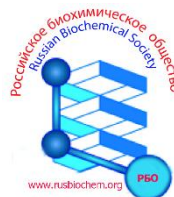

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ АКАДЕМИЙ НАУК (МААН)
СОЮЗ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЩЕСТВ СТРАН СНГ
ФЕДЕРАЦИЯ ЕВРОПЕЙСКИХ БИОХИМИЧЕСКИХ ОБЩЕСТВ (FEBS)
РОССИЙСКОЕ ОБЩЕСТВО БИОХИМИКОВ И МОЛЕКУЛЯРНЫХ БИОЛОГОВ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОНД
РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
ИНСТИТУТ ИММУНОФИЗИОЛОГИИ



II ОБЪЕДИНЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ

VI СЪЕЗД ФИЗИОЛОГОВ СНГ

VI СЪЕЗД БИОХИМИКОВ РОССИИ

IX РОССИЙСКИЙ СИМПОЗИУМ «БЕЛКИ И ПЕПТИДЫ»

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ

Под редакцией

*Р.И. Сепиашвили, В.А. Ткачука, А.Г. Габимова,
А.И. Григорьева, В.Т. Иванова, М.А. Островского*

Сочи – Дагомыс, Россия
1–6 октября 2019

ОПРЕДЕЛЕНИЕ *IN VIVO* АРХИТЕКТУРЫ ТРЕХГЛAVОЙ МЫШЦЫ ГОЛЕНИ ЧЕЛОВЕКА: ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ МЫШЕЧНОЙ ФУНКЦИИ. ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Ю.А. Коряк, И.Б. Козловская

ГНЦ РФ — Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия

При оценке архитектуры мышц у человека типичным «золотым стандартом» является магнитно-резонансная и компьютерная томография [Rugg et al., 1990; Narici et al., 1998]. Однако эти методы крайне трудоемки. Доступным методом, позволяющим визуализировать структуру мышцы и определять ее изменения, может быть В-режим ультразвуковой эхографии [Fukunaga et al., 1997; Narici et al., 1996]. Согласно сообщениям [Narici, Cerretelli, 1998; Kawakami et al., 2001] метод ультразвукового исследования (УЗИ) является достоверным методом для исследования мышечной архитектуры — длины (L_v) и угла (Θ_v) наклона волокон [Rutherford, Jones, 1992; Kawakami et al., 2000]. Метод УЗИ позволяет *in vivo* просмотр мышц количественно определить изменения архитектуры мышцы [Kuno, Fukunaga, 1995; Коряк и др., 2004; Koryak et al., 2010]. Косое направление волокон мышцы, известное как угол наклона, его величина важный показатель функциональных характеристик мышцы [Gans, Bock, 1965; Fukunaga et al. 1997]. Архитектура мышц исследована, главным образом, в опытах, моделирующей микрогравитацию [Maganaris et al., 1998; Коряк и др., 2010] и полностью отсутствуют данные о влиянии реальной микрогравитации. Целью исследования было описать изменения архитектуры медиальной (МИМ), латеральной (ЛИМ) икроножных и камбаловидной (КМ) мышц человека и оценить изменения функций трехглавой мышцы голени (ТМГ) после космического полета (КП). В исследовании участвовал космонавт после более 180 суточного КП. Эксперимент был выполнен в соответствии с Хельсинской Декларацией 2005 г. Максимальная произвольная сила (МПС) ТМГ регистрировалась тендометрическим динамометром [Коряк, 1976]. УЗИ осуществлялось с использованием В-режима линейным датчиком 7.5 МГц и апертурой 60 мм. Определяли L_v , Θ_v и толщину ТМГ. После КП МПС ТМГ уменьшилась на 26%; L_v МИМ уменьшилась на 34, ЛИМ на 41, КМ на 33%, а Θ_v — на 16, 11, 19%, соответственно. Толщина ТМГ уменьшалась на 43, 47, 46%, соответственно. Уменьшение L_v и Θ_v предполагает потерю последовательно и параллельно расположенных саркомеров, что согласуется с результатами [Narici, Cerretelli, 1998]. Меньшее изменение Θ_v , по сравнению с L_v , даст компенсацию в потере силы, благодаря эффективной передаче силы к сухожилию [Kubo et al., 2001], для поддержания постоянным функциональный диапазон мышцы.

ВЛИЯНИЕ ЗРИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ НА ВОСПРИЯТИЕ ДВИЖЕНИЙ КОНЕЧНОСТЕЙ У ЗДОРОВЫХ ИСПЫТУЕМЫХ И ПАЦИЕНТОВ С ОДНОСТОРОННИМ ПАРЕЗОМ

О.Г. Павлова¹, В.Ю. Рощин^{1,2}, В.А. Селионов³, М.В. Сидорова⁴, Е.А. Николаев⁵, С.Е. Хатькова⁵, Г.Е. Иванова⁴

¹Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН; ²ГНЦ — Институт медико-биологических проблем РАН;

³Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН; ⁴Федеральный центр cerebro-васкулярной патологии Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова; ⁵Лечебно-реабилитационный центр МЗ РФ, Москва, Россия

С помощью предложенного нами оригинального метода объективной оценки степени сохранности проприоцептивной чувствительности (ПЧ), основанного на определении точности копирования в отсутствие зрительного контроля серии пассивных односуставных движений тестируемой конечности непосредственно во время их выполнения с помощью движений другой конечности, ранее показано, что здоровые испытуемые точно и практически одновременно копируют пассивные движения, в то время как у постинсультных больных в значительной доле тестов копирование пассивных движений паретичной конечности производится с искажениями. Для подтверждения того, что эти искажения связаны с нарушением ПЧ, а не с ментальными расстройствами или нарушением двигательной функции условно-здоровой конечности, было проведено сравнение точности копирования движений под зрительным контролем и без него у здоровых испытуемых и пациентов с парезами центрального генеза. В группе из 21 здоровых испытуемых (всего 95 тестирований рук: движения в плечевом, локтевом и лучезапястном суставах; 82 тестирований ног: движения в коленном и голеностопном суставах) все копирования с закрытыми глазами соответствовали критерию нормы. Под зрительным контролем в этих тестах критерию нормы не соответствовали 2% тестирований рук и 1% — ног. У 17 больных при тестировании паретичных конечностей (всего 82 тестирований рук и 34 тестирований ног) с закрытыми глазами критерию нормы не соответствовало 44% тестирований рук и 41% — ног, из которых значительная часть характеризовалась наличием грубых качественных искажений при копировании движений. При выполнении копирования под зрительным контролем грубые качественные искажения отсутствовали во всех тестированиях ног и в 89% тестирований рук, и только 14% копирований движений руки и 12% — ноги были недостаточно точны и не соответствовали критерию нормы по количественным показателям. Результаты исследования показали, что у постинсультных пациентов перед проведением обследования состояния ПЧ необходимо выполнять референтное тестирование под зрительным контролем. Полученные при этом значения количественных показателей точности копирования могут приниматься как целевые при мониторинге состояния ПЧ в процессе реабилитации. Работа частично поддержана грантами РФФИ 19-015-00264 и 16-29-08181.

ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ПРОГРАММ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ИХ ТОЧНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ НА ПРИМЕРЕ СТРЕЛБЫ ИЗ ЛУКА

А.Б. Трембач, О.И. Шестаков, С.В. Фомиченко, Т.В. Пономарева, С.П. Лавриченко, М.А. Липатникова, Е.Р. Миниханова, Е.А. Иващенко

Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Краснодар, Россия

Характерным признаком произвольного движения человека определяется целенаправленностью, которая обусловлена точностью и устойчивостью. Целью исследования явился анализ корковой электрической активности при подготовке и реализации визуально-моторного акта на примере стрельбы из лука. В исследовании участвовало четыре лучника квалификации мастера спорта. Моторная задача состояла в реализации 60 выстрелов. Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) регистрировалась в 19

отведениях посредством электроэнцефалографа «Энцефалан-ЭЭГР-19/26» (г. Таганрог) стоя с открытыми глазами и при прицеливании. Сравнительный анализ усредненных топографических карт мощности спектра ЭЭГ осуществлялся посредством программы WinEEG (Санкт-Петербург) в частотных диапазонах 4-8; 8-10; 10-12; 12-24; 24-35 Гц. Вычитание из топографических карт при прицеливании аналогичных карт в исходном состоянии позволило выявить достоверные изменения посредством однофакторного дисперсионного анализа (Statistika 10). Полученные результаты о максимальной точности выстрела (10 очков) позволили разделить испытуемых по рейтингу. Индивидуальные топографические карты мощности спектра ЭЭГ интегрировались в групповые с учетом достоверных изменений мощности спектра ЭЭГ в определенных отведениях у всех испытуемых. В низкочастотных диапазонах при высокоточных выстрелах наблюдалось повышение мощности спектра ЭЭГ у всех спортсменов в ограниченном количестве отведений. Полученные данные свидетельствуют о том, что электрическая активность в низкочастотных диапазонах при высокоточном выстреле характеризуется всего лишь двумя областями коры больших полушарий (лобная и затылочная). В высокочастотных диапазонах при высокоточном выстреле проявлялась активность всего левого полушария. Эти биологические маркеры определяют точность выстрела, но не его устойчивости при многократном повторении спортивного упражнения. У каждого спортсмена в низкочастотных диапазонах проявлялось различие пространственного распределения повышенной мощности спектра ЭЭГ в зависимости от количества высокоточных выстрелов. В высокочастотных диапазонах таких индивидуальных различий не было. Таким образом, по организации электрической активности низкочастотных диапазонов можно судить о стабильности повторения высокоточных выстрелов.

ДИНАМИКА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В ХОДЕ КУРСА ТРЕНИРОВОК С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕРФЕЙСА МОЗГ-КОМПЬЮТЕР

Н.В. Шемякина¹, Ж.В. Нагорнова¹, К.М. Сонькин³, Ф.В. Гунделах^{2,3}, Л.А. Станкевич^{2,3}

¹Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН; ²Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого; ³ООО "АйБрейн", Санкт-Петербург, Россия

В настоящее время актуальной является задача разработки и апробации процедур двигательной реабилитации при использовании неинвазивных интерфейсов мозг-компьютер (ИМК) на основе моторного воображения. Целью данной работы была оценка индивидуальных изменений спектральных характеристик ЭЭГ в ходе тренинга моторного воображения с обратной связью на основе ИМК. В исследовании приняли участие добровольцы, перенесшие инсульт. Тренировки состояли из игровых сессий, в которых воображаемое движение (сжатие) правой или левой кисти распознавалось классификатором и, в случае правильного распознавания, приводило к движению руки игрового аватара для сбора яблок. Сессии проходили через день, количество тренировок – от 8 до 17. В ходе тренировок регистрировалась ЭЭГ от 19 AgCl электродов при помощи электроэнцефалографа smartBCI (Мицар, СПб), с разбиением записи на отдельные пробы, соответствующие временному интервалу воображаемых движений (1200 мс). Для расчета частотно-временных карт и анализа связанной с событием синхронизации/десинхронизации ЭЭГ использовалось вейвлет-преобразование (вейвлет Морле), с шириной 5 циклов. Далее рассчитывалась мощность сигнала в узких частотных диапазонах (2-4Гц, 4-6Гц, 6-8Гц, 8-10Гц, 10-12Гц, 12-14Гц, 14-16Гц, 16-18Гц, 18-24Гц, 24-30Гц) во временных интервалах длительностью 300 мс последовательно в течение пробы для каждой тренировочной сессии. Индивидуальная динамика показателей мощности оценивалась при помощи линейного регрессионного анализа для каждой частотно-временной пары и каждого электрода в области интереса (сенсомоторные и прилегающие зоны коры). Изменения связанной с событием синхронизации/десинхронизации ЭЭГ в ходе курса тренировок наблюдались у всех участников, при этом большее количество изменений (в большем диапазоне частот и в большем количестве временных интервалов) при воображении движений у большинства участников наблюдалось в пораженном полушарии. Основными эффектами в ходе курса тренировок было увеличение вызванной десинхронизации в диапазоне альфа-ритма (10-12Гц) и увеличение вызванной синхронизации в высокочастотных диапазонах (18-30Гц). Таким образом, ИМК-тренировки приводят к изменениям ЭЭГ-показателей, свидетельствующим о повышении возбудимости сенсомоторной коры при воображении движений.

РФФИ 16-29-08296 офу-м.

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ НЕЙРОНОВ ГИППОКАМПА КРЫС В УСЛОВИЯХ МОДЕЛИРУЕМОЙ МИКРОГРАВИТАЦИИ

М.В. Глазова¹, А.С. Березовская¹, Е.В. Черниговская¹, А.А. Наумова¹, С.А. Тыганов², Б.С. Шенкман²

¹Институт эволюционной физиологии и биохимии РАН, Санкт-Петербург; ²Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия

На сегодняшний день становится все более очевидно, что факторы космического полета приводят к морфологическим изменениям структуры мозга и когнитивным отклонениям. Одним из ключевых звеньев в контроле когнитивных процессов является гиппокамп. При этом известно, что зубчатая извилина гиппокампа является нейрогенной нишей мозга, и что уровень нейрогенеза коррелирует с двигательной активностью и когнитивными функциями. Однако функциональное состояние гиппокампа в условиях космического полета или симулированной микрогравитации остается малоисследованной областью. В качестве модели гравитационной разгрузки использовали метод антиортостатического вывешивания. Эксперименты проводили на самцах крыс линии Вистар, которые были разделены на 3 группы: контроль (С), трехсуточное вывешивание (HS) и трехсуточное вывешивание с механической стимуляцией задних конечностей (DFS). Длительность вывешивания составляла 3, 7 и 14 дней. Результаты показали значительные нарушения работы гиппокампа при кратковременном 3-суточном вывешивании. Значительно снижался уровень активности ГАМК и глутаматергических систем, уровень нейрогенеза и активность ERK1/2 киназы. Выявленное снижение нейрогенеза может быть связано, как со снижением уровня глутамата, поскольку глутамат участвует в регуляции созревания нейрональных стволовых клеток, так и со снижением активности ERK1/2. При этом повышалась активность Akt сигнального каскада, что свидетельствует об активации процессов выживаемости нейронов. С другой стороны, динамическая стимуляция стоп на фоне вывешивания привела к нормализации выявленных изменений. На более