

УДК 612: 796. 015. 86

ЭФФЕКТ ТРАКЦИОННОЙ МИОРЕЛАКСАЦИИ НА РЕАКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА У СПОРТСМЕНОВ

Мельниченко Е.В., Ефименко А.М., Озерова Л.А., Мишин Н.П., Пархоменко А.И.,

Снапков П.В., Ромашевский Д.В.

Согласно современным представлениям, нейрогуморальный контроль скелетной мускулатуры – это электрохимические влияния мотонейрона на мышечные клетки, выражающиеся в поддержании ее дифференцированного состояния и осуществляемые в соответствии с функциональным состоянием супраспинальных структур [1]. Конечным звеном центрального контроля движений является организация активности отдельных двигательных единиц (ДЕ), согласованное действие которых является основой проявления мышечной силы и координации движений [2]. Как показывают исследования [3], сила сокращения мышцы находится в прямой зависимости от времени ее релаксации, что наиболее ярко проявляется в случаях прерывного (динамического) регулирования. С учетом вводимых констант, чем больше скорость и качество релаксации мышечных волокон ДЕ, тем больше упругая сила мышцы и выполняемая ими механическая работа [3, 4].

Такая закономерность обнаруживается не только на уровне отдельных ДЕ, но также и в региональных двигательных системах. В формировании их динамического сократительного режима принимают участие все уровни центральной нервной системы (ЦНС), организующие реципрокный паттерн активности рекрутированных ДЕ [5, 6]. Электромиографические исследования показывают, что при выполнении физической нагрузки коэффициент активации антагонистов обратно пропорционален амплитуде сигналов в сокращающейся мышце. При патологических состояниях, высокий коэффициент активации мышц-антагонистов в режиме динамических сокращений приводит к существенному снижению силы и координации активных движений [7].

Последующие исследования, посвященные изучению роли миорелаксации в феномене проявления произвольной силы показывают, что рост спортивных результатов у высококвалифицированных спортсменов в большей степени коррелирует со способностью мышц к расслаблению, чем с ростом ее силовых характеристик [8], что наблюдается у спортсменов с низкой квалификацией. Ярким примером нарушения процессов миорелаксации является мышечный тетанус (судорога), обусловленный нарушением нейротрофических процессов на уровне ЦНС и исполнительного аппарата и приводящая к резкому снижению

двигательных качеств мышц. Одной из возможных причин нарушения гармоничного динамического паттерна режима «сокращение-расслабление» в мышце является утомление. В спортивной практике для профилактики развития утомления и мышечных «судорог» используются восстановительные упражнения, направленные на миорелаксацию рабочих цилиндров ведущих групп мышц.

Анализ механизмов, лежащих в основе развития мышечного утомления, показал, что наиболее вероятно они локализируются в супраспинальной системе управления двигательного аппарата, ответственного за снижение произвольной силы [9]. Однако эффект миорелаксации, играющий важную роль в проявлении мышечной силы, на функциональное состояние этих систем малоизучен.

В связи с этим, целью настоящих исследований являлось изучение влияния тракционной миорелаксации на электроэнцефалографическую активность головного мозга у спортсменов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие 20 спортсменов – правшей 18-25 летнего возраста (экспериментальная группа), специализирующихся в спортивных единоборствах (бокс, кикбоксинг, таэквондо, каратэ и др.), и 10 испытуемых, не занимающихся спортом (контрольная группа). В обеих группах регистрировали ЭЭГ до и после комплекса аутоотракции, оказывающей выраженный релаксирующий эффект в форме снижения мышечного тонуса [10].

Отведения ЭЭГ осуществляли по общепринятой методике с помощью автоматизированного комплекса, состоящего из электроэнцефалографа ЭЭГ-168 ("Medicor", Венгрия), интерфейса и компьютера IBM PS. Для регистрации ЭЭГ была выбрана стандартная полоса частот усилительного тракта (верхняя граница частотного диапазона 70 Гц, постоянная времени, определяющая нижнюю границу – 0,3 с.). Сигналы обрабатывались с использованием преобразования Фурье, получая спектры мощности ЭЭГ.

ЭЭГ - потенциалы отводили монополярно, с расположением электродов по системе "10-20%", что соответствует проекции на центральную область ассоциативной коры. Считается, что регистрация ЭЭГ в этих точках отражает тип доминирующего ритма ЭЭГ. Указанные зоны наиболее информативны при исследовании межполушарных отношений [11].

Локализация электродов была следующей:

1. С 3 - левый центральный.
2. С 4 – правый центральный.
3. Два объединенных референтных электрода – над сосцевидной костью череп (позади уха).
4. Заземляющий электрод – на запястье левой руки.

Испытуемый располагался в удобном кресле с подголовником в экранированной затемненной камере. Для крепления электродов использовали ЭЭГ-шлем из резиновых полос. В местах наложения электродов кожу тщательно обезжировали спиртом. Чашеобразные электроды, покрытые слоем хлорированного серебра, заполняли электропроводным гелем. Электроды С3 и

ЭФФЕКТ ТРАКЦИОННОЙ МИОРЕЛАКСАЦИИ НА РЕАКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА У СПОРТСМЕНОВ

С4 прижимали лентами шлема, референтные фиксировали клейкой лентой, электрод заземления – резиновой манжетой.

Эксперимент в обеих группах проходил в два этапа:

1. Регистрация ЭЭГ до сеанса аутоотракции (фон. Ф).
2. Регистрация ЭЭГ после сеанса аутоотракции (П).

Запись ЭЭГ потенциалов проводилась в три эпохи по 15 серий в каждой:

- 1 эпоха – закрытые глаза (З);
- 2 эпоха – открытые глаза (О);
- 3 эпоха – закрытые глаза (З).

Анализировали коэффициент реактивности (КР), который характеризует динамические свойства корковых нейронов при поступлении зрительных сигналов в кору (З – О), прерывании потока сенсорных (зрительных) сигналов (О – З) в экспериментальной парадигме "закрытые глаза – открытые глаза – закрытые глаза". КР рассчитывали по формуле (1):

$$КР = \frac{X(\text{закрытые_глаза})}{X(\text{открытые_глаза})}, \text{ где} \quad (1)$$

X – средние значения мощности альфа-ритма (мкВ^2) на каждом из этапов исследования и наоборот, согласно экспериментальной парадигме [11, 12].

Величина КР больше 1,0 свидетельствует о снижении альфа-ритма и, соответственно, повышении реактивности, а меньше 1,0 – об увеличении альфа-ритма и снижении реактивных свойств нейронов коры мозга

Сравнивали КР в контрольной и экспериментальной группах в аспекте изучения устойчивости или пластичности нервных процессов в корковых нейронах в условиях действия тракционной миорелаксации.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показано в табл. 1 и рис. 1, существенных различий в реактивности нейронов коры мозга на этапах "З – О – З" по сравнению с фоном у обследуемых не обнаружено, что свидетельствует о функциональной однородности экспериментальной выборки и сравнимом исходном уровне функционального состояния коры мозга у спортсменов и неспортсменов по альфа-ритму ЭЭГ.

Как показывают данные таблицы, КР в правом и левом полушариях у обследуемых контрольной и экспериментальных групп не имеет существенных различий до воздействия тракционных физических упражнений.

Действие комплекса аутоотракции, направленного на растяжение корпусных мышц и мышц поясов конечностей, оказало разное влияние на КР альфа-ритма в левом полушарии у обследуемых контрольной и экспериментальной групп. Так, в эпохе "закрытые – открытые глаза" КР альфа-ритма увеличился в экспериментальной группе на $1,74 \pm 0,14$ ед., а в контрольной группе обнаружено существенно меньшее увеличение КР альфа-ритма до $1,41 \pm 0,22$ ед. ($P = 0,007$; $t = 2,93$). Такая динамика, вероятно, свидетельствует о большей реактивности альфа-ритма и более выраженном седативном эффекте миорелаксации на состояние корковых нейронов в условии активации зрительного анализатора у спортсменов.

Таблица 1.

Значения коэффициента реактивности до и после действия массажа у испытуемых контрольной (n=10) и экспериментальной (n=10) групп

Эпоха	Контрольная группа (Mean±Std.Dv.)	Экспериментальная группа (Mean±Std.Dv.)	t	P
ФЗ О АЛЬФЛ	1,49±0,57	1,54±0,36	-0,29	0,778
ФЗ О АЛЬФП	1,39±0,50	1,56±0,36	-1,03	0,313
ФО З АЛЬФЛ	0,78±0,44	0,69±0,16	0,79	0,436
ФО З АЛЬФП	0,81±0,47	0,69±0,16	1,05	0,305
ПЗ О АЛЬФЛ	1,74±0,41	1,41±0,22	2,93	0,007
ПЗ О АЛЬФП	1,60±0,37	1,41±0,21	1,89	0,069
ПО З АЛЬФЛ	0,61±0,17	0,73±0,12	-2,12	0,043
ПО З АЛЬФП	0,67±0,18	0,73±0,11	-1,21	0,236

Обозначения: Ф – фон, до комплекса аутоотракции; П – после комплекса аутоотракции; О – открытые глаза; З – закрытые глаза; АЛЬФЛ – альфа-ритм левого полушария; АЛЬФП – альфа-ритм правого полушария.

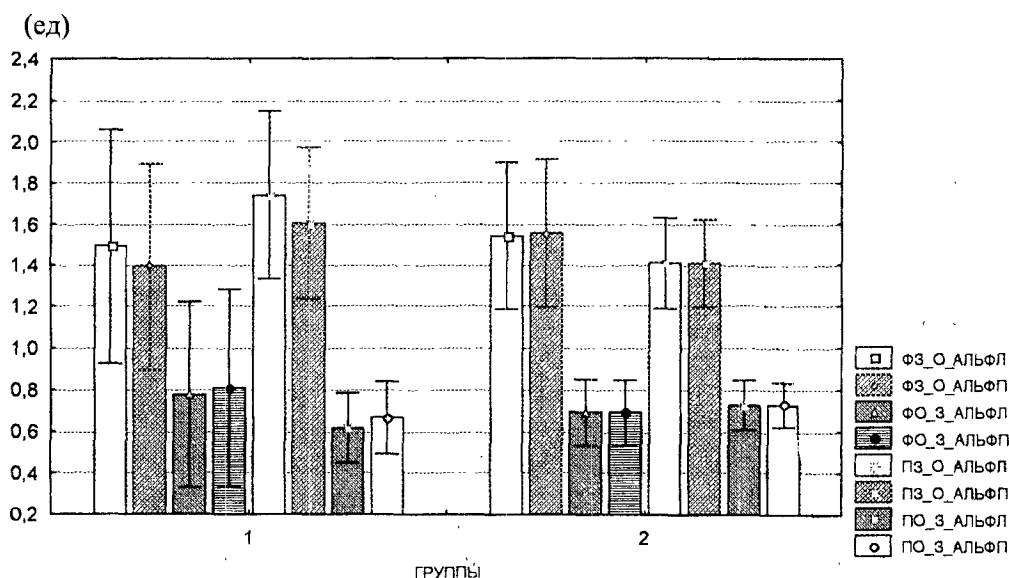


Рис. 1. Значения коэффициента реактивности до и после действия аутоотракции у испытуемых контрольной (n=10) и экспериментальной (n=20) групп (Mean±Std.Dv.).

Примечания: 1- экспериментальная группа; 2 – контрольная группа.

В эпохе "открытые глаза – закрытые глаза" также обнаружена существенная разница в динамических свойствах корковых нейронов у спортсменов и неспортсменов (P = 0,043; t = -2,12). Так, в контрольной группе КР составлял 0,73±0,12 ед., а в экспериментальной 0,61±0,17 ед., что отражает большую

ЭФФЕКТ ТРАКЦИОННОЙ МИОРЕЛАКСАЦИИ НА РЕАКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА У СПОРТСМЕНОВ

устойчивость эффекта седатации коры мозга в условиях модуляции кортикопетальных сигналов проприорецептивной информации от мышц при их растяжении. В правом полушарии КР у спортсменов и неспортсменов достоверно не различается ($P = 0,069$; $P = 0,236$).

В целом полученные результаты свидетельствуют о более выраженном влиянии эффекта тракционной миорелаксации на реактивность нейронов головного мозга у спортсменов, адаптированных к действию физических нагрузок в сравнении с неспортсменами. Физиологическим фундаментом такого эффекта, вероятно, служат морфо-функциональные предпосылки временных связей соответствующих двигательных стереотипов, затрагивающих функциональную организацию нейронов коры, что наиболее ярко проявляется в структуре альфа-активности. Одной из возможных причин такого эффекта может являться также усиление потока проприорецепции у спортсменов, связанное с увеличением рецептивных полей мышечных веретен и сухожильных рецепторов, а также их количества и метаболической активности.

Обращает на себя внимание тот факт, что существенные различия КР в контрольной и экспериментальной группах обнаружены только в левом полушарии, ответственном за осуществление процессов абстрактной, символической и интеллектуальной деятельности. Вероятно, это характеризует возросшую в условиях аутотракции асимметрию мощности альфа-ритма у спортсменов. Как показывают исследования, увеличение доминирующего альфа-ритма в сторону левополушарной представленности свидетельствует о более спокойном текущем функциональном состоянии головного мозга в условиях двигательной активности.

ВЫВОДЫ

Полученные данные свидетельствуют о выраженном седативном эффекте тракционной миорелаксации на функциональное состояние нейронов головного мозга у спортсменов, заключающемся в увеличении коэффициента реактивности альфа-ритма в условиях поступления зрительной информации и снижении КР при ее прерывании. При этом увеличивается асимметрия в сторону левополушарного доминирования.

Список литературы

1. Попелянский Я.Ю., Богданов Э.И., Хабилов Ф.А., Фасхутдинов Р.Р., Хабилов Р.А. Роль нарушения нейротрофического контроля в формировании вертеброгенных невралгических и миодистрофических синдромов // Невропатологии и психотерапии. – 1985. – №3. – С. 333-337.
2. Казаров Д.И., Шапков Ю.Т. Двигательные единицы скелетных мышц человека. – Л.: Наука, 1983. – 252 с.
3. Богданов В.А. Роль релаксационных свойств мышц в формировании движений // Биофизика. – 1985. – Т. XXX, №1. – С. 145-148.
4. Богданов В.А. Организация паттерна динамической активности мышц // Биофизика – 1980. – Т. XXV. – №8. – С. 1080-1081.

5. Бердичевская Е.М. Профиль межполушарной асимметрии и двигательные качества // Теор. и практ. физ. культ. – 1999. - №9. – С. 36-38.
6. Галеев А.Р., Игнашева Л.Н. Взаимосвязь типа вегетативной регуляции и потребности в двигательной активности // Физиология мышечной деятельности: Тез. докл. Междунар. конф. – М., 2000. – С. 43-44.
7. Юсевич Ю.С. Очерки по клинической электромиографии. – М.: Медицина, 1972. – С. 51-65.
8. Высочин Ю.В., Денисенко Ю.П., Гусев В.А., Гордеев В.А., Гордеев Ю.В. Влияние сократительных и релаксационных характеристик мышц на рост квалификации спортсменов // Теор. и практ. физ. культ. – 2003. – № 6. – С. 23-25.
9. Анисимова Н.П. Эффекты произвольного управления активности двигательных единиц // Сб. научных трудов «Регуляция и сенсорное обеспечение движений». – Л.: Наука – 1987. – С. 162-169.
10. Деклар. патент на винахід UA 71267A, 7A61H23/00 від 15.11.2004 р. Спосіб реабілітації хворих з ідеопатичним сколіозом 1-3 ступеня і остеохондрозу хребта. Опубл. Бюл. № 11., 2004 р. / Озерова Л.О., Мльніченко О.В., Пархоменко О.І., Єфіменко А.М.
11. Шинкаревский П.В. Індивідуальні варіації типів ЕЕГ людини при вербальному сприйнятті емотивної інформації: Автореф. дисс... канд. биол. наук. – Симферополь, 1998. – 18 с.
12. Пратусевич Ю.М., Сербиненко М.В., Орбачевская Г.Н. Системный анализ процесса мышления, – М.: Медицина, 1989. – 336 с.

Поступила в редакцию 23.09.2005 г.