

25

КИЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А. А. БОГОМОЛЬЦА

На правах рукописи

КАВАЛЯУСКАЙТЕ ОНА ВАЦЛОВОВНА

**ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО
СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ЕДИНИЦ
У ЛЮДЕЙ РАЗЛИЧНОГО ВОЗРАСТА**

14.00.17 - нормальная физиология

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

КИЕВ - 1979

Работа выполнена в Научно-исследовательском институте экспериментальной и клинической медицины Министерства здравоохранения Литовской ССР

Научные руководители: докт. мед. наук, проф.
Е.П. ПОДРУШНЯК
канд. мед. наук, ст. научн. сотр.
М.А. ЧОБОТАС

Официальные оппоненты: докт. мед. наук
НАВАКАТИКЯН А.О.
докт. мед. наук
ТАНИН С.А.

Ведущая организация - Институт медицинских проблем физической культуры МЗ УССР

Защита диссертации состоится 15 ноября 1979 г.
в 15 часов на заседании специализированного совета
Д.088.13.07 Киевского Ордена Трудового Красного Знамени
медицинского института им. А.А. Богомольца по адресу:
252057, Киев - 57, Брест-Литовский проспект, 82.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Киевского медицинского института.

Автореферат разослан 15 октября 1979 г.

Ученый секретарь специализированного
совета, кандидат медицинских наук

МИХНЕВ В.А.

8524

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Социальные сдвиги происходящие в нашем обществе, механизация и автоматизация производства, развитие транспорта, урбанизация, способствуют уменьшению физической активности населения нашей страны. Гипокинезия угрожает все большему числу людей, что несомненно отрицательно сказывается на функциональном состоянии нервно-мышечного аппарата человека. Дефицит движения приводит к различным функциональным, а нередко, и патологическим изменениям многих органов и систем человека.

С другой стороны постоянно возрастающие достижения различных видов спорта требуют максимального усилия спортсменов. Таким образом имеем дело с двумя противоположными явлениями: гипокинезией и возможными перегрузками нервно-мышечного аппарата человека. Эти проблемы требуют детального научного изучения. Несмотря на проводимые исследования до сих пор остаются нерешенными многие вопросы функционального состояния нервно-мышечного аппарата практически здоровых людей в возрастном и половом аспектах.

Среди многих методов исследования мышц электромиография является наиболее информативным и приемлемым методом как для научных целей, так и при массовых обследованиях здоровых лиц, спортсменов, а также людей с заболеваниями нервно-мышечного аппарата. Полагаем, что электромиографическое исследование с использованием игольчатых, в том числе и мультиэлектродов, проведенное в различных возрастных группах с применением физических нагрузок, будет способствовать более детальному изучению функционирования дви-

гательных единиц (ДЕ) человека при различных физиологических состояниях и в возрастном аспекте. Надеемся, что наши исследования будут полезны при изучении физиологии нервно-мышечного аппарата вообще, а также в спортивной медицине, при изучении возрастных сдвигов и при оценке деятельности ДЕ в процессе старения человека. Закономерности функциональных сдвигов нервно-мышечного аппарата, установленные у здоровых людей в половом и возрастном аспектах, могут быть использованы также при определении критериев патологии ДЕ в неврологических, ортопедических и ревматологических клиниках.

Цель и основные задачи исследований

Целью настоящей работы явилось изучение особенностей функционального состояния нервно-мышечного аппарата скелетных мышц человека в различные возрастные периоды. Определение основных характеристик изменений ДЕ в условиях физических нагрузок и тренированности мышц. С этой целью намечалось: 1) определить территорию ДЕ исследуемых мышц у лиц различного возраста и пола с применением мультиэлектродов; 2) исследовать амплитуду, длительность и форму потенциалов ДЕ; 3) изучить частоту и временные взаимоотношения потенциалов ДЕ; 4) исследовать влияние утомительных физических нагрузок на функциональное состояние ДЕ; 5) изучить восстановление функционального состояния ДЕ в послерабочем периоде.

Методика исследований. Для этого применялась игольчатая электромиография. Исследования проведены на 218 клинически здоровых лицах в возрасте 18-75 лет, которые были разделены на 4 группы по возрасту и полу. Электромиограммы (ЭМГ) регистрировали трехканальным электромиографом "Диза". Объектом исследования была двуглавая мышца плеча, дельтовидная мышца, двуглавая и прямая мышца бедра, а также икроножная мышца. ЭМГ отводились игольчатыми концентрическими электродами с отводящей поверхностью $0,07 \text{ мм}^2$ перед, сразу после физической нагрузки и на следующий день, после 14-16-часового отдыха. Изучали амплитуду, длительность потенциалов, исследовали форму и частоту разрядов, а также временные соотношения потенциалов разных ДЕ. Кроме

этого, исследовалась спонтанная электрическая активность согласно методике Ф. Бухтала (Buchthal F., 1957). При исследовании синхронизации потенциалов ДЕ строились гистограммы распределения кроссинтервалов по методике Е.Н. Артемьевой (1972). Территорию ДЕ исследовали с применением мультиэлектрода в 1 мм с 12-ю отводящими поверхностями по методике, предложенной Ф. Бухталем с сотрудниками (1956, 1959).

Для тестирования функционального состояния ДЕ отдельных мышц применяли выполнение следующих нагрузок:

а) для двуглавой мышцы плеча - сгибание фиксированного предплечья с весом в 5 кг. Предлагалось выполнение 5 серий нагрузок до отказа, с перерывом для отдыха между сериями в 3 мин.;

б) для дельтовидной мышцы - поднятие выпрямленной руки в сторону с отягощением: для женщин в 4 кг, для мужчин - в 5 кг. Предлагалось 5 серий нагрузок до отказа, с перерывом для отдыха между сериями в 3 мин.;

в) для прямой мышцы бедра - низкие приседания (руки на бедрах) по темпу метронома 30 приседаний в мин., для молодых и 15 приседаний в мин. для лиц в возрасте 60-75 лет. Выполнялось 5 серий приседаний до отказа с перерывом для отдыха в 3 мин.;

г) для двуглавой мышцы бедра - положение лежа на животе. Выполнялось 5 серий сгибаний ног в коленном суставе с сопротивлением, с перерывом для отдыха в 3 мин.;

д) для икроножной мышцы - поднятие отягощенного тела (с весом в 20 кг на плечах) с попеременным переводом с полной ступни до поднятия на цыпочки. Выполнялось 5 серий нагрузок до отказа с перерывом для отдыха в 3 мин.;

Степень наступающего утомления оценивалась также по частоте пульса (сразу после каждой серии выполнения нагрузки и непосредственно перед выполнением следующей) и словесному отчету испытуемого.

Результаты исследований изложены в виде иллюстрации (электромиограмм, гистограмм), а также цифровых таблиц и графиков.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые в нашей стране проведены углубленные электромиографи-

ческие исследования активности ДЕ скелетных мышц верхних и нижних конечностей под влиянием утомительных физических нагрузок в возрастном и половом аспектах с применением игольчатой электромиографии (в том числе мультиэлектрода). Проведено тестирование функционального состояния ДЕ с применением физических нагрузок. Установлены критерии возрастной и половой нормы функционального состояния нервно-мышечного аппарата скелетных мышц.

Практическое и теоретическое значение диссертационной работы заключается в определении функционального состояния нервно-мышечного аппарата клинически здоровых людей в половом и возрастном аспекте; показаны изменения формы, амплитуды, длительности действия потенциалов и территории ДЕ. Изучено влияние физических нагрузок на эти параметры. Полученные результаты исследований позволили рекомендовать использование игольчатой электромиографии совместно с дозированными физическими нагрузками, во время исследований, что помогает глубже изучать функциональное состояние нервно-мышечного аппарата человека. Рекомендовано применение физических нагрузок при тестировании функционального состояния ДЕ. Практическое и теоретическое значение работы еще более возрастает в связи с тем, что исследования выполнены в естественных условиях работы мышц.

Реализация работы. Помимо исследований в теоретическом аспекте относящиеся к вопросам функционирования ДЕ, результаты исследований могут быть использованы при изучении функционального состояния нервно-мышечного аппарата в различных возрастных группах людей, а также при проведении спортивных тренировок. Установленные в результате работы закономерности функционирования ДЕ имеют также практическое применение при электромиографическом исследовании нервно-мышечного аппарата в клинике и при изучении патологии скелетной мускулатуры (данные могут служить как критерии возрастной и половой нормы).

Апробация работы. Основные результаты диссертации освещены в 10 опубликованных работах. Об итогах выполненных исследований докладывалось на всесоюзном симпозиуме по вопросам электромиографии в Тбилиси в 1976 г., на всесоюзной конференции по управлению регуляции движения в Москве,

в 1977 г., на научных республиканских конференциях в Каунасе, в 1976, 1978 гг. на конференции геронтологов ЛитССР в Вильнюсе, в 1978 г.

Объем работы. Диссертация состоит из 3 глав, введения, заключения, изложенных на 175 страницах машинописного текста, включает 33 таблицы, 33 рисунка, на которых представлены 84 электромиограммы и 4 графика.

Список литературных ссылок включает 211 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Многочисленными работами (Buchthal et al., 1956, 1959, 1963 и др.) довольно подробно были изучены структурно-функциональные особенности ДЕ у здоровых и больных людей. Однако, мы не встретили работ где отражались бы особенности активности ДЕ, которые изменяются с возрастом человека, а также данных о функциональных изменениях ДЕ лиц различного возраста после утомительных физических нагрузок и в восстановительном периоде.

Подробные исследования функционального состояния ДЕ у лиц женского пола с применением игольчатой электромиографии, по данным литературы, до сих пор вообще не проводились. Неизвестно также, как изменяется функциональное состояние ДЕ у этого контингента людей под влиянием утомительных физических нагрузок. Мы не нашли работ посвященных исследованиям территории ДЕ в зависимости от возраста и пола испытуемого.

Результаты исследований.

1. Исследование территории двигательных единиц с применением мультиэлектродов у лиц различного возраста и пола. Исследования территории двигательных единиц показали, что в условиях незначительного сокращения мышц от поверхностей мультиэлектродов отводятся спайковые потенциалы, обусловленные своим происхождением различным мышечным волокнам изучаемой Д.Е. Об этом свидетельствуют различия их формы и так-

же характер импульсации во времени. Мы исследовали территорию ДЕ у 43 мужчин в возрасте 18-23 лет, 45 мужчин в возрасте 40-50 лет, 48 мужчин в возрасте 60-75 лет и 45 женщин в возрасте 18-23 лет. Исследования показали, что величина территории ДЕ различна в разных мышцах, Спайковые потенциалы с амплитудой, превышающей 50 мкВ из мышц верхних конечностей регистрировались не более чем от 2-4 поверхностей мультиэлектрода и от 3-7 отводящих поверхностей в мышцах нижних конечностей во всех группах исследуемых лиц. Амплитуда начальных спайковых потенциалов не зависит от пола исследуемых лиц и была в пределах от 50 до 115 мкВ. У мужчин в возрасте 60-75 лет амплитуда этих потенциалов была незначительно ниже, нежели у молодых людей. По расположению спайковых потенциалов вдоль мультиэлектрода можно было судить, что от центральных электродов отводились наиболее высокоамплитудные колебания исследуемой ДЕ, причем они имели один максимум (рис . 1).

Средний диаметр территории 45 изученных ДЕ двуглавой мышцы плеча у мужчин в возрасте 18-23 лет составил $5,2 \pm 0,4$ мм. Территория 50 исследованных ДЕ той же мышцы у мужчин в возрасте 40-50 лет была близкой к диаметру территории ДЕ полученной у мужчин в возрасте 18-23 лет и составила $5,3 \pm 0,2$ мм. Величина территории ДЕ дельтовидной мышцы почти не отличалась от территории ДЕ двуглавой мышцы плеча.

У мужчин в возрасте 60-75 лет территория 94 исследованных ДЕ дельтовидной и двуглавой мышц плеча составила $4,9 \pm 0,6$ мм (разница, по сравнению с данными полученными у мужчин в возрасте 18-23 лет, статистически недостоверна, $p > 0,20$). Территория 44 исследованных ДЕ двуглавой мышцы плеча у женщин составила $5,8 \pm 0,2$ мм (разница, по сравнению с данными полученными у мужчин такого же возраста, статистически недостоверна, $p > 0,50$). У мужчин в возрасте 18-23 лет территория ДЕ двуглавой и прямой мышцы бедра равнялась $8,8 \pm 0,6$ мм. Величина территории 39 ДЕ икроножной мышцы была $7,9 \pm 0,7$ мм. У мужчин в возрасте 40-50 лет территория 90 исследованных ДЕ двуглавой и прямой мышцы бедра почти не отличалась от территории у мужчин в возрасте

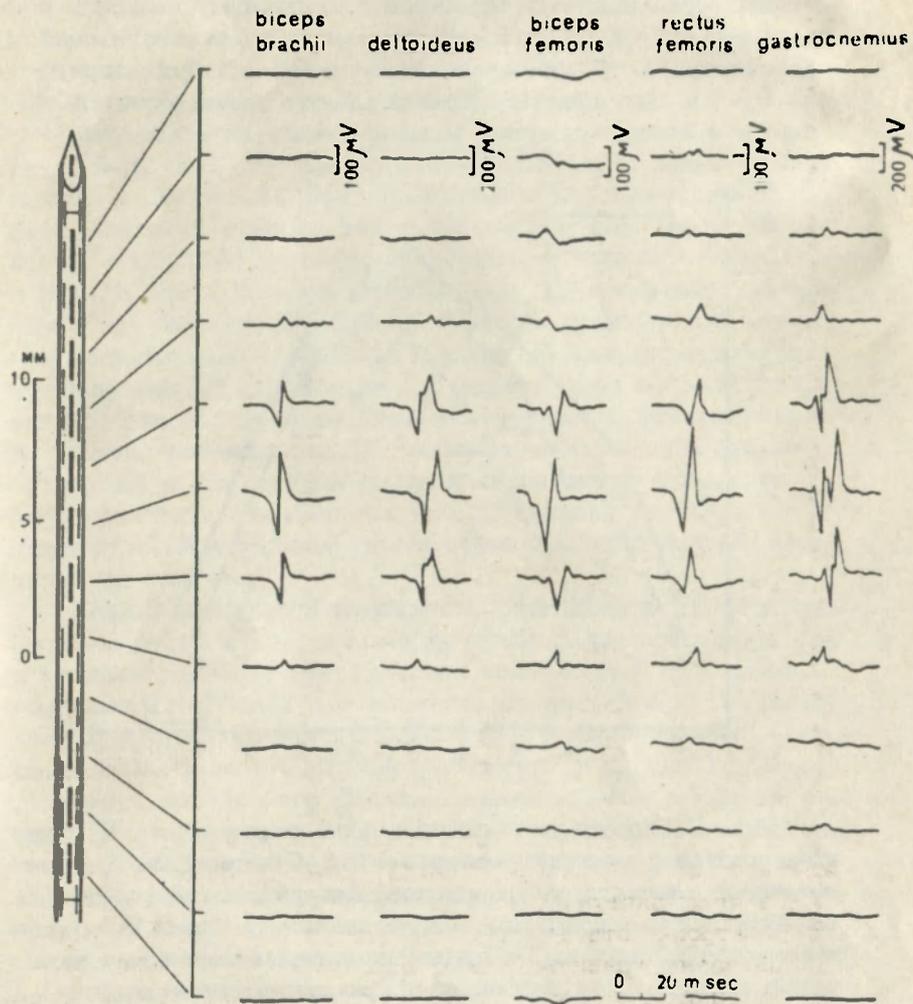


Рис. 1. Определение территории двигательных единиц. Потенциалы зарегистрированные разными отводящими поверхностями мультиэлектрода из мышц конечностей у мужчины А.М. в возрасте 74 года.

18-23 лет. Территория 45 исследованных ДЕ икроножной мышцы составила 7.0 ± 0.8 мм (разница, по сравнению с данными, полученными у молодых мужчин, статистически недостоверна). У мужчин в возрасте 60-75 лет территория 98 ДЕ двуглавой и прямой мышц бедра составила

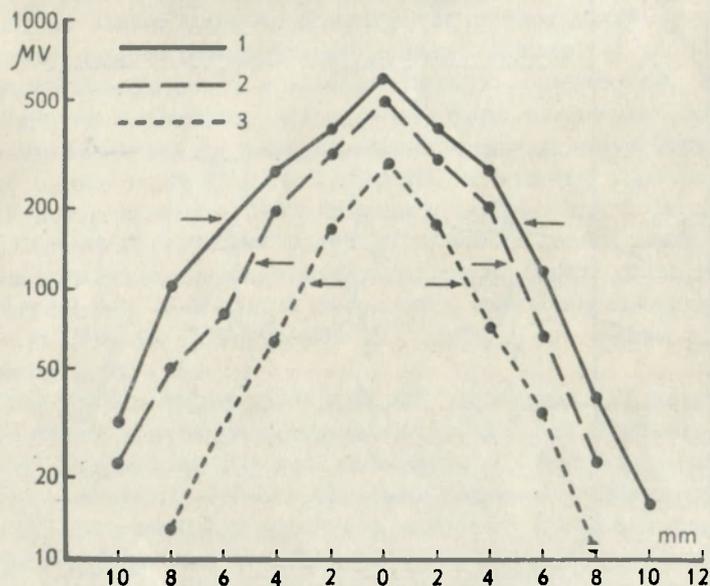


Рис. 2. Результаты исследования территории ДЕ мышц конечностей у мужчин в возрасте 60-75 лет; ось ординат - величина амплитуды потенциалов; ось абсцисс - расстояние от электрода, отводящего максимальный потенциал; стрелками показаны границы, в пределах которых потенциал имел форму спайка. 1 - двуглавая и прямая мышца бедра; 2 - икроножная мышца; 3 - двуглавая мышца плеча и дельтовидная мышца.

$8,4 \pm 0,5$ мм (рис. 2). Территория 43 ДЕ икроножной мышцы была близка к территории ДЕ одной и той же мышцы у мужчин в возрасте 40-50 лет, однако, эти показатели по

сравнению с данными, полученными у молодых мужчин, статистически недостоверные. Территория 85 ДЕ прямой и двуглавой мышц бедра у женщин была $8,9 \pm 0,4$ мм., 49 ДЕ икроножной мышцы - $7,1 \pm 0,3$ мм.

Амплитуда двуглавой мышцы плеча у мужчин в возрасте 18-23 лет составила $388 \pm 12,82$ мкВ, дельтовидной мышцы - $391 \pm 8,68$ мкВ. Длительность потенциалов ДЕ этой мышцы составила $11,8 \pm 0,49$ мсек, двуглавой мышцы плеча - $10,35 \pm 0,24$ мсек. У мужчин в возрасте 40-50 лет и 60-75 лет амплитуда потенциалов ДЕ мышц верхних конечностей была незначительно ниже по сравнению с данными, полученными у молодых мужчин. У женщин амплитуда потенциалов ДЕ больше, чем у мужчин того же возраста, однако, эти различия не были статистически достоверными. Амплитуда потенциалов ДЕ мышц нижних конечностей по сравнению с амплитудой верхних конечностей больше во всех группах исследованных лиц. Сравнивая данные этого параметра между возрастными группами, достоверных различий не найдено.

Характерно, что длительность потенциалов ДЕ с возрастом человека статистически достоверно увеличивается как в мышцах верхних, так и нижних конечностей. У мужчин в возрасте 18-23 лет длительность потенциалов ДЕ прямой мышцы бедра составила $12,40 \pm 0,43$ мсек, у мужчин в возрасте 60-75 лет - $15,30 \pm 0,95$ мсек ($p < 0,001$). Длительность потенциалов ДЕ одноименных мышц у женщин выше, нежели у мужчин того же возраста, однако, статистически достоверных различий не установлено.

Из приведенных данных следует, что с возрастом человека величина территории ДЕ не меняется, однако, длительность потенциалов увеличивается. Это может быть причиной в замедлении скорости распространения волны деполяризации по мышечным волокнам данной ДЕ.

2. Параметры потенциалов двигательных единиц в зависимости от возраста, пола испытуемого и их изменение под влиянием физических нагрузок. У мужчин в возрасте 18-23 лет перед физической нагрузкой длительность 201 исследованной ДЕ двуглавой мышцы плеча составила $8,35 \pm 0,27$ мсек, 183 ДЕ дельтовидной мышцы - $10,95 \pm 0,60$ мсек.

Амплитуда потенциалов этих ДЕ составила $349 \pm 12,82$ мкВ, в дельтовидной мышце — $352 \pm 8,66$ мкВ. У мужчин в возрасте 40–50 лет длительность потенциалов 206 ДЕ двуглавой мышцы плеча равнялась $10,55 \pm 0,78$ мсек, 173 ДЕ дельтовидной мышцы — $13,60 \pm 0,75$ мсек. Длительность потенциалов ДЕ у лиц женского пола почти не отличалась от данных, полученных у мужчин того же возраста. Средние данные длительности потенциалов ДЕ во всех исследованных мышцах нижних конечностей у мужчин в возрасте 60–75 лет значительно превышали средние данные длительности потенциалов ДЕ у мужчин младшего возраста. Средняя амплитуда потенциалов ДЕ у этой группы мужчин была несколько ниже по сравнению с данными, полученными у молодых мужчин, однако, статистически достоверных различий не найдено.

Непосредственно после утомительной физической нагрузки у мужчин в возрасте 18–23 лет почти во всех мышцах верхних и нижних конечностей найдено увеличение длительности потенциалов ДЕ с незначительным уменьшением их амплитуды. Увеличение длительности потенциалов ДЕ найдено также в группе пожилых мужчин. Показатели величины амплитуды потенциалов ДЕ были почти без изменений по сравнению с данными, полученными перед физической нагрузкой. В мышцах нижних конечностей она незначительно снизилась по сравнению с исходным состоянием, однако, эти различия не были статистически достоверными. В единичных случаях наблюдали увеличение амплитуды потенциалов с одновременным уменьшением их длительности, однако, количество таких ДЕ было невелико. У женщин регистрировались потенциалы ДЕ с длительностью, превышающей таковую, полученную перед физической нагрузкой.

После 14–16 часов отдыха амплитуда и длительность потенциалов ДЕ мышц верхних и нижних конечностей у молодых лиц приблизилась к величинам, полученным перед нагрузкой. У мужчин в возрасте 40–50 лет и 60–75 лет почти во всех мышцах средние данные длительности потенциалов ДЕ остались почти неизменными или даже превысили исходные величины показателей (более значительно у мужчин в возрасте 60–75 лет).

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что с возрастом, а также под влиянием утомительных физических нагрузок амплитуда потенциалов ДЕ уменьшается. Следует также подчеркнуть, что у женщин цифры этого параметра потенциалов ДЕ выше, чем у мужчин того же возраста. Причиной снижения амплитуды потенциалов, ДЕ, возможно является то, что при утомлении, наряду со снижением механического эффекта мышцы, уменьшается потенциал действия мышечных волокон. Не исключено также, что с возникновением блокирования нервного импульса в нервно-мышечных окончаниях происходит снижение амплитуды потенциалов одиночных ДЕ с одновременным увеличением количества полифазных потенциалов (в большей степени у пожилых лиц). Увеличение длительности потенциалов ДЕ можно объяснить тем, что при утомлении на каждый импульс, приходящий от мотонейрона, отвечает большее количество мышечных волокон ДЕ, чем при таком же слабом сокращении мышцы перед физической нагрузкой. Можно предположить, что при старении человека значительно замедляется волна деполяризации, которая влияет на увеличение длительности потенциалов ДЕ.

3. Форма потенциалов двигательных единиц в зависимости от пола, возраста испытуемого и ее изменения под влиянием утомительных физических нагрузок. Потенциалы ДЕ, зарегистрированные во время произвольного сокращения мышцы, обладали различной формой, по которой можно было идентифицировать ряды, обязанные своим происхождением различным ДЕ. Перед нагрузкой у лиц в возрасте 18-23 лет регистрировали до 9% полифазных потенциалов ДЕ как в мышцах верхних, так и нижних конечностей. В основном исследуемые ДЕ генерировали двухфазные потенциалы. При регистрации двух-, трех- и четырехфазных потенциалов заключительным компонентом было довольно длительное восстановительное отклонение положительного знака. Однако, выраженность положительной фазы находилась в тесной зависимости от местонахождения регистрирующего электрода по отношению к иннервационной зоне. У мужчин в возрасте 40-50 лет число полифазных потенциалов было больше, чем у молодых лиц и составило около 16%. У мужчин в возрасте 60-75 лет полифазные потенциалы в мышцах верхних и нижних конечностей не превышали 19%. У женщин

количество полифазных потенциалов почти не отличалось от числа таких потенциалов, полученных у молодых мужчин.

Исследования показали, что утомительная физическая нагрузка вызывает увеличение числа полифазных потенциалов ДЕ, особенно у пожилых лиц. Количество полифазных потенциалов после физической нагрузки у мужчин в возрасте 40–50 лет не превышало 21%, у женщин – 15%. Наибольшее количество полифазных потенциалов регистрировалось из мышц нижних конечностей.

После продолжительного отдыха число полифазных потенциалов у молодых лиц в мышцах верхних конечностей не превышало 8%, а в мышцах нижних конечностей 11%. Повышенное количество полифазных потенциалов по сравнению с молодыми лицами отмечено у пожилых лиц.

Из приведенных данных следует, что возраст и утомительные физические нагрузки могут быть причиной увеличения числа полифазных потенциалов. Увеличение количества полифазных потенциалов после утомительных нагрузок можно объяснить следствием более выраженной временной дисперсии потенциалов действия мышечных волокон данной ДЕ, и возможно, замедлением скорости проведения возбуждения по мышечным волокнам.

Повышенное количество полифазных потенциалов, зарегистрированных из мышц нижних конечностей по сравнению с мышцами верхних конечностей, по-видимому, можно объяснить тем, что ДЕ этих мышц имеют большую территорию, вследствие чего временная и пространственная дисперсия спайковых компонентов потенциалов ДЕ может оказаться более значительной.

4. Особенности импульсации двигательных единиц в зависимости от пола и возраста исследуемых лиц. При слабом произвольном напряжении двуглавой мышцы плеча, перед физической нагрузкой у мужчин в возрасте 18–23 лет, ДЕ импульсировали с межимпульсными интервалами $76,80 \pm 1,17$ мсек, а в прямой мышце бедра – $94,15 \pm 3,56$ мсек. В группе мужчин в возрасте 60–75 лет в идентичных мышцах частота импульсации ДЕ была ниже по сравнению с данными полученными у мужчин 18–23-летнего возраста. В двуглавой мышце

плеча межимпульсные интервалы составляли $84,98 \pm 1,06$ мсек, а в прямой мышце бедра — $105,65 \pm 1,46$ мсек. Активность ДЕ при идентичном произвольном сокращении мышцы у женщин выше, нежели у мужчин того же возраста. После утомительной нагрузки частота потенциалов ДЕ во всех группах исследованных лиц достоверно уменьшалась, а после длительного отдыха (14–16 часов) возвращалась к исходному состоянию.

При уменьшении частоты разрядов ДЕ стандартное отклонение увеличивалось, а при увеличении частоты — уменьшалось. В двуглавой мышце плеча у женщин средняя длительность межимпульсных интервалов до физической нагрузки равнялась $75,97 \pm 0,70$ мсек, стандартное отклонение — 14,02 мсек. Сразу после утомительной нагрузки эти цифры равнялись $79,81 \pm 1,20$ мсек, стандартное отклонение — 22,97 мсек.

В последовательной записи иногда встречались группы из 3–5 смежных интервалов равной длительности. Чем короче был первый межимпульсный интервал, тем длиннее последующий, после чего ДЕ переходили в стационарный режим работы. Факт, что при первом коротком интервале последующий бывает растянутым, можно объяснить более сильным возвратным торможением через клетки Реншоу, так как в этом случае возвратное воздействие на альфа-мотонейроны, по данным некоторых исследователей, наиболее выражено (И.М. Гельфанд с соавт., 1963).

Кроме этого нами было обнаружено, что тренировка является положительным фактором, дающим возможность испытуемому относительно легко произвольно контролировать и включать в работу отдельные ДЕ. Следует, однако, отметить, что это свойство было более присуще молодым лицам. Характерно, что непосредственно после утомительных нагрузок произвольный контроль ДЕ был затруднен в большей степени у пожилых людей.

5. Временные соотношения потенциалов двигательных единиц в норме и их изменения под влиянием утомительных физических нагрузок. При незначительном изометрическом мышечном сокращении, перед физической нагрузкой, у мужчин в возрасте 18–23 лет, во всех исследованных мышцах найдено лишь

незначительное количество совпадающих во времени потенциалов разных ДЕ. В двуглавой мышце плеча число совпадающих потенциалов в таких парах составило $8,45 \pm 0,35\%$, в дельтовидной мышце — $10,20 \pm 0,35\%$. Число синхронных разрядов ДЕ двуглавой мышцы бедра не превышало $12,10 \pm 0,44\%$, в прямой мышце бедра, и в икроножной мышце их число составило соответственно $9,25 \pm 0,34\%$ и $9,55 \pm 0,35\%$. У мужчин в возрасте 40–50 лет количество совпадающих во времени потенциалов ДЕ было почти таким же, как и у молодых мужчин. У мужчин в возрасте 60–75 лет обнаружено повышенное количество совпадающих во времени потенциалов в каждой паре исследованных ДЕ по сравнению с данными, полученными у молодых мужчин. Отмечено повышенное число синхронно работающих пар ДЕ в двуглавой мышце плеча и в прямой мышце бедра у женщин во время их произвольного сокращения. Количество синхронных импульсов в каждой паре ДЕ в других мышцах было почти таким же, как и у мужчин того же возраста.

После утомительной физической нагрузки число синхронно работающих ДЕ достоверно увеличивалось во всех группах исследуемых лиц, причем более значительно у мужчин в возрасте 60–75 лет. Характерно, что после 14–16 часов отдыха у пожилых мужчин в мышцах, накануне подвергнутых утомительной нагрузке, особенно в болезненных ее участках регистрировалось повышенное количество совпадающих разрядов по сравнению с данными, полученными перед физической нагрузкой. Эти различия оказались статистически недостоверными для всех исследованных мышц данного возраста. Построенные гистограммы перед физической нагрузкой в большинстве случаев показывают асинхронную работу разрядов ДЕ. Гистограммы после физической нагрузки свидетельствуют о повышении синхронизации разрядов в разных ДЕ.

Исходя из приведенных данных, следует, что при незначительном мышечном сокращении количество совпадающих во времени потенциалов разных ДЕ в мышцах конечностей более выражено у пожилых лиц (60–75 лет.). Непосредственно после физических нагрузок число совпадающих потенциалов ДЕ достоверно увеличивается в большей степени у пожилых лиц, которое не восстанавливается даже после продолжительного отдыха.

Полагаем, что при выраженном утомлении мышц, синхронизации потенциалов способствует повышенная возбудимость мотонейронов. Увеличение электротонического взаимодействия может быть также причиной повышения синхронизации разрядов разных ДЕ (Р.С. Персон, 1969).

6. Влияние физических нагрузок на спонтанную электрическую активность двигательных единиц в зависимости от возраста и пола. Исследования, проведенные на 35 мужчинах и 15 женщинах в возрасте 18–23 лет и 40 мужчинах в возрасте 60–75 лет, показали, что перед физической нагрузкой на ЭМГ отведенных концентрическими электродами у молодых и пожилых лиц в мышцах верхних конечностей в состоянии функционального покоя в единичных случаях регистрировались редкие потенциалы с амплитудой, не превышающей 50 мкВ. После утомительных физических нагрузок электрическая активность носила такой же характер, как и перед нагрузкой. Однако, в отличие от исходного состояния у 20 пожилых и 14 молодых лиц на ЭМГ покоя регистрировались спонтанные потенциалы величиной $21,3 \pm 1,7$ мкВ и $19,4 \pm 2,8$ мкВ ($p < 0,005$). Длительность этих потенциалов у молодых лиц составила $2,3 \pm 0,2$ мсек, у пожилых – $2,9 \pm 0,4$ мсек.

После длительного отдыха в обеих группах исследованных лиц спонтанная электрическая активность почти не отличалась от активности, полученной до физической нагрузки.

Есть основание полагать, что те потенциалы, длительность которых не превышает 3 мсек, являются потенциалами отдельных мышечных волокон. Можно считать, что их появление на ЭМГ не связано с приходом нервных импульсов от мотонейрона. Можно также предположить, что утомительные физические нагрузки вызывают определенные функциональные сдвиги не только в самих мышечных волокнах, но и в двигательных центрах. Появление фасцикуляций, особенно после интенсивных физических нагрузок, возможно связано с рефлекторным ответом сегментарных мотонейронов на усиление периферической импульсации. Увеличение электрической активности типа фибрилляций, скорее всего, может быть связано с непосредственным раздражением мионевральной пластинки мышечных волокон в результате гуморальных сдвигов в интенсивно работающих мышцах.

Суммируя результаты исследования, можно заключить, что применение игольчатых электродов, особенно мультиэлектродов, является наиболее эффективным методом для получения более полной информации о функциональных изменениях на уровне мышечных волокон и двигательных единиц. Исследование ДЕ с применением мультиэлектрода показало, что возраст и пол испытуемого не выявляют статистически достоверных различий в величине территории ДЕ. С возрастом человека длительность потенциалов ДЕ и количество полифазных потенциалов увеличивается. Половое различие исследуемых лиц не имеет существенного влияния на длительность и форму потенциалов двигательных единиц.

Утомительные физические нагрузки вызывают уменьшение частоты колебания потенциалов и увеличение числа совпадающих разрядов ДЕ, с более выраженными сдвигами у мужчин в возрасте 60–75 лет. Вследствие утомления увеличивается длительность и количество полифазных потенциалов во всех группах исследуемых лиц. Исследования показали, что возраст, пол, а также утомление мышц не имеет существенного значения для величины амплитуды потенциалов ДЕ. Утомительные физические нагрузки вызывали увеличение спонтанной электрической активности (в большей степени у пожилых лиц).

Высокая информативность электромиографических показателей при относительно несложной методике исследования и оценке полученных данных, позволяет рекомендовать применение электромиографии не только в условиях хорошо оснащенных электромиографических лабораторий. Эти исследования могут быть использованы также в периферийных практических учреждениях здравоохранения, спортивной медицины и в других физиологических исследованиях функционального состояния нервно-мышечной системы человека.

ВЫВОДЫ

1. Электрическая активность нервно-мышечного аппарата в процессе старения человека имеет однонаправленный

характер в сторону ее понижения. Возраст и пол человека, а также утомительная физическая нагрузка не вызывает достоверных изменений амплитуды потенциалов двигательных единиц (ДЕ) на электромиограмме.

2. С возрастом человека (18-75 лет) частота импульсации ДЕ снижается по сравнению с молодыми в среднем на 4,3%. Физические нагрузки вызывают снижение частоты импульсации ДЕ у всех исследованных, однако, в большей степени у пожилых лиц. Разница между частотами импульсации ДЕ женщин и мужчин того же возраста не существенна.

3. С возрастом человека (18-75 лет) длительность потенциалов ДЕ достоверно увеличивается; у мужчин и женщин не выявляется существенных различий в величинах данного параметра. Утомительные физические нагрузки вызывают увеличение длительности потенциалов действия у людей всех возрастных групп. Эти изменения более выражены у молодых лиц.

4. Возраст и пол исследованных лиц существенно не влияет на величину территории ДЕ. Территория ДЕ скелетных мышц верхних конечностей достоверно уменьшается по сравнению с территорией мышц нижних конечностей.

5. Возраст исследованных лиц не влияет на синхронизацию импульсации ДЕ. Количество совпадающих потенциалов ДЕ мышц у женщин такое же, как и у мужчин соответствующего возраста. Утомительные физические нагрузки повышают синхронизацию потенциалов ДЕ. В восстановительном периоде ее величины возвращаются к исходным цифрам. У пожилых людей (60-75 лет) период восстановления удлиняется.

6. Спонтанная электрическая активность типа фибрилляций и фасцикуляций у пожилых в среднем на 16,0% больше чем у молодых лиц. Мышечное утомление сопровождается увеличением спонтанной электрической активности ДЕ у всех исследованных людей.

7. У пожилых людей (60-75 лет) по сравнению с молодыми (18-23 лет) количество полифазных потенциалов увеличивается в среднем на 47%. Пол исследуемых не влияет на форму потенциалов ДЕ. Физические нагрузки вызывают увеличение количества полифазных потенциалов у всех исследуемых лиц в среднем на 8,4%. Эти изменения более выражены у пожилых людей (16,8%).

№228

8. Для тестирования функционального состояния ДЕ различного возраста и пола целесообразно применять дозированные физические нагрузки; при этом электромиограммы целесообразно регистрировать перед, сразу после нагрузки и в восстановительном периоде (14-16-часов после нагрузки).

9. Электромиографические показатели здоровых лиц различного возраста и пола при сопоставлении с данными полученными у больных людей, с нарушением функционирования ДЕ, могут быть использованы для изучения характера этих изменений и определения динамики течения патологического процесса нервно-мышечной системы.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1. К вопросу об исследовании территории двигательных единиц - В кн.: Электромиографические исследования в клинике. (Материалы Второго всесоюзного симпозиума по клинической электромиографии). Тбилиси, 1976, с. 190. Соавторы: М.А. Чоботас, И.И. Яшанинас, Ю.С. Саплинскас.
2. Некоторые данные активности двигательных единиц скелетных мышц у лиц различного возраста. - В кн.: Материалы XXX научно-методической республиканской конференции. Каунас, 1976, с. 44. Соавторы: М.А. Чоботас, И.И. Яшанинас, Ю.С. Саплинскас.
3. Активность двигательных единиц при ступенчатом увеличении силы сокращения скелетных мышц у лиц с различной тренированностью. - В кн.: Материалы XXX научно-методической республиканской конференции. Каунас, 1976, с. 137. Соавторы: М. Чоботас, И. Яшанинас, Ю. Саплинскас.
4. Влияние возраста и утомления на параметры потенциалов двигательных единиц скелетных мышц мужчин. - В кн.: Современные проблемы геронтологии и гериатрии. (Материалы III Закавказской научной конференции геронтологов и гериатров). Тбилиси, 1977, с. 204-205. Соавторы: М. Чоботас, И. Яшанинас, Ю. Саплинскас.

5. Изменения активности двигательных единиц в процессе спортивной тренировки. – В кн.: Физиологические основы управления движениями при спортивной деятельности. (Материалы II Всесоюзной конференции 1977 г.). Москва, 1978, с. 43–45. Соавторы: М. Чоботас, Ю. Саплинскас, И. Яшанинас.
6. Влияние физической нагрузки на длительность потенциалов двигательных единиц мышц нижних конечностей у лиц различного возраста. – В кн.: Материалы научно-методической конференции. Каунас, 1978, с. 158–159. Соавторы: М. Чоботас, И. Яшанинас, Ю. Саплинскас.
7. К вопросу решения некоторых сторон методики электромиографических исследований. – В кн.: Материалы научно-методической конференции. Каунас, 1978, с. 156–157. Соавторы: М. Чоботас, И. Яшанинас, Ю. Саплинскас.
8. Форма потенциалов двигательных единиц скелетных мышц у лиц различного возраста. – Журнал Здравоохранение (на литовском яз., резюме на русском яз.), 1978, № 9, с. 30–32. Соавторы: М. Чоботас, И. Яшанинас, Ю. Саплинскас.
9. Влияние возраста и утомления на временные соотношения потенциалов двигательных единиц скелетных мышц. – В кн.: Вопросы патогенеза, диагностики и лечения заболеваний органов движения у пожилых людей. (Материалы конференции геронтологов Литовской ССР). Вильнюс, 1978, с. 92–94.
10. Электромиографические критерии падения уровня мышечной силы у лиц пожилого возраста. – В кн.: Вопросы патогенеза, диагностики и лечения заболеваний органов движения у пожилых людей. (Материалы конференции геронтологов Литовской ССР). Вильнюс, 1978, с. 94–97. Соавторы: М.А. Чоботас, И.И. Яшанинас, Ю.С. Саплинскас.