

*Медико-биологические науки***СОКРАТИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА МЫШЦ
У ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ
ОГРАНИЧЕННОГО ПРОСТРАНСТВА И
ИХ ИЗМЕНЕНИЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ
ТРЕНИРОВКИ**

Коряк Ю.А.

*Учреждение РАН «ГНЦ РФ –**Институт медико-биологических проблем»**Москва, Россия*

Еще К.Э. Циолковский писал "... мы, земные жители, ... мечтаем о межпланетных путешествиях..." [9] и, несмотря на сложность проблемы, стоящей перед человечеством, по словам К.Э. Циолковского "... эта задача может быть решена. Решение основывается на особом приеме изучения людей" [10]. Современное развитие мировой космонавтики подтвердили надежды К.Э. Циолковского. Начало нового столетия отмечено возрастающим интересом человечества к Марсу, и это не случайно, поскольку условия на Марсе по сравнению с большинством остальных планет солнечной системы (испекающая жара на Венере, смертельный холод на Титане, полный вакуум на Луне) более пригодны для его освоения. Более того, полеты на Марс обеспечит волнующие и уникальные возможности расширить наши знания о происхождении, эволюции и распределении жизни во Вселенной.

Другим важным фактором, значительно повышающим интерес к освоению Марса, является подтвержденное, в частности, исследовательским зондом «Phoenix», наличие воды, как замерзшей, так и жидкой. В дополнение к этому недавно удалось выявить на Марсе зоны повышенного содержания метана, который обычно производят живые организмы. Однако главный вопрос о наличии жизни на планете до сих пор остается открытым, поскольку искусственные аппараты (типа лунохода и марсохода) не могут дать окончательного ответа, это под силу только человеку, для чего и необходима пилотируемая миссия на Марс. Но прежде, чем осуществится первый межпланетный полет человека, необходимо ответить на ряд новых вопросов, которые ставит первая межпланетная экспедиция.

Одной из основных задач такого сверхдлительного полета является профилактика неблагоприятного воздействия факторов полета на организм человека.

Поверхностная электромиостимуляция (ЭМС), как метод повышения функциональных возможностей мышц, давно используется в клинической практике, как один из методов

физической терапии парализованных пациентов с ограниченной моторной функцией [15, 41]. ЭМС не только замедляет процесс развития атрофии и дисфункции мышц [19, 43], но и увеличивает силу сокращения мышц во время ее реабилитации [36, 40]. Метод ЭМС успешно применяют и клинически здоровые люди при использовании, как высокочастотной стимуляции [3, 4, 7, 12, 27, 35, 42], так и относительно низкочастотной стимуляции [12, 13, 16, 17, 42] – во всех случаях отмечается увеличение силы сокращения мышц от 9 % [17] до 30–44 % [3, 4, 7, 27, 35] и более 50 % [12]. ЭМС-тренировка нашла применение и как дополнительное средство тренировки мышечного аппарата у высококвалифицированных спортсменов [7, 23, 39].

Предлагаемый в настоящем исследовании режим продолжительной ЭМС мышц используются в клинике для обеспечения локомоторной деятельности человека при моторной дисфункции [25, 33] и в качестве средств повышения функциональных возможностей скелетных мышц у пациентов с тяжелой сердечной недостаточностью [18]. Использование данного режима в клинике [18, 25, 33] позволяет рассматривать предлагаемый физиологический метод тренировки мышц у человека и в условиях сниженной двигательной активности.

Сниженная двигательная активность и/или разгрузка опорно-двигательного аппарата, является непременным атрибутом микрогравитации, вызывает изменение, как функций самих мышц, так и системы их управления [6, 28–32]. Отмеченные изменения в опорно-двигательном аппарате являются постоянными «спутниками» космических полетов.

Применяемый в настоящее время комплекс физических упражнений профилактики неблагоприятного воздействия микрогравитации, с одной стороны, требует относительно большого времени для его выполнения (до 2 ч), а с другой стороны – отвлекает членов экипажа от выполнения их профессиональной операторской деятельности. В связи с этим возникает необходимость разработки новых средств и методов профилактики. Одним из таких методов может быть ЭМС-тренировка скелетных мышц.

Скелетная мышца чрезвычайно гетерогенная ткань и состоит из разных типов волокон. Тип волокон входящих в состав данной мышцы и характеристики мышечного сокращения тесно связаны с импульсной активностью мотонейронов [11, 37, 38]. Ранее выполненное исследование [1] показало, что разгрузка мышечного аппарата сопровождается в пер-

вую очередь «выпадением» медленных мышечных волокон (двигательных единиц – ДЕ). В связи с этим, становится очевидной необходимость разработки таких средств и методов профилактики, которые могли бы ограничить степень изменений волокон, ответственных за постуральную (позную) функцию у человека. Таким физиологически обоснованным методом может быть ЭМС с относительно низкой частотой, «адресованной» к медленным мышечным волокнам (ДЕ).

Достоинством ЭМС-тренировки, как одного из физиологических методов, направленных на повышение функциональных возможностей мышечного аппарата, является то, что такая «электрическая» тренировка обеспечивает избирательное воздействие на наиболее важные, но чувствительные к фактору невоспомости мышцы. При использовании прямого способа ЭМС можно «тренировать» практически любую мышцу или группу мышц, не изменяя координационного фактора в управлении мышечным аппаратом и кинематических характеристик произвольных движений.

Целью настоящей работы было оценить влияние продолжительной ЭМС-тренировки на сократительные свойства мышц-разгибателей и сгибателей колена при выполнении концентрических и эксцентрических произвольных сокращений, а также исследовать изменения амплитудных и временных характеристик отдельной мышцы, на примере сократительных свойств трехглавой мышцы голени (ТМГ) у

человека, в условиях замкнутого ограниченного пространства и сниженной двигательной активности.

Методика

Изоляция.

В качестве воздействия, имитирующего эффект замкнутой среды, использовали специальный экспериментальный стенд для проведения физиологических экспериментов с участием человека-испытателя и обеспечивающий звукоизоляцию от внешних источников шума. Длительность воздействия составляла 28 суток. Во время экспозиции испытуемые находились под постоянным медицинским контролем.

Все экспериментальные процедуры были выполнены в соответствии с Хельсинской Декларацией и программа исследований была одобрена комиссией по биомедицинской этике при ГНЦ РФ – ИМБП РАН.

Испытуемые.

В исследовании участвовала группа из 4 добровольцев мужчин-испытателей, которые после углубленного медицинского обследования были разделены на две группы, использующих разные виды тренировок. В первую группу (группа А) вошли испытуемые (№ 272 и 273), применявшие ЭМС-тренировку [34], вторую группу (группа Б) составили испытуемые (№ 271 и 274), использовавшие физическую тренировку [8], применяющуюся членами экипажей космических полетов на борту орбитальной станции. Физическая характеристика испытуемых представлена в табл. 1.

Таблица 1.

Физическая характеристика испытуемых

Группа	Возраст, лет	Рост, см	Масса тела, кг
<i>А</i>	28,0±1,5	175,0±1,0	68,5±2,5
<i>Б</i>	32,0±6,0	177,5±1,5	77,5±2,5

Тестирующая процедура и измерения

Для оценки эффектов различных видов тренировок у человека был использован метод тендометрии [2, 5], позволяющий регистрировать произвольную и электрически вызванную (непроизвольную) силу сокращения отдельной мышцы у человека в условиях *in situ*, и метод изокинетической динамометрии, позволяющий регистрировать произвольную силу (момент), развиваемую мышцей при различных задаваемых угловых значениях скорости.

Метод тендометрии

Метод и установка измерения произвольной и электрически вызванной силы сокращения мышцы у человека описаны в деталях ранее [2, 5, 29–31]. Коротко, испытуемый удобно располагался в специальном кресле при стандартной позиции — угол в голеностопном,

коленном и тазобедренном суставах составлял ~ 90°. Конечность жестко фиксировали, создавая, таким образом, изометрический режим сокращения мышцы. Динамометр, представляющий стальное кольцо с вмонтированными в него тензодатчиками, плотно прижимали к Ахиллову сухожилию мышцы. Степень прижатия датчика (5 кг) и оставалась постоянной на протяжении исследования. Механическая деформация динамометра при сокращении мышцы преобразовывалась в электрические сигналы, и после усиления усилителем (тип «АНЧ-7м»; СССР) регистрировали на светолучевом осциллографе (тип «К-115», СССР). До и после исследования динамометр калибровали.

Силовые свойства

Сократительные свойства ТМГ оценивали по механическим параметрам произвольного и электрически вызванного сокращения (одиночного и тетанического).

Перед выполнением произвольного (при волевом усилии самого испытуемого) сокращения каждого испытуемого инструктировали, как реагировать на звуковой сигнал — «сократиться максимально сильно». Каждому испытуемому предоставлялось от 2 до 3 попыток максимальных сокращений. Наилучшая из 3 попыток принималась за показатель максимальной произвольной силы (МПС), а если 3 попытка была наибольшей, то выполнялась 4 и если она была большей, то измерение повторяли пока не установится максимум. Интервал отдыха между каждой попыткой составлял не менее 1 мин.

Изометрические одиночные и тетанические сокращения ТМГ вызывали электрическим раздражением *n. tibialis*, используя прямоугольные импульсы длительностью 1 мс супрамаксимальной силы от универсального нейро-мышечного электростимулятора (тип «ЭСУ-1», СССР) через изолирующую приставку. Применяли одиночное и тетаническое раздражение (частота 150 имп/с) [2, 5, 30]. Общая длительность тетанического раздражения составляла ~ 0,5 с.

Для стимуляции *n. tibialis* использовали монополярный электрод – активный электрод (катод) диаметром 1 см устанавливали под коленной ямкой (место наименьшего сопротив-

ления), а пассивный (анод) размером 6 x 4 см – на нижней трети передней поверхности бедра. Большой электрод заземления (7.5 x 6.5 см) устанавливали в проксимальной части голени между отводящими и раздражающим электродами. Положение стимулирующих электродов подбирали так, чтобы при некоторой «минимальной» силе раздражения регистрировать (по ЭМГ залпу *m. soleus*) прямой наибольший ответ мышцы (М-ответ). В дальнейшем силу раздражения увеличивали в 1,5-2 раза, что позволяло использовать супрамаксимальную силу раздражения (сила на 30-40 % больше «минимальной» силы, при которой впервые достигается максимальный электрический ответ мышцы – М-ответ). Для регистрации М-ответа мышцы применяли поверхностные биполярные чашечные (Ø 8 мм) Ag-AgCl электроды с межэлектродным расстоянием 25 мм, которые устанавливали на *m. soleus*. Электроды располагали на уровне 6 см ниже головок *m. gastrocnemius* по средней линии *m. soleus*.

Амплитуда сокращения мышцы в ответ на одиночный электрический импульс, приложенный к *n. tibialis*, являлась показателем изометрической силы одиночного сокращения (P_{oc}), а при тетанической ритмической стимуляции — показателем максимальной силы (P_o) сокращения ТМГ (рис. 1).

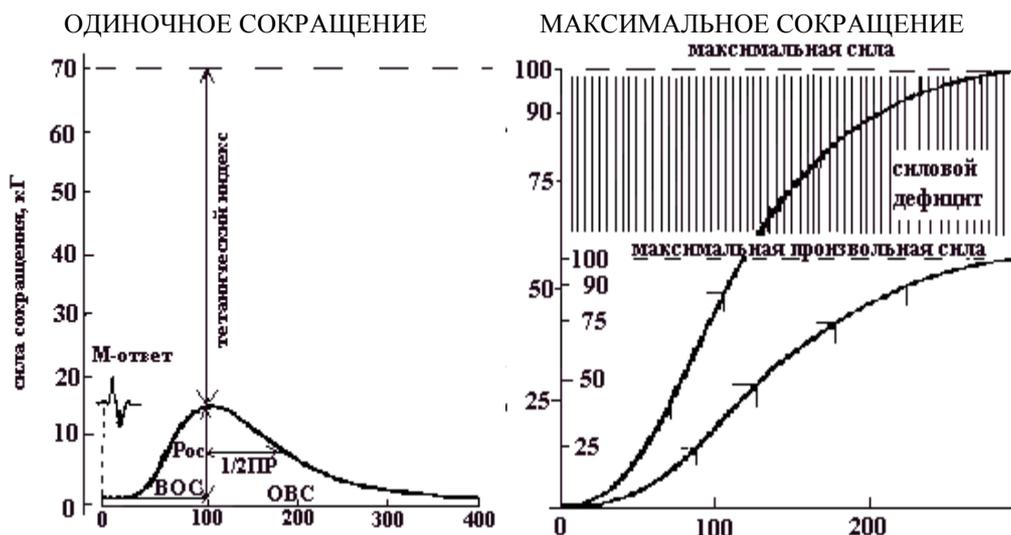


Рис. 1. Пример тендограммы развития изометрического одиночного сокращения (слева), изометрического тетанического и произвольного напряжений скелетной мышцы (справа) с последующей схемой расчета параметров механических ответов мышечного сокращения. ВОС - время одиночного сокращения, 1/2 ПР - время полурасслабления, ОВС - общее время сокращения, P_{oc} - сила одиночного сокращения. По оси абсцисс: время, мс; по оси ординат – сила сокращения - абсолютная, кг (левая шкала) и относительная, % от максимума (правая шкала).

Для количественной оценки степени совершенства центрально-нервных (координационных) механизмов управления произвольным движением [2, 5, 30] рассчитывали величину силового дефицита (P_d), определяемую как дельта между P_o и МПС (рис. 1).

Скоростные свойства

По тендограмме изометрического одиночного сокращения ТМГ в ответ на одиночный электрический импульс, приложенный к *n. tibialis*, рассчитывали временные параметры развития P_{oc} (рис. 1).

Рассчитывали: время от момента раздражения до пика P_{oc} (время одиночного сокращения — ВОС), время от пика до половины расслабления — 1/2 ПР и время от момента раздражения до полного расслабления (общее время сокращения — ОВС). Точность измерений составляла 2 мс.

Скоростно-силовые свойства.

По тендограмме изометрического произвольного сокращения ТМГ, выполненного при условии «сократить максимально быстро и сильно», рассчитывали время нарастания мышечного сокращения, используя «относительные показатели», т.е. время достижения 25-, 50-, 75- и 90 %-уровня напряжения (рис. 1). Аналогично по тендограмме электрически вызванного сокращения при стимуляции *n. tibialis* с частотой 150 имп/с [2, 5, 28] определяли время нарастания электрически вызванного сокращения. Точность измерения составляла 2 мс.

Сократительные свойства ТМГ исследовали дважды — за 10-8 дней до начала эксперимента и на 2-3 день после «выхода» из условия замкнутого пространства.

Метод изокинетической динамометрии

Максимальный суставной момент, развиваемый мышцами бедра при выполнении концентрических и эксцентрических произвольных движений, регистрировали изокинетическим динамометром (тип «LIDO[®]», USA). Тестирование проводили в строго стандартной позиции. При тестировании мышц-разгибателей бедра, движение начиналось из положения угол бедро-голень — 90°; а для мышц-сгибателей бедра — из положения 160° при концентрическом и 60° при эксцентрическом движениях конечности. Угловые скорости движений в коленном суставе составляли - 30, 60, 90, 120, 180 и 240°/с. Испытуемые сидели на специальной кушетке, бедро тестируемой конечности относительно жестко фиксировали так, чтобы угол в тазобедренном суставе составлял 130–140°/с, а в коленном — 90°/с и ось коленного сустава совпадала с осью вращения регистрирующего устройства изокине-

тического динамометра. При соблюдении этих условий движения в коленном суставе осуществлялись в основном за счет усилий, развиваемых мышцами бедра.

В ходе тестирования обследуемые совершали одиночные движения при сгибании и разгибании голени при условии «сократить максимально быстро и сильно». В каждом тестируемом режиме выполнялось 3 движения с интервалом отдыха между движением не менее 30 с. При обработке данных учитывался лучший результат движения.

ЭМС-тренировка

ЭСТ-тренировка применялась одновременно для мышц нижних конечностей, передней и задней поверхностей бедра и голени с использованием двух 4-канальных стимуляторов (тип «MYOSTIM», AUSTRIA). Стимулирующие электроды, представляющие собой прорезиненные полоски разного размера и покрытые токопроводимым силиконом (тип «Axselgaard», USA), были вмонтированы в эластические брюки. Для ЭМС мышц использовались двухполярные симметричные прямоугольные электрические импульсы длительностью 1 мс и частотой 25 Гц. Длительность сокращения мышц составляла 1 с, интервал отдыха между сокращениями — 2 с.

Во время ЭМС-тренировки испытуемые самостоятельно подбирали силу раздражения мышц таким образом, чтобы одновременно сокращались мышцы-агонисты и антагонисты конечности. ЭМС-тренировку применяли на протяжении 20–22 сут, и длительность ее составляла в первые 3 сут по 3–5 ч/сут, а в последующие — 6 ч/сут.

Физическая тренировка.

Физическая тренировка выполнялась по 4-дневному циклу, т.е. 3 дня тренировки, день отдыха; продолжительность тренировки составляла 60 мин [8] и включала упражнения, направленные на развитие скоростных, скоростно-силовых и силовых качеств мышц. Тренировка в *скоростном режиме* состояла из упражнений, направленных на развитие скоростных свойств скелетных мышц, и составляла 70% от общего объема тренировки. Для развития силовых и скоростно-силовых свойств отводилось по 15% от общего объема тренировки. *Скоростно-силовой режим* тренировки представляли упражнения со скоростно-силовой направленностью, которые составляли 70% от общего объема тренировки. Упражнения на развитие скоростных и силовых свойств составляли по 15% от общего объема тренировки. *Силовой режим* представляли силовые упражнения, которым отводилось 70% от общего объема тренировки, и по 15% - упражне-

ниям на развитие скоростных и скоростно-силовых свойств.

Статистика

При обработке полученных результатов исследования рассчитывали среднюю и стандартную ошибку средней ($M \pm m$). Различия между фоновыми (контрольными) показателями и показателями, зарегистрированными после изоляции, оценивали с помощью параметрического t -критерия Стьюдента и величину значенности $p < 0.05$ принимали как существенную.

Результаты

Силовые свойства. Результаты изменения силовых свойств ТМГ у испытуемых разных групп представлены на рис. 2. Анализ результатов изменений силовых свойств ТМГ у испытуемых группы А (испытуемые 272 и 273) после изоляции показал снижение, как МПС, так и P_0 у испытуемого 273 на 27 и 19 % по сравнению с исходным уровнем, а у испытуемого 272 – увеличение на 34 и 22,6 %, соответственно (рис. 2, *верхняя панель*). У испытуемых группы Б, в целом, значительных изменений в силовых показателях ТМГ не наблюдалось; отмечалась лишь небольшая тенденция к снижению МПС и незначительное увеличение P_0 .

Важным является вопрос об изменении степени использования силовых возможностей мышечного аппарата при ЭМС-тренировке. Количественным показателем этого может быть величина P_d : чем меньше величина P_d ,

тем выше степень произвольного использования силовых возможностей мышцы. Величина МПС была постоянно меньше P_0 . До изоляции величина P_d ТМГ у испытуемых разных групп практически не различалась (см. рис. 2, *нижняя панель*) и колебалась в группе А от 25,2 до 39,0 %, а в группе Б – от 33,3–33,4 %. После пребывания в условиях 28-суточной изоляции величина P_d в обеих группах практически не изменилась и составляла от 32,7 до 35,8 % (рис. 2, *нижняя панель*).

Скоростные свойства. Изменения скоростных свойств ТМГ у испытуемых обеих групп представлены на рисунке 3. После изоляции ВОС ТМГ обнаружило незначительное снижение на 3 % у испытуемого 272 и на 15 % у испытуемого 273 (группа А), а в группе Б у обоих испытуемых отмечалось незначительное увеличение на 5 % (рис. 3).

Скоростно-силовые свойства. Важным показателем сократительных свойств является способность к проявлению максимальных силовых возможностей в относительно короткое время. Степень использования скоростно-силовых возможностей мышечного аппарата предопределяет работоспособность человека во многих ситуациях и, особенно в ситуациях, требующих проявления максимальных силовых возможностей в относительно короткое время.

Таблица 2.

Временные характеристики развития произвольного и электрически вызванного сокращения трехглавой мышцы голени у испытуемых разных групп, выраженные в относительных величинах от максимального

Группа	№№ испытуемого	Время достижения относительного уровня напряжения, мс							
		25%		50%		75%		90%	
		до	после	до	после	до	после	до	после
А	272	<u>48*</u> 36**	<u>70</u> 32	<u>84</u> 52	<u>114</u> 70	<u>150</u> 92	<u>168</u> 144	<u>255</u> 134	<u>234</u> 260
	273	<u>49</u> 36	<u>110</u> 30	<u>84</u> 76	<u>148</u> 54	<u>141</u> 150	<u>196</u> 132	<u>205</u> 264	<u>259</u> 220
Б	271	<u>58</u> 42	<u>59</u> 27	<u>94</u> 82	<u>105</u> 61	<u>146</u> 144	<u>182</u> 101	<u>204</u> 240	<u>282</u> 166
	274	<u>73</u> 34	<u>73</u> 34	<u>122</u> 62	<u>118</u> 66	<u>208</u> 108	<u>173</u> 122	- 155	<u>273</u> 206

Примечание. *Время развития произвольного изометрического сокращения.

**Время развития электрически вызванного сокращения.

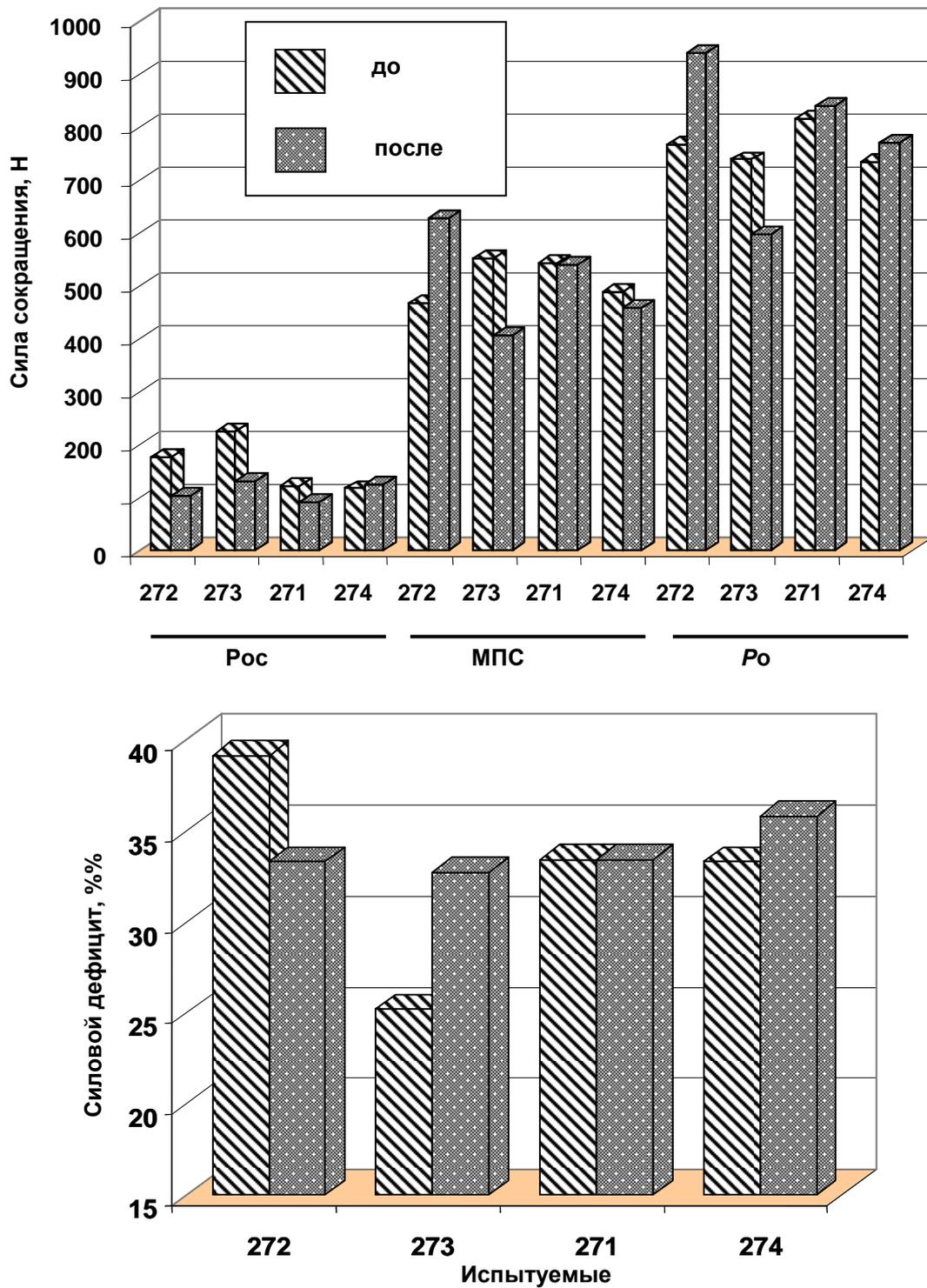


Рис. 2. Изменение изометрической силы одиночного сокращения (P_{oc}), максимальной произвольной силы (MПC), максимальной силы (P_o) (верхняя панель) и силового дефицита (P_d) (нижняя панель) трехглавой мышцы голени у испытуемых разных групп, применявших ЭМС-тренировку и физическую тренировку

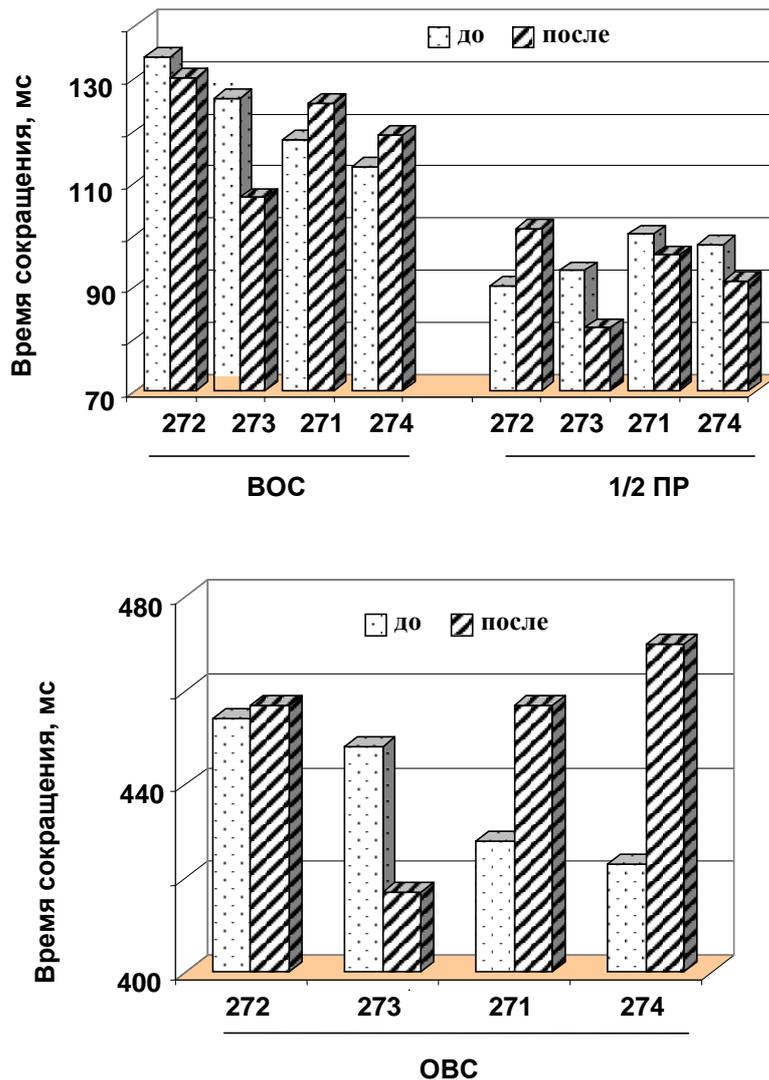


Рис. 3. Изменение времени одиночного сокращения (ВОС), времени полурасслабления (1/2 ПР) (верхняя панель) и общего времени сокращения (ОВС) (нижняя панель) трехглавой мышцы голени у испытуемых разных групп, применявших ЭМС-тренировку и физическую тренировку

Анализ времени достижения относительного уровня напряжения, развиваемой ТМГ при «взрывном» произвольном сокращении, обнаружил у испытуемых обеих групп увеличение времени достижения любого относительного уровня напряжения (табл. 2). Исключение составили лишь данные испытуемого 274 (группа Б). Анализ данных электрически вызванного сокращения обнаружил у испытуемого 272 увеличение степени вогнутости кривой, у испытуемого 273 (группа А) ее снижение; тогда как у испытуемых группа Б искомые функции были неоднозначные. В группе Б у испытуемого 271 на протяжении всей кривой имело место увеличение вогнутости кривой сила – время, а у испытуемого 274, отмечалось

некоторое уменьшение вогнутости кривой, особенно во второй половине кривой сила – время (см. табл. 2).

Анализ изменения соотношения суставной момент – угловая скорость мышц бедра показал, во-первых, что сила мышц-сгибателей меньше по сравнению с мышцами-разгибателями, как в группе А, так и в группе Б, и, во-вторых, отсутствие значительных различий между группами при выполнении, как концентрических, так и эксцентрических движений (рис. 4 и 5) (отмечается небольшая тенденция к увеличению силы сокращения у испытуемых в группе А при выполнении эксцентрических движений).

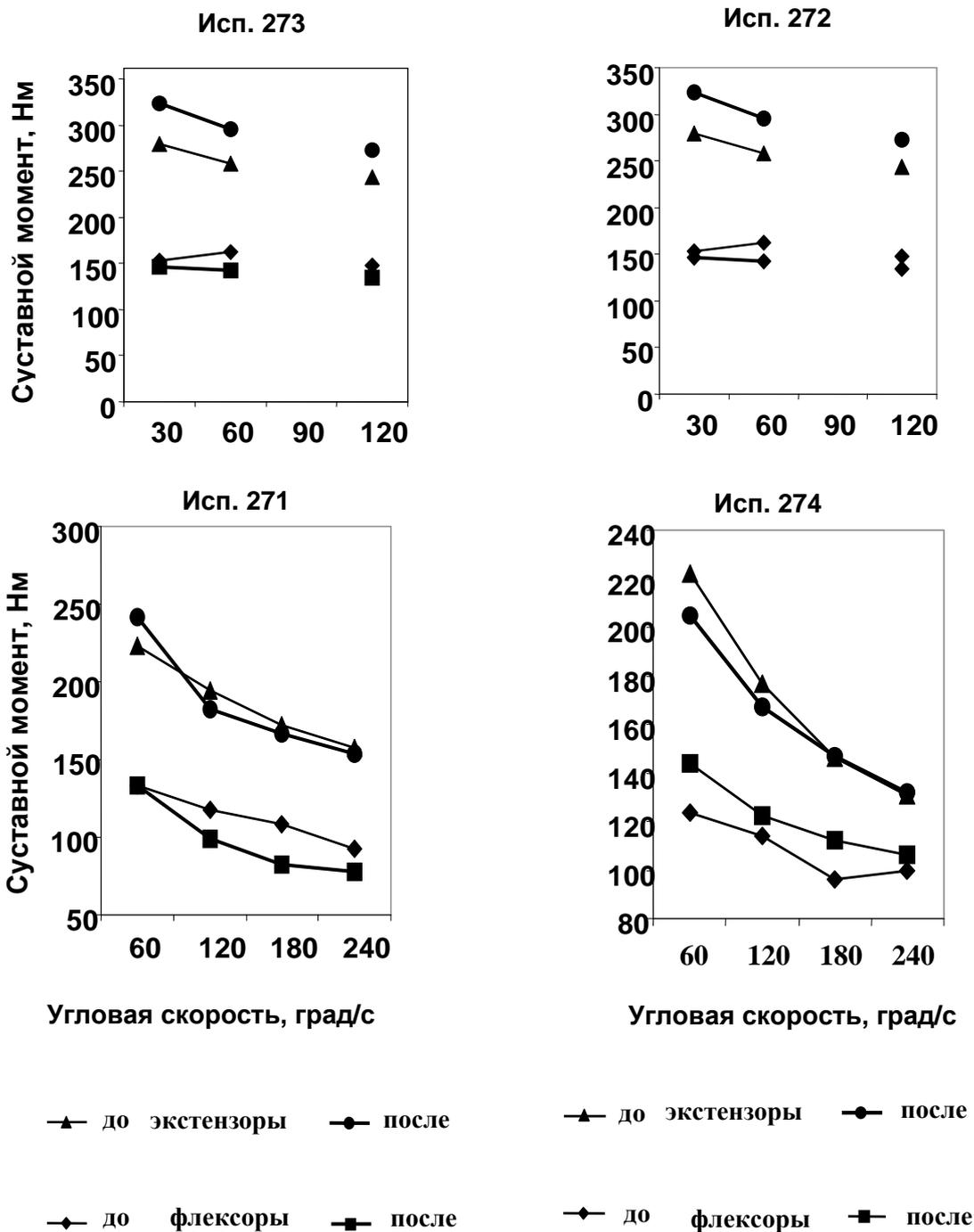


Рис. 4. Изменение соотношения между максимальной динамической силой (моментом силы) и угловой скоростью произвольного разгибания в коленном суставе при концентрическом движении у разных испытуемых, использующих ЭМС-тренировку (верхняя панель) и физическую тренировку (нижняя панель).

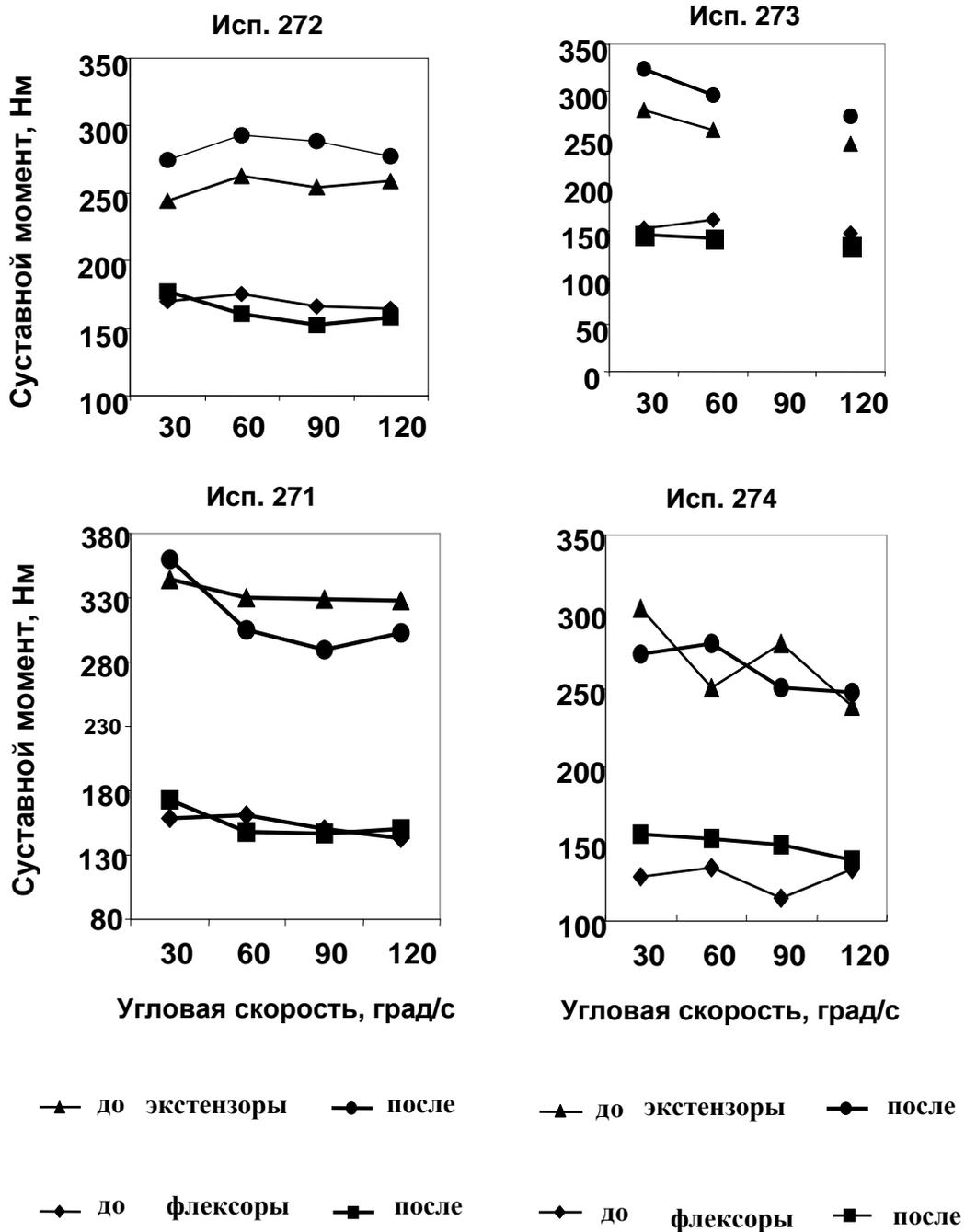


Рис. 5. Изменение соотношения между максимальной динамической силой (моментом силы) и угловой скоростью произвольного разгибания в коленном суставе при эксцентрическом движении у разных испытуемых, использующих ЭМС-тренировку (верхняя панель) и физическую тренировку (нижняя панель)

Для группы Б характерна большая индивидуальная выраженность изменений кривой суставной момент – угловая скорость. Например, у испытуемого 273 при концентрическом и эксцентрическом режимах произвольных движений в коленном суставе отмечалось вы-

раженное повышение скорости, как в высокоскоростном, так и в медленно-скоростном режимах; тогда как у испытуемого 272 эта тенденция проявлялась только при эксцентрическом режиме движений (рис. 4). Результаты анализа изменения соотношений максималь-

ный суставной момент – угловая скорость обнаружили, что ЭМС-тренировка приводит к некоторому увеличению величины максимальных моментов мышц бедра. При этом крутизна кривой *скорость-сила*, или иначе градиент сокращения, была большей при переходе от низких скоростей к более высоким. Особенно четко эта зависимость прослеживалась в кривых для мышц-разгибателей бедра, тогда как в кривой для мышц-сгибателей она не прослеживалась (рис. 5, нижняя панель).

Заключение

Результаты апробации режима ЭМС-тренировки и комплекса физической тренировки в наземных условиях (замкнутый объект с ограниченным пространством) не выявили значимых изменений в сократительных свойствах мышц обеих групп, что позволяет высказать несколько предположений.

Во-первых, известно, что в изменении сократительных свойств мышц имеет важное значение не только количественный, но и качественный паттерн импульсации мотонейронов [11, 37]. Показано, что кинетика сократительных свойств мышц определяется, главным образом, частотой двигательных (моторных) импульсов, а метаболический профиль – общим количеством импульсов [12, 19].

Во-вторых, изменение сократительных свойств мышцы зависит от интенсивности возбуждающих влияний. Анализ силы раздражения, или интенсивности стимулирующего импульса, применяемой при ЭМС-тренировке (группа А), позволяет допустить, что величина ее была, по-видимому, недостаточно интенсивной. Кроме того, как показывают ранее полученные данные, стимуляция оказывает возбуждающий эффект исключительно на быстрые высокопороговые ДЕ (мышечные волокна) и тормозящий – на медленные низкопороговые ДЕ [13].

Более того, известно, что тренировочный эффект отмечается лишь при применении высокоинтенсивной тренировки с высокой нагрузкой и с длительностью тренировочного периода не менее 8 недель [22, 26]. Отмечается существенное увеличение максимальной произвольной силы между 12-й и 20-й неделями тренировочного периода [22] и величины максимальной интегрированной электромиограммы при использовании нагрузки, составляющей не менее 80–120 % от максимальной нагрузки [22]. Следовательно, применяемые тренировочные нагрузки и интенсивность их выполнения в группе Б были также недостаточными, чтобы произошли существенные изменения в сократительных свойствах мышц у

испытуемых, двигательный образ жизни которых до изоляции был относительно активным.

В-третьих, отсутствие различий в сократительных свойствах мышц при применении низкочастотной и низкоамплитудной ЭМС-тренировки, возможно, указывает на развитие специфической адаптации в сократительных свойствах скелетных мышц к применяемому режиму «тренировки».

Благодарность

Автор выражает благодарность всем испытуемым, принявшим участие в эксперименте, без которых невозможно было бы получить фактический материал

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киренская А.И., Козловская И.Б., Сирота М.Г. Влияние иммерсионной гипокинезии на характеристики ритмической активности двигательных единиц камболовидной мышцы. // Физиол. человека. – 1986. – Т. 12. – С. 627–632.
2. Коряк Ю.А. Методы исследования нейромышечной системы у спортсменов. – М.: ИМБП. – 1992. – 63 с.
3. Коряк Ю.А. Тренировочный эффект высокочастотной электрической стимуляции на быструю переднюю большеберцовую мышцу у человека. I. Влияние на мышечную силу и площадь поперечного сечения // Физиол. человека. – 1993. – Т. 19. – С. 19–26.
4. Коряк Ю.А. Тренировочный эффект высокочастотной электрической стимуляции на быструю переднюю большеберцовую мышцу у человека. II. Влияние на скоростно-силовые свойства и работоспособность // Физиол. человека. – 1993. – Т. 19. – С. 125–135.
5. Коряк Ю.А. Функциональные свойства нервно-мышечного аппарата человека при повышенной и пониженной нагрузке. // Автореф. дис. д-ра биол. наук. – М., 2006. – 52 с.
6. Коряк Ю.А., Козловская И.Б. Возбудимость мотонейронного пула у человека в условиях длительной антиортостатической гипокинезии // VII Всероссийский симпозиум "Эколого-физиол. проблемы адаптации". – М., 1994. – С. 127–128.
7. Коц Я.М., Хвилон В.А. Тренировка мышечной силы методом электростимуляции. Сообщение 2. Тренировка методом электрического тетанического раздражения мышцы прямыми импульсами // Теория и практика физич. культ. – 1971. – № 4. – С. 66–72.
8. Степанцов В.И., Тихонов М.А., Еремин А.В. Физическая тренировка как метод предупреждения гиподинамического синдрома // Космич. биол. и авиакосм. мед. – 1972. – Т. 6. – С. 64–69.

9. Циолковский Э.К. Космическая философия. // В кн.: Очерки о вселенной (составители: Н.Г. Белова, Л.А. Кутузова, Т.В. Чугрова). – М. ПАИМС, –1992. – С. 229-237.
10. Циолковский Э.К. Горе и гений. // В кн.: Очерки о вселенной (составители: Н.Г. Белова, Л.А. Кутузова, Т.В. Чугрова). – М.: ПАИМС. – 1992. – С. 20-30.
11. Burke R.E. Motor units: anatomy, physiology, and functional organization // Handbook of Physiology (V.B.Brooks, ed.). Sect. 1. The Nervous system, Vol. II. Motor Control, part 1, 1981. – P. 345–422.
12. Cabric M., Appell H.J. Effect of electrical stimulation of high and low frequency on maximum isometric force and some morphological characteristics in men // Inter. J. Sports Med. – 1987. – Vol. 8. – P. 256–260.
13. Datta A.K., Stephens J.A. The effect of digital nerve stimulation on the firing of motor unit in human first dorsal interosseous muscle // J. Physiol. – Vol. 318. – P. 501–510.
14. Davies J., Dooley P., McDonagh M.J.N., White M.J. Adaptation of mechanical properties of muscle to high force training in man // J. Physiol. –1985. – Vol. 365. – P. 277–284.
15. Delitto A., Robinson A.J. Electrical stimulation of muscle: techniques and applications // Clin. Electrophysiol.: Electrotherapy and Electrophysiol. Testing (L. Snyder-Mackler, A.J. Robinson, eds.). – Baltimore: Williams & Wilkins. – 1989. – P. 95–138.
16. Duchateau J., Hainaut K. Training effects of sub-maximal electrostimulation in a human muscle // Med. Sci. Sports Exerc. – 1988. – Vol. 20. – P. 99–104.
17. Farrance B.W., Houston M.E., Ranney D.A. Effects of training using the extended leg position on quadriceps muscle of women // Can. J. Sport Sci. – 1987. – Vol. 12. – P. 170–174.
18. Girsch W., Rab M., Koller R. et al. Conditioning of the latissimus dorsi muscle with epineurial electrodes: morphological characteristics and kinetic behaviour // Proc. Second Ann. IFESS Conference and Neural Prosthesis: Motor Systems 5. – 1997. – P. 55.
19. Gould N., Donnermever D., Gammon G. et al. Transcutaneous muscle stimulation to retard disuse atrophy after open miniscectomy // Clin. Orthop. Related Res. – 1983. – Vol. 178. – P. 190–197.
20. Grimby G., Nordwall A., Hulton B., Henrikson K.G. Changes in histochemical profile of muscle after longterm electrical stimulation in patients with idiopathic scoliosis // Scand. J. Rehab. Med. – 1985. – Vol. 17. – P. 191–196.
21. Hadlicka O., Tyler K.R. Importance of different patterns of frequency in the development of contractile properties and histochemical characteristics of fast skeletal muscle // J. Physiol. – 1980. – Vol. 301. – P. 10P–11P.
22. Häkkinen K. Factors influencing trainability of muscular strength during short term and prolonged training // NSCA J. – 1985. – Vol. 7. – P. 32–37.
23. Halbach J.W., Straus D. Comparison of electro-myostimulation to isokinetic training in increasing power of the knee extensor mechanism // J. Orthop. Sports Phys. Therapy. – 1980. – Vol. 2. – P. 20–24.
24. Halkjaer-Kristensen J., Ingemann-Hansen T. Wasting of the human quadriceps muscle after knee ligament injuries. IY. Muscular performance // Scand. J. Rehab. Med. – 1985. – Vol. 13 (Suppl.). – P. 29–37.
25. Holle J., Thoma H., Frey M. et al. Locomotion of paraplegic patients by functional neuro-stimulation // Automedica. – 1989. – Vol. 11. – P. 263–275.
26. Jones D.A., Rutherford O.M., Parker D.F. Physiological changes in skeletal muscle as a result of strength training // Quart. J. Exp. Physiol. – 1989. – Vol. 74. – P. 233–256.
27. Koryak Yu. Effects of surface electrostimulation on human skeletal muscle // 5th Vienna Inter. Workshop on "Functional Electrostimulation". – 1995. – P. 297–300.
28. Koryak Yu. Electromyographic study of the contractile and electrical properties of the human triceps surae muscle in simulated microgravity environment // J. Physiol. – 1998. – Vol. 510. – P. 287–295.
29. Koryak Yu. Influence of 120-days 6° head-down tilt bed rest on the functional properties of the neuromuscular system in man // Aviat. Space Environ. Med. – 1999. – Vol. 69. – P. 766–770.
30. Koryak Yu. The effects of long-term simulated microgravity on neuromuscular performance in men and women // Eur. J. Appl. Physiol. – 1999. – Vol. 79. – P. 168–175.
31. Koryak Yu., Kozlovskaya I. Changes in electrically evoked and voluntary skeletal muscle contractions during long-term spaceflights // IX Inter. Symp. "Motor Control". – 2000. – P. 46.
32. Kozlovskaya I.B., Burlachkova N.I. Effects of microgravity on spinal reflex mechanisms // 12th Man in Space Symposium: The Future of Humans in Space. – 1997. – P. 310–311.
33. Mayr W., Bijak M., Girsch W. et al. Multichannel stimulation of phrenic nerves by epineurial electrodes // ASAIO J. – 1993. – Vol. 39. – P. M729–M735.
34. Mayr W., Freilinger G., Rafolt R., Bijak M., Girsch W., Hofer C., Lanmüller H., Reichel M., Sauermann S., Schmutterer C., Unger E.,

Gratchev V., Koryak Yu., Shenkman B., Kozlovskaya I., Grigoriev A. Functional electrical stimulation (FES) as a countermeasure against muscular atrophy in long-term space flights – first application on board of MIR – Station. // Proc. 5th Ann. Cong. Inter. FESS (Sinkjaer T., Popovic D., Struijk J.J., eds.), 2000, P. 27-30

35. Miller C., Thépaut-Mathieu C. Comparaison d'entrainements effectués sous électrostimulation et par contraction volontaire: rendement et adaptations physiologiques // Sci. et Motricité. – 1990. – Vol. 11. – P. 16–27.

36. Morissey M.C., Brewster C.E., Shields C.L., Brown M. The effect of electrical stimulation on the quadriceps during postoperative immobilization // Amer. J. Sports Med. – 1985. – Vol. 13. – P. 40–45.

37. Pette D. Functional and biochemical adaptations to low-frequency stimulation: possible applications to microgravity // Inter. J. Sports Med. – 1997. – Vol. 18 (Suppl. 4). – P. S302–S304.

38. Pette D., Vrbova G. Invited review: neural control of phenotypic expression in mammalian muscle fibres // Muscle & Nerve. – 1985. – Vol. 8. – P. 676–689.

39. Poprawki B. Zastosowanie elektrostymulacji w treningu silowym skoczkow wzwyz // Monogr., podr., skr. AWE Poznaniu. Ser. Monogr. – 1980, # 143. – P. 59–67.

40. Singer B. Functional electrical stimulation of the extremities in the neurological patient: a brief review // Australian J. Physiotherapy. – 1986. – Vol. 33. – P. 33–42.

41. Solomonow M. External control of the neuromuscular system // IEEE Transactions on Biomedical Engineering. – 1984. – Vol. 31. – P. 752–763.

42. Stefanovska A., Vodovnik L. Change in muscle force following electrical stimulation // Scand. J. Rehabil. Med. – 1985. – Vol. 17. – P. 141–146.

43. Wigerstad-Lossing I., Grimby G., Jonsson T. et al. Effects of electrical muscle stimulation combined with voluntary contractions after knee ligament surgery // Med. Sci. Sports Exerc. – 1988. – Vol. 20. – P. 93–98.

**МОНИТОРИНГ ОБСЕМЕНЕННОСТИ
УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫМИ
МИКРООРГАНИЗМАМИ РАЗЛИЧНЫХ
ОБЪЕКТОВ
РОДОВСПОМОГАТЕЛЬНОГО
СТАЦИОНАРА**

Омарова С.М., Алиева А.И.,
Абсерханова Д.У., Меджидова Д.Ш.
ФГУП «НПО «Микроген» МЗ РФ,
НПО «Питательные среды», ДГМА
Махачкала, Россия

В последние десятилетия в экономически развитых странах отмечается увеличение удельного веса инфекций, вызываемых условно-патогенными микроорганизмами (УПМ). Эти возбудители являются причиной возникновения более 100 различных нозологических форм гнойно-воспалительных заболеваний, в том числе нозокомиальных инфекций (НИ). Заболеваемость НИ остается серьезной проблемой, особенно в родовспомогательных учреждениях, в которых из-за высокой восприимчивости новорожденных и ослабленности организма матерей возникают гнойно-воспалительные заболевания (ГВЗ), уровень, которых колеблется от 5 до 15% у новорожденных и от 4,6 до 11,9% у родильниц. Этиологическая структура НИ представлена широким спектром УПМ. Наиболее значимая роль принадлежит стафилококкам, грамотрицательным УПМ и респираторным вирусам.

В работе представлены результаты изучения видового спектра и основных факторов патогенности стафилококков, выделенных в Перинатальном центре в 2004 - 2007 гг.

Из различных объектов внешней среды стационара всего было изолировано, идентифицировано до вида и изучено 385 штаммов условно-патогенных микроорганизмов. Доля *S. aureus* составила лишь 10,9%. Остальные изоляты, были представлены видами, которые традиционно не считаются патогенами и практически не учитываются (*S. cohnii*, *S. xylois*), а также представителями грамотрицательной микрофлоры (*E.coli*, *Klebsiella* spp., *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Candida* spp.).

Учитывая современные тенденции в классификации микроорганизмов рода *Staphylococcus*, выделенные культуры исходя из их способности коагулировать плазму, мы подразделили на коагулазоположительные (КП) и коагулазоотрицательные (КО) стафилококки. 70,9% изолированных культур относились к некоагулирующим плазму видам. Из плазмокоагулирующих видов выделяли *S. aureus*, которые обладали и другими факторами патогенности - лецитовителлазу проду-