксимальной и дистальной), которые по морфологическим признакам характеризуются соответственно как более статическая, а другая — динамическая. Электрофизиологическая активность их неодинаковая (рис. 2). Так, в период статики проксимальная часть имеет электрофизиологический фон, равный 27,5 мВ, а амплитуда колебаний одиночных двигательных единиц составляет 200—550 мВ с чередованием сокращений от 18 до 72,7 м/с. В период динамики амплитуда одиночного сокращения находится в пределах 200 мВ.

Физиологические характеристики дистальной части двуглавого мускула плеча иные: электрофизиологический фон мускула составляет 42,8 мВ; амплитуда одиночного сокращения варьирует от 157 до 485,7 мВ с чередованием одиночных сокращений от 72 до 100 м/с. В период локомоции амплитуда одиночных сокращений достигает 742 мВ.

Сравнивая активность двух частей двуглавого мускула плеча, можно отметить, что проксимальная часть функционирует более экономично. У нее бестоковые участки между активностью двигательных единиц более продолжительны, а амплитуда биопотенциалов меньше.

Биоэлектрическая характеристика частей двуглавого мускула плеча у мелкого рогатого скота отличается от таковой у крупного рогатого скота (рис. 3). Так, на миограммах проксимальной части мускула отсутствуют типичные для него бестоковые

участки. Общий электрофизиологический фон мышцы представлен активностью многочисленных двигательных единиц, амплитуда биопотенциалов которых варьирует от 20—25 мВ. Кроме того, на этом фоне выделяются одиночные сокращения двигательных единиц, амплитуда колебаний биопотенциалов до 150 мВ.

На миограмме дистальной части мускула имеются бестоковые участки разной величины с активностью многочисленных двигательных единиц, амплитуда биопотенциалов от 42 до 371 мВ.

Следует отметить, что в период локомоции животного биоэлектрическая активность этих частей мышц также неодинаковая (рис. 3). Так, характеристика проксимальной части мускула в фазе опоры и переноса конечности такая же, как и в период статики. Дистальная часть мускула отличается активностью со значительными бестоковыми промежутками. Иными словами, на миограммах четко прослеживается фазность работы мускула. Активность двигательных единиц проявляется во 2-й половине фазы опоры и в 1-й половине фазы переноса конечности. Амплитуда колебания биопотенциалов варьирует у дистальной части мускула от 70 до 210 мВ.

Заключение

Изучение морфологических и электрофизиологических особенностей функциональных групп мышц показало, что они преимущественно состоят из мускулов разных морфофункциональных типов. Для каждого мускула характерна определенная «специализация» в осуществлении той или иной функции. Мускулы включаются в работу в различные фазы движения животного, выполняя соответствующую часть функции разгибания или сгибания, по перемещению одного звена костной основы относительно другого.

Многосуставные мускулы усложненной конструкции выполняют, кроме динамической функции по перемещению звена, по-видимому, статическую нагрузку. Мускулы сложного внутреннего строения, состоящие из мускульных пучков разной длины, «специализируются» в выполнении определенных частей общей функции, которые осуществляют соответствующие пучки.

Основная часть (75 %) мускулов, входящих в кинематическую цепь, активна в фазе опоры и только часть мускулов (25 %) в фазе переноса конечности. Биоэлектрическая активность мускула проявляется периодически, когда период активности сменяется периодом покоя. Мускулы разной внутренней структуры отличаются неодинаковой биоэлектрической активностью. Этот показатель у мускула статодинамического типа (двуглавый плеча) выше, чем у динамического (плечевой). Биоэлектрическая активность представляет собой серию импульсивных нарастаний и спадов, сокращений спадов двигательных единиц, разделенных бестоковыми участками. По-видимому, это одно из важных приспособлений, позволяющих более

рационально использовать мышечную энергию посредством попеременного чередования работы мышечных пучков с действием сухожильных статических образований мускулов сложного строения.

В период статики биоэлектрическая активность у мускула статодинамического типа самая минимальная. Она представляет собой поочередные небольшие импульсы, но уже со значительными бестоковыми участками; величина биопотенциалов незначительная, что свидетельствует о частичном вовлечении в работу двигательных единиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дроздова В. Н. ЭМГ задних конечностей собак в норме и после их полной дифференциации. — В сб.: Механизмы компенсаторных приспособлений. М.: Наука, 1964, с. 104—112. — 2. Дроздова В. Н. Электрическая активность мышц задних конечностей собак с удаленной корой одного полушария головного мозга. — В сб.: Электрофизиолог. исследований компенсации функций при повреждениях ЦНС. М.: Наука, 1968, с. 174—185. — 3. Иванов С. Н. К биодинамике ходьбы у собак в норме и после гемисекции спинного мозга. — В сб.: Механизмы компенсаторного приспособления. М.: Наука, 1964, с. 62—65. — 4. Коток В. С. Сравнительно-анатомический, кинематический и электрофизиологический анализ газовых конечностей млекопитающих. — Автореф. канд. дис. Киев, 1976. — 5. Лесгафт П. Ф. Общая анатомия мышечной системы. — СПб., 1885. — 6. Лесгафт П. Ф. Основы теоретической анатомии. СПб., 1905. — 7. Манзий С. Ф., Мельник К. П., Березкин А. Г. и др. Принципы строения и функционирования локомоторного аппарата четверногих и вопросы технического моделирования конечностей. — Тез. докл. 8-го Всесоюз. съезда АГЭ. Ташкент, 1974, с. 247. — 8. Манзий С. Ф., Сысоев В. С., Мороз В. Ф. Электрофизиологические особенности мышц с различной внутренней структурой. — Докл. ТСХА, 1975, вып. 210, с. 223—227. — 9. Манзий С. Ф., Мороз В. Ф. Морфофункциональный анализ грудных конечностей млекопитающих. — Киев: Наукова думка, 1978. — 10. Михайлов Н. В. Макро-микроморфология нервов и био-

механика грудной клетки домашних млекопитающих и птиц. — Автореф. докт. дис. Казань, 1964. — 11. Мороз В. Ф. Морфология, частная и групповая функция мышц грудных конечностей млекопитающих. — Автореф. канд. дис. Киев, 1975. — 12. Новопольский В. Анатомические и механические данные о механизме стояния лошади. — Архив вет. наук, 1978, кн. 1, отд. 2, с. 40—45. — 13. Персон Р. С. Мышцы-антагонисты в движениях человека. — М.: Наука, 1965. — 14. Рудик С. К. Функция мышц подъязычного аппарата у домашней козы (электромиография). — Морфолог. особенности домашних млекопитающих и птиц. Киев: Наукова думка, 1985, с. 4—14. — 15. Тасибеков К. Г. Влияние особенностей экстерьера и биомеханики молодняка спортивных лошадей на его двигательные и прыжковые качества. — Выведение и микроволюция пород лошадей в условиях интенсиф. с.-х. производства. Тез. докл. науч. конф., 1988, с. 41—43. — 16. Юдичев Ю. Ф. Статические приспособления грудных конечностей лошади. — Уч. зап. Казан. вет. ин-та им. Баумана, 1957, вып. 67, с. 31—38. — 17. Юдичев Ю. Ф. Особенности строения связок локтевого сустава животных в зависимости от функции их грудных конечностей. — Уч. зап. Казан. вет. ин-та им. Баумана, 1958, вып. 73, с. 67—68. — 18. Aoki O., Tokuriki M., Kurakawa Y., Hataya M., Kita T. — Bull. Eaiine Res. Inst., 1984, N 21, p. 100—104. — 19. Gitzler Dr. — Wien. Tierarztl. Monatsschr., 1988, N 75, N 6, S. 217—231. — 20. Leach D. H., Dagg A. — Vet. J., 1983, vol. 15, N 2, p. 87—92.

Статья поступила 26 октября 1989 г.

SUMMARY

At the department of evolutionary morphology of the Institute of Zoology of Ukrainian Academy of Sciences a complex study of muscles of different internal structure was conducted. It has been found that muscles join in operation at different phases of motion and fulfil a specific portion of the function. A muscle of complex structure has certain "specialization" which is implemented by corresponding muscular bundles or portions of a muscle. Bioelectrical activity of muscles with different internal structure is different.