

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ L-КАРНИТИНА В ПОДГОТОВКЕ ФУТБОЛИСТОК

**К.Р. Мехдиева, М.О. Плотникова, А.В. Захарова, А.Н. Бердникова,
В.Э. Тимохина, С.В. Кондратович, И.С. Селезнева**

*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург, Россия*

Цель – исследовать влияние L-карнитина на различные аспекты физической подготовленности и психофизиологические особенности квалифицированных спортсменок во время соревновательного мезоцикла в игровых видах спорта на примере футбола. **Материалы и методы.** Изучали влияние препарата L-карнитина «Элькар» (ООО «ПИК-ФАРМА», Россия) на функциональные показатели команды профессиональных футболисток ($n = 10$, возраст – $22 \pm 1,7$ лет, длина тела – $163,3 \pm 5,5$ см, масса тела – $58,9 \pm 6,8$ кг). Исследуемые экспериментальной группы ($n = 6$) получали препарат «Элькар» в дозе 3 г/сут (по 1,5 г два раза в сутки в виде водного раствора) в течение 4 недель соревновательного мезоцикла. Для изучения эффективности использования препарата в тренировочном процессе футболисток были оценены параметры: состава тела методом биоимпедансометрии; функционального состояния методами вариабельности сердечного ритма и нагрузочного тестирования (велоэргоспирометрия) с биохимическим анализом содержания лактата в русле крови; показатели анаэробных возможностей с помощью Вингейт-тестирования, а также психофизиологический статус футболисток. **Результаты исследования.** Было установлено, что на фоне приема препарата «Элькар» оптимизировался состав тела – достоверно снизился жировой компонент. Также было выявлено повышение функциональных показателей спортсменок экспериментальной группы – достоверное увеличение МПК, снижение ЧСС_{покоя}, нормализация АД и адаптивных возможностей организма. Кроме того, у лиц, получавших «Элькар», было установлено недостоверное увеличение скоростно-силовых способностей, а также стабилизация устойчивости и концентрации внимания, то есть нормализация психофизиологических параметров в случае их отставания. **Заключение.** L-карнитин в соревновательном мезоцикле подготовки профессиональных футболисток является безопасным разрешенным фармакологическим препаратом и эффективен для оптимизации состава тела, повышения аэробных способностей, а также нормализации адаптивных способностей и концентрации внимания.

Ключевые слова: L-карнитин, «Элькар», игровые виды спорта, функциональное состояние спортсменок, футболистки.

Введение

Подготовка спортсменок в игровых видах спорта, характеризующаяся концентрированными и многотуровыми соревновательными нагрузками – очень сложный и трудоемкий процесс. Для соревновательного мезоцикла немаловажную роль играет функциональный потенциал футболисток и их готовность неоднократно переносить интенсивную игровую деятельность на протяжении турнира. Необходимо также учитывать, что нагрузки в соревновательном мезоцикле отличаются высокой интенсивностью, однако они должны быть адекватными возможностям и текущему

функциональному состоянию атлетов, чтобы минимизировать риск патологических состояний и травм.

В современной спортивной практике использование разрешенных метаболических фармакологических препаратов, которые повышают толерантность организма к интенсивным нагрузкам и участвуют в процессах энергообеспечения, может способствовать решению вышеописанных задач [8].

Одним из таких препаратов является «Элькар» (действующее вещество L-карнитин). Известно, что L-карнитин поддерживает активность пируватдегидрогеназного комп-

лекса и разгружает клетку от избытка токсических метаболитов, позволяет уменьшить долю анаэробного лактатного энергообразования и увеличить вклад более эффективной аэробной энергопродукции в метаболизм скелетных мышц и рабочего миокарда [2, 3]. Кроме того, L-карнитин играет важную роль не только в переносимости физических нагрузок, но и в процессах восстановления после интенсивной физической работы, уменьшая мышечную болезненность, что в свою очередь важно в подготовке спортсмена. Препарат «Элькар» на протяжении многих десятилетий привлекает внимание медиков и спортсменов не только благодаря своим положительным фармацевтическим эффектам [7, 9], но и низкой токсичности. При этом вопрос влияния L-карнитина на физиологические параметры спортсменов в годичном цикле тренировок, в частности в различные мезо- и макроциклы тренировочного процесса остаются мало изученными.

Цель – исследовать влияние L-карнитина на различные аспекты подготовленности и психофизиологические особенности квалифицированных спортсменов во время соревновательного мезоцикла в игровых видах спорта.

Организация и методы исследования

Группы исследования составили 10 членов женской студенческой сборной Уральского федерального университета по футболу (средний возраст $22 \pm 1,7$ лет, длина тела – $163,3 \pm 5,5$ см, масса тела – $58,9 \pm 6,8$ кг). Уровень спортивной квалификации участников исследования – от первого взрослого разряда до кандидата в мастера спорта. По данным врачебного контроля медико-санитарной части УрФУ, все спортсменки на момент проведения эксперимента были здоровы, не имели патологий со стороны ведущих систем организма и противопоказаний для проведения исследования.

Перед проведением эксперимента все участники были проинформированы о целях, задачах и методах исследования, преимуществах и возможных рисках. Было получено письменное информированное согласие у каждой из спортсменок на участие в эксперименте. Исследование было проведено в соответствии с принципами Хельсинской Декларации Всемирной Организации Здравоохранения.

Исследование проводилось в течение 4 недель соревновательного мезоцикла в ноябре –

декабре 2017 года. Вне соревнований спортсменки тренировались 6 дней в неделю. За 4 недели исследования футболистки провели 16 официальных матчей, из них 9 – финальные игры Всероссийских студенческих соревнований и Чемпионата России по мини-футболу среди клубов Высшей лиги, при этом осуществили 3 авиаперелета.

Было сформировано 2 группы – контрольная (4 человека) и экспериментальная (6 человек). Группы были сопоставимы по основным физическим и физиологическим параметрам. В качестве безопасного источника L-карнитина был выбран сертифицированный препарат «Элькар» (ООО «ПИК-ФАРМА», Россия) – 30%-ный раствор для приема внутрь. Футболистки экспериментальной группы принимали препарат в виде водного раствора по 3 г/день дважды по 1,5 г (10 мл) в сутки (утром натощак – за 30 мин до еды, днем непосредственно перед основной тренировкой или игрой).

Тестирование спортсменок проводили в три этапа:

1. Входное тестирование – до начала соревновательного мезоцикла.
2. Проверочное тестирование – через 2 недели после начала приема «Элькара».
3. Заключительное тестирование – через 4 недели после начала приема препарата «Элькар» в соответствии с рекомендованной нами схемой и суточной дозировкой.

На каждом этапе проводили комплексное тестирование на базе научной лаборатории «Технологии восстановления и отбора в спорте» УрФУ.

Для *оценки состава тела* проводили биоимпедансометрию с использованием аппарата Tanita MC-980 (TANITA, Япония). Измеряли содержание мышечной, жировой и костной массы (процентного и абсолютного показателей), внутриклеточной и внеклеточной жидкости организма.

Для *изучения текущего функционального состояния* проводили анализ вариабельности сердечного ритма в ортопробе с использованием программно-аппаратного комплекса Варикард 2.51 (Россия). Оценивали разницу ЧСС (dЧСС, уд./мин) в ортопробе (лежа–стоя), интегральный показатель уровня функциональных возможностей (0–9 баллов), стресс-индекс. Стресс-индекс, иначе индекс напряжения, показывает, насколько хорошо человек справляется с психологиче-

скими и физическими нагрузками, которые есть в его жизни. По величине стресс-индекса возможно оценить и прогнозировать функциональные расстройства, наличие дистресса и риски развития кардиологических заболеваний.

Оценка аэробной производительности проводилась методом стресс-тестирования (велоэргоспирометрии) с использованием системы нагрузочного тестирования Schiller (SCHILLER AG, Швейцария) и газоанализатора Fitmate PRO (COSMED, Италия) в соответствии с международными рекомендациями ACC/AHA 2002 Guidelines update for exercise testing, 2006 [4]. Применяли протокол максимального теста («до отказа») с непрерывно возрастающей нагрузкой (РАМП-протокол) [11, 12]. В качестве разминки на первой минуте теста была задана нагрузка, соответствующая 0 Вт, далее увеличение нагрузки происходило непрерывно с 60 с теста на 40 Вт/мин. Всем участницам исследования было рекомендовано поддерживать частоту педалирования (каденс), соответствующую 80 об/мин. В течение всего нагрузочного тестирования регистрировались следующие показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин), легочная вентиляция (л/мин), частота дыхания (ЧД, цикл/мин), мощность нагрузки (P, Вт), потребление кислорода – абсолютные (мл/мин) и относительные значения (мл/кг/мин). По завершении тестирования были определены максимальные значения регистрируемых параметров – максимальное потребление кислорода (МПК, мл/кг/мин), максимальная частота сердечных сокращений (ЧСС_{макс}, уд./мин), максимальная достигнутая мощность нагрузки (P_{макс}, Вт) при заданной частоте педалирования, относительная максимальная мощность нагрузки (P_{макс}/кг, Вт/кг), максимальная вентиляция легких (МВЛ, мл/мин), ЧСС на уровне порога анаэробного обмена (ПАНО) (ЧСС_{ПАНО}, уд./мин), а также ПАНО в % от МПК (ПАНО, % от МПК).

Вингейт-тест проводился с использованием вертикального велоэргометра VIKO MED (TechnoGym, Италия) и программного обеспечения CardioMemory V1.0 SP3 [1] для оценки скоростно-силовой подготовленности футболисток. Испытуемые выполняли педалирование на велоэргометре с установкой демонстрации максимальной алактатной мощности (МAM) и поддержанием максимально возможной интенсивности до конца 30-секундного теста. Во время тестирования фиксиро-

вались следующие показатели: максимальная мощность (Вт), мощность работы на 15-й и 30-й секундах выполняемой работы (Вт). После окончания теста компьютерной программой рассчитывалась средняя мощность (Вт) и степень утомления (%). Кроме того, с учетом веса испытуемых рассчитывались относительные значения всех вышеперечисленных силовых показателей (Вт/кг), а также время достижения МAM (T_{макс}, с).

Измерения уровня содержания лактата (La, моль/л) капиллярной крови осуществляли с использованием экспресс-лаборатории Варио-плюс (Diaglobal, Германия). Diaglobal-тест основывается на ферментативном преобразовании лактата в пируват с помощью лактатоксидазы (LOD) и последующем превращении промежуточно полученной H₂O₂ в краситель (хинонимин). Пробы капиллярной крови (10 мкл) брали трижды – до тестирования, через 3 и 5 мин после окончания стресс-теста.

Для определения **психофизиологического статуса** спортсменов использовался программно-аппаратный комплекс «НС-Психотест» (Нейрософт, Россия). Психодиагностический инструментальный позволил определить скорость зрительно-моторной реакции и стабильность реагирования на 30 предъявлений светового сигнала (методика «Простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР)»); уравновешенность (сбалансированность) нервных процессов возбуждения и торможения (методика «Реакция на движущийся объект (РДО)»); способность к выполнению высокоинтенсивной работы (экспресс-методика «Теппинг-тест»). Фиксация времени реакции испытуемых на предъявление световых сигналов путем нажатия на соответствующую кнопку прибора позволило определить следующие показатели: время зрительно-моторной реакции и стабильность реакции реагирования (M, мс). На основании среднего значения времени реакции (M, мс) и стандартного отклонения (SD, мс) были определены параметры устойчивости концентрации внимания (у. е.), уровень сбалансированности процессов возбуждения и торможения НС (у. е.). Показатель динамической работоспособности (Гц, у. е.) определялся путем постукивания «карандашом» по резиновой «платформе» с максимально возможной частотой в течение 30 с.

Статистический анализ данных проводился с использованием пакетов программ

Спортивное питание

«Excel» (Microsoft Office 2007) и SPSS Statistics 17.0 (IBM). Нормальность распределения признака в выборках оценивали с использованием теста Шапиро-Уилкса. Для описания параметров в исследуемых группах были рассчитаны средние величины (M), стандартное отклонение (SD), минимальные и максимальные значения (min–max). Для выявления различий между группами применяли сравнительный анализ с использованием параметрического критерия Стьюдента (Т-тест). Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

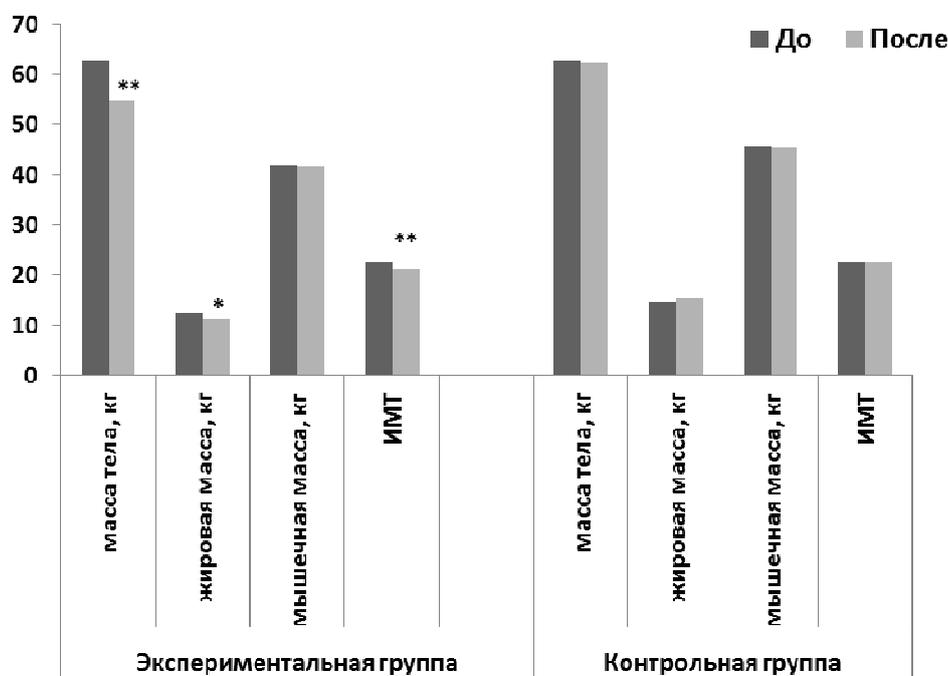
1. Влияние препарата «Элькар» на состав тела футболисток

По результатам тестирования на первом этапе было выявлено, что в среднем представительницы обеих групп имели высокий ИМТ ($21,77 \pm 1,6$ в экспериментальной группе и $22,52 \pm 2,1$ в контрольной группе), преимущественно за счет высоких относительных параметров жирового компонента. Так, в экспериментальной группе содержание жира в общей массе тела составило $21,62 \pm 4,01$ % от общей массы, а мышечной массы – $74,8 \pm 3,8$ %. В контрольной группе содержание жира соответствовало $23,15 \pm 5,5$ %, а мышечной массы $73,02 \pm 5,3$ %.

По окончании исследования в экспериментальной группе было установлено достоверное ($p < 0,01$) снижение массы жира (рис. 1). Показатель относительной жировой массы составил $20,4 \pm 3,6$ %, при этом процент мышечной массы достоверно увеличился ($p < 0,01$), в то время, как в контрольной группе динамики снижения жирового компонента и увеличения процента мышечной массы от общей массы тела выявлено не было. Важно отметить, что на втором этапе исследования (через 2 недели после начала приема «Элькара») статистически достоверных изменений в составе тела футболисток обеих групп зарегистрировано не было. Данный факт подтверждает необходимость длительного приема препарата для стимулирования метаболических процессов в организме и оптимизации компонентного состава тела.

2. Влияние препарата «Элькар» на функциональное состояние футболисток

В табл. 1 приведены результаты входной и заключительной оценки функционального состояния спортсменок с помощью методики variability сердечного ритма и нагрузочного тестирования методом велоэргоспирометрии, а также показатели нормы для спортсменок [6, 10, 12].



Компонентный состав тела футболисток на I (до) и III (после) этапах исследования:
* – $p < 0,05$ различия достоверны, ** – $p < 0,01$ различия достоверны
Body composition of female football players at I (before) and III (after) stages of the study:
* – $p < 0.05$ differences are significant, ** – $p < 0.01$ differences are significant

Таблица 1
Table 1

Параметры функционального состояния футболисток контрольной и экспериментальной групп
Parameters of the functional state of female football players from control and experimental groups

Показатели Parameters	1 этап (до) 1 st stage (before) M ± SD (min-max)	3 этап (после) 3 rd stage (after) M ± SD (min-max)	Норма для спортсменов Athletic norm
Экспериментальная группа / Experimental group			
Баллы функционального состояния Functional state scores	5,67 ± 1,03 (4-7)	4,8 ± 1,6* (2-6)	≤ 3
Стресс-индекс, усл. ед. / Stress-index, с. у.	31,17 ± 18,1 (9-55)	33,3 ± 18,2 (8-59)	50-150
Число аритмий, % / Arrhythmias number, %	0,93 ± 0,8 (0-2,3)	0,4 ± 0,73* (0-1,7)	0-4
ЧСС _{лежа} , уд./мин / HR _{supine} , bpm	63,67 ± 6,2 (57-75)	63,3 ± 7,6 (50-70)	< 55
ЧСС _{стоя} , уд./мин / HR _{standing} , bpm	81,50 ± 11,9 (69-103)	76 ± 11,4 (64-95)	< 75
САД _{покоя} , мм рт. ст. / SBP _{rest} , mm Hg	120,50 ± 4,4 (115-126)	117,2 ± 3,8 (111-122)	< 120
ДАД _{покоя} / DBP _{rest} , mm Hg	74,17 ± 6,9 (63-83)	69,2 ± 3,9* (64-74)	< 80
МПК, мл/кг/мин / VO _{2max} , ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹	37,48 ± 3,4 (33,6-42,4)	42,2 ± 4,1* (35,2-46,1)	> 52
P _{max} /кг, Вт/кг / P _{max} /kg, W·kg ⁻¹	3,83 ± 0,34 (3,3-4,2)	4,13 ± 0,37* (3,5-4,5)	> 5
ПАНО, % от МПК, АТ, % VO _{2max}	77,67 ± 7,5 (68-88)	79,8 ± 4,1 (74-93)	> 85
ЧСС _{ПАНО} , уд./мин / HR _{AT} , bpm	153,5 ± 11,5 (132-164)	164 ± 13,7* (144-183)	-
ЧСС _{макс} , уд./мин / HR _{max} , bpm	166,17 ± 9,1 (151-175)	178,8 ± 10,1* (164-193)	> 180
Контрольная группа / Control group			
Баллы функционального состояния Functional state scores	5 ± 2 (2-6)	6,25 ± 1,3 (5-8)	≤ 3
Стресс-индекс, усл. ед. / Stress-index, с. у.	40,75 ± 39,4 (11-97)	26,25 ± 7,4 (16-33)	50-150
Число аритмий, % / Arrhythmias number, %	1,6 ± 2,9 (0-6)	8,63 ± 17,1 (0-34)	0-4
ЧСС _{лежа} , уд./мин / HR _{supine} , bpm	55,5 ± 5,1 (52-63)	61 ± 13,7 (41-72)	< 55
ЧСС _{стоя} , уд./мин / HR _{standing} , bpm	78,25 ± 10,2 (67-90)	73 ± 17,8 (50-92)	< 75
САД _{покоя} , мм рт. ст. / SBP _{rest} , mm Hg	131,75 ± 11,2 (119-145)	130,25 ± 10,4 (120-144)	< 120
ДАД _{покоя} , мм рт. ст. / DBP _{rest} , mm Hg	80,5 ± 5,7 (77-89)	73 ± 2,9 (70-77)	< 80
МПК, мл/кг/мин / VO _{2max} , ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹	39,6 ± 4,1 (35,8-44,8)	42,2 ± 6,1 (36,8-44)	> 52
P _{max} /кг, Вт/кг / P _{max} /kg, W·kg ⁻¹	3,81 ± 0,44 (3,3-4,48)	4,03 ± 0,50 (3,5-4,5)	> 5
ПАНО, % от МПК, АТ, % VO _{2max}	85 ± 14,9 (63-96)	81,25 ± 5,8 (75-89)	> 85
ЧСС _{ПАНО} , уд./мин / HR _{AT} , bpm	162,25 ± 11,02 (150-176)	163,5 ± 16,5 (144-177)	-
ЧСС _{макс} , уд./мин / HR _{max} , bpm	166,5 ± 12,2 (152-181)	177,5 ± 7,2 (168-184)	> 180

Примечание: * – p < 0,05 различия достоверны, ** – p < 0,01 различия достоверны.

Note: * – p < 0.05 differences are significant, ** – p < 0.01 differences are significant.

На первом этапе исследования результаты оценки функционального состояния футболистов обеих групп указывают на повышенный уровень утомления и напряжения регуляторных систем организма: было зарегистрировано превышение баллов функционального состояния и снижение стресс-индекса относительно нормы для здорового человека (см. табл. 1). При этом число аритмий находилось в пределах нормативных значений, существенных нарушений в работе сердечно-сосудистой системы также не обнаружено.

Результаты заключительного этапа исследования функционального состояния демонстрируют снижение утомления и нормализацию работы регуляторных систем у спортсменов, принимавших L-карнитин. В частности, было зарегистрировано достоверное снижение баллов функционального состояния ($p < 0,05$), а также диастолического давления в покое ($p < 0,05$). Кроме того, у спортсменов экспериментальной группы отмечалась тенденция к снижению ЧСС в покое и числа аритмий. Следует подчеркнуть, что достоверных улучшений в функциональном состоянии футболистов контрольной группы обнаружено не было. Более того, наблюдалась тенденция к приросту баллов функционального состояния (до 8 – «срыв адаптации») и снижению стресс-индекса, что свидетельствует о нарастании утомления и перенапряжении регуляторных систем организма спортсменов в соревновательном мезоцикле.

Функциональное состояние футболистов обеих групп на начальном этапе исследования соответствовало уровню здорового человека, однако по всем ключевым критериям не достигало нормативных значений для спортсменов. На третьем этапе исследования у футболистов экспериментальной группы было выявлено достоверное повышение физической работоспособности: возрос уровень МПК ($p < 0,05$), увеличился показатель ЧСС_{ПАО} ($p < 0,05$), сдвигаясь в сторону максимальных значений ЧСС в стресс-тесте. При этом наблюдалось повышение максимальной относительной мощности ($p < 0,05$) выполненной в тесте нагрузки и максимальной ЧСС ($p < 0,05$). Достоверных отличий в функциональной подготовленности футболистов контрольной группы, не принимавших «Элькар», зарегистрировано не было.

В целом полученные нами данные свидетельствуют о положительном влиянии L-кар-

нитина на уровень физической работоспособности и функциональное состояние футболистов. Влияние препарата на функциональное состояние спортсменов обусловлено его нейропротективными свойствами, способностью повышать эффективность метаболических процессов в нервной ткани, облегчать поступление ингибитора ацетилхолинэстеразы в нейроны, а также участием ацетил-L-карнитина в синтезе ацетилхолина, что в совокупности позволяет снизить напряжение регуляторных систем организма. В свою очередь, прием L-карнитина способствовал росту аэробной работоспособности футболистов, за счет регуляции активности пируватдегидрогеназного комплекса, ускорения высвобождения кофермента-A в митохондриях и увеличения вклада аэробных механизмов в энергообеспечение и метаболизм скелетных мышц и миокарда. Таким образом, можно предположить, что комплексное воздействие L-карнитина на различные системы организма, позволило спортсменкам одновременно нормализовать функциональное состояние и повысить уровень физической работоспособности.

3. Влияние «Элькара» на показатели скоростно-силовых способностей футболисток

Вингейт-тестирование футболисток контрольной и экспериментальной групп на начальном этапе исследования выявило значения абсолютной и относительной МАМ мышц ног спортсменок (табл. 2). Недостаточный уровень развития скоростно-силовых способностей (МАМ ниже 10 Вт/кг) отмечается у 66,6 % всех футболисток.

Важным критерием для оценки скоростно-силовых способностей футболисток является T_{max} , с – время достижения МАМ [1]: хорошим результатом считается быстрый (на третьей – пятой секунде тестирования) выход на пиковые значения [5]. Среди тестируемых футболисток значение показателя $T_{max} \leq 5$ с продемонстрировали 22,2 % спортсменок: по одной футболистке в контрольной и экспериментальной группах.

Уровень развития скоростно-силовой выносливости оценивался по показателям степени утомления и средней мощности в Вингейт-тесте. По результатам тестирования средний уровень развития скоростно-силовой выносливости отмечается у 44,4 % футболисток (по 22,2 % спортсменок в контрольной и экспериментальной группе). Недостаточный уро-

Таблица 2
Table 2

Результаты Вингейт-тестирования футболисток контрольной и экспериментальной групп
Wingate-test results of female football players from control and experimental groups

Показатели Parameters	Экспериментальная группа Experimental group M ± SD (min–max)		Контрольная группа Control group M ± SD (min–max)	
	1 этап (до) 1 st stage (before)	3 этап 3 rd stage	1 этап (до) 1 st stage (before)	3 этап 3 rd stage
МАМ, Вт Peak power, W	558,8 ± 71,9 (469–639)	593,4 ± 108* (446–711)	612,8 ± 56,4 (554–673)	629,0 ± 42,83 (590–669)
МАМ, Вт/кг Wingate peak, W·kg ⁻¹	9,68 ± 0,45 (9,2–10,38)	10,29 ± 1,21* (8,75–12,05)	9,89 ± 1,01 (8,52–10,7)	10,21 ± 0,98 (9,14–11,15)
Мощность 15 с, Вт/кг Power 15 s, W·kg ⁻¹	8,81 ± 0,36 (8,51–9,45)	8,78 ± 0,53 (8,22–9,6)	8,45 ± 1,05 (7,37–9,54)	8,29 ± 0,84 (7,41–9,07)
Мощность 30 с, Вт/кг Power 30 s, W·kg ⁻¹	6,89 ± 0,25 (6,59–7,22)	6,95 ± 0,53 (6,37–7,69)	6,31 ± 0,35 (6,06–6,83)	6,47 ± 0,33 (6,11–6,76)
Средняя мощность, Вт P _{mean} , W	488,6 ± 69,1 (411–583)	500,4 ± 64,4 (419–590)	506,3 ± 35,5 (469–544)	505,5 ± 38,55 (481–563)
Средняя мощность, Вт/кг P _{mean} /kg, W·kg ⁻¹	8,45 ± 0,41 (8,04–8,97)	8,7 ± 0,44 (8,22–9,08)	8,18 ± 0,79 (7,22–8,96)	8,19 ± 0,56 (7,55–8,91)
Степень утомления, % Wingate fatigue rate, %	30,8 ± 8,7 (22–45)	30,0 ± 11,47 (16–47)	34,0 ± 4,55 (28–39)	35,75 ± 5,62 (30–43)
T _{max} , с T _{max} , s	7,2 ± 2,17 (5–10)	5,4 ± 2,51 (2–9)	6,25 ± 2,06 (4–9)	5,0 ± 1,73 (4–7)
Мах частота педалирования, об/мин Cadens _{max} , rpm	126 ± 5,79 (120–135)	134,0 ± 15,8* (114–157)	128,75 ± 13 (111–139)	137,33 ± 10,8 (125–145)

Примечание: * – p < 0,05 различия достоверны.
Note: * – p < 0.05 differences are significant.

вень развития скоростно-силовой выносливости отмечается у 55,5 % всех тестируемых спортсменок.

Анализ результатов Вингейт-теста на начальном и заключительном этапах исследования не выявил статистически достоверного улучшения в скоростно-силовой подготовленности тестируемых групп футболисток. Небольшой прирост значения показателя МАМ (в пределах 0,7–1,67 Вт/кг) отмечается у трех спортсменок экспериментальной и двух спортсменок контрольной группы. Кроме того, выросло количество футболисток с быстрым включением мышц ног в работу: 55,5 % тестируемых спортсменок (33,3 % в экспериментальной и 22,2 % в контрольной группе) продемонстрировали должную скорость достижения пика мощности МАМ (до 5 с), и значительно уменьшился диапазон значений T_{max}.

Анализ данных содержания лактата в крови также позволил получить важные данные об анаэробных способностях спортсменок. Так, данные биохимического анализа на

первом этапе исследования свидетельствовали об отсутствии межгрупповых отличий и соответствовали норме для спортсменов. Повышение уровня лактата покоя в обеих группах (до 1,2 ммоль/л в экспериментальной группе и 0,85 ммоль/л в контрольной группе) указывали лишь на физиологически нормальную реакцию организма на интенсивные соревновательные нагрузки. Увеличение лактатамии на 3-й и 5-й минуте после максимальных нагрузок в тесте в экспериментальной группе (с 4,1 ± 2,3 до 5,6 ± 2,1 ммоль/л и 5,28 ± 1,2 до 6,3 ± 1,4 ммоль/л соответственно) объясняется более высокими показателями максимально достигнутой мощности в стресс-тесте, а также толерантностью организма к закислению во время интенсивной мышечной деятельности. В данном случае высокая лактатамия рассматривается не как признак снижения адаптационных процессов при соревновательных нагрузках, а как нормальная реакция организма на предельные нагрузки и способность продолжать работу в состоянии мышечного утомления.

Спортивное питание

4. Влияние препарата «Элькар» на психофизиологический статус спортсменок

На начальном этапе исследования анализ результатов психомоторных особенностей спортсменок экспериментальной и контрольной групп выявил достаточно высокий уровень скорости реагирования, стабильности психомоторных реакций и устойчивости концентрации внимания (табл. 3), а также преобладание точных реакций у 83 % испытуемых экспериментальной и 100 % контрольной группы. При этом показатели только одной спортсменки экспериментальной группы (17 %) указывали на низкий уровень устойчивости внимания.

Наиболее эффективная деятельность организма связана со способностью удерживать оптимальный вариант управления нервными процессами возбуждения и торможения. Способность к удовлетворительному регулированию процессов НС по тестированию РДО продемонстрировали 50 % испытуемых. Инертность протекания нервных процессов выявлена у одной спортсменки (17 %) из числа испытуемых экспериментальной группы.

Обработка экспериментальных данных теппинг-теста позволила определить, что 83 % спортсменок экспериментальной группы и 75 % контрольной демонстрируют высокий уровень способности выдерживать интенсивные нагрузки.

Сравнение психофизиологического статуса спортсменок на начальном и заключительном этапах исследования не выявило статистически достоверных улучшений показателей рассматриваемых параметров ($p > 0,05$). Прослеживается тенденция к улучшению концентрации внимания и увеличению количества точных реакций: в экспериментальной группе – 2 чел. (34 %) за счет снижения количества запаздывающих реакций и в контрольной группе – 1 чел. (25 %) за счет уменьшения показателей преждевременного реагирования.

У одной спортсменки экспериментальной группы, имеющей низкий уровень устойчивости концентрации внимания на начальном этапе эксперимента, этот показатель был значительно улучшен (с 0,33 у. е. до нормального для спортивной деятельности уровня 0,09 у. е.) к заключительному этапу.

Таблица 3
Table 3

Показатели двигательных реакций спортсменок исследуемых групп
Parameters of the motor reactions of female football players from control and experimental groups

Параметры Parameters	Экспериментальная группа Experimental group (n = 6) M ± SD (min–max)		Контрольная группа Control group (n = 4) M ± SD (min–max)		Спорт норма Athletic norm
	1 этап (до) 1 st stage (before)	3 этап (после) 3 rd stage (after)	1 этап (до) 1 st stage (before)	3 этап (после) 3 rd stage (after)	
Время ПЗМР, мс Visual-motor reaction time, ms	180,63 ± 5,24 (169–202,3)	190,65 ± 5,38 (172,6–205,8)	186,4 ± 8,16 (163,3–198,4)	190,6 ± 8,62 (176,6–215,54)	< 183
Стабильность реакции реагирования, мс Sensorimotor reaction stability, ms	27,94 ± 2,86 (19,6–36,3)	40,01 ± 5,25 (23,35–53,2)	29,69 ± 4,53 (18–39,8)	40,91 ± 9,79 (28,9–69,93)	< 40
Устойчивость концентрации внимания, у. е. Concentration stability, c. u.	0,10 ± 0,05 (0,3–0,33)	0,09 ± 0,04 (0,03–0,09)	0,09 ± 0,07 (0,03–0,3)	0,16 ± 0,11 (0,06–0,48)	< 0,09
Показатель точных реакций, у. е. Index of precise reactions, c. u.	19,5 ± 2,26 (11–24)	21,8 ± 2,29 (11–26)	18,5 ± 0,95 (17–21)	19,75 ± 1,03 (17–22)	–
Показатель опережающих реакций, у. е. Index of antedating response, c. u.	5,83 ± 1,47 (2–12)	4,17 ± 2,16 (0–14)	6,25 ± 1,93 (2–10)	4,75 ± 1,31 (2–7)	–
Показатель запаздывающих реакций, у. е. Index of differed reactions, c. u.	4,5 ± 2,53 (0–17)	3,67 ± 0,98 (1–8)	5,25 ± 1,31 (3–9)	5,25 ± 0,85 (3–7)	–
Средняя частота ударов/с, Гц Average tapping frequency, Hz	7,53 ± 0,24 (6,66–8,04)	7,38 ± 0,31 (6,24–8,01)	7,83 ± 0,16 (7,6–8,27)	7,76 ± 0,13 (7,43–8,07)	> 7,35

Заключение

Прием L-карнитина в соревновательном мезоцикле у профессиональных футболисток в суточной дозе 3 г способствует оптимизации состава тела – снижению жирового компонента при увеличении мышечного. Важно, что этот эффект наблюдается при длительном (более 4 недель) приеме препарата.

Кроме того, прием L-карнитина способствует повышению аэробных способностей спортсменок за счет нормализации обменных и восстановительных процессов, а также способствует улучшению регуляторных процессов организма и концентрации внимания даже на фоне интенсивных нагрузок соревновательного мезоцикла подготовки.

Хорошая переносимость и высокая эргогенная активность L-карнитина в представленном препарате позволяют рекомендовать «Элькар» как эффективное разрешенное средство в комплексных программах фармакологической поддержки квалифицированных спортсменов.

Работа выполнена при финансовой поддержке постановления № 211 Правительства Российской Федерации, контракт № 02.А03.21.0006.

Литература

1. Захарова, А.В. Контроль скоростно-силовых способностей футболистов на этапе начальной специализации / А.В. Захарова, А.Н. Бердникова // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2016. – Т. 16, № 4. – С. 64–74. DOI: 10.14529/hsm160307
2. Парастаев, С.А. О результатах применения L-карнитина (препарат Элькар®) у спортсменов высокой квалификации / С.А. Парастаев, А.В. Топольский, Д.Е. Хван и др. // *Журнал Спортивная Медицина: наука и практика*. – 2012. – Т. 7, № 2. – С. 21–29.
3. Чурганов, О.А. Влияние приема L-карнитина на некоторые функциональные показатели спортсменов, тренирующихся качество выносливости / О.А. Чурганов, Е.А. Гаврилова // *Журнал РАСМИРБИ*. – 2008. – Т. 4. – С. 64–71.
4. ACC / AHA 2002 Guideline update for exercise testing: summary article: a report of the American College of Cardiology // *American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Journal of American College of Cardiology*. – 2006. – Vol. 48. – 1731 p.
5. Bell, W. Effect of individual time to peak power output on the expression of peak power output in the 30s Wingate Anaerobic Test / W. Bell, D.M. Cobner // *International Journal of Sports Medicine*. – 2007. – Vol. 28, № 2. – P. 135–139.
6. Haugen, T.A. VO_{2max} Characteristics of Elite Female Soccer Players, 1989–2007 / T.A. Haugen, E. Tønnessen, E. Hem et al. // *International Journal of Sports Physiology and Performance*. – 2014. – № 9. – P. 515–521. DOI: 10.1123/IJSP.2012-0150
7. Ho, J.Y. L-Carnitine l-tartrate supplementation favorably affects biochemical markers of recovery from physical exertion in middle-aged men and women / J.Y. Ho, W.J. Kraemer, J.S. Volek et al. // *Metabolism*. – 2010. – Vol. 59, № 8. – P. 1190–1199.
8. Huang, A. Role of supplementary L-carnitine in exercise and exercise recovery / A. Huang, K. Owen // *Med Sport Science*. – 2012. – Vol. 59. – P. 135–142. DOI: 10.1159/000341934
9. Lee, J.K. Effect of L-carnitine supplementation and aerobic training on FABPc content and beta-HAD activity in human skeletal muscle / J.K. Lee, J.S. Lee, H. Park et al. // *European Journal of Applied Physiology*. – 2007. – Vol. 99, № 2. – P. 193–199.
10. Vilikus, Z. Functional Diagnostics / Z. Vilikus. – College of Physical Education and Sport, Palestra, 2012. – P. 12–15.
11. Zakharova, A. Physical and Psychophysiological Profiles of Sub-elite Basketball Players. Novel Approach to Complex Testing / A. Zakharova, K. Mekhdieva, S. Kondratovich // *Proceedings of the 5th International Congress on Sport Sciences Research and Technology Support (icSPORTS 2017)*. – 2017. – P. 132–139. DOI: 10.5220/0006585401320139
12. Zakharova, A. Cardiovascular health and physical capacity in student and elite basketball players / A. Zakharova, K. Mekhdieva, V. Smirnov // *RRI 2016 – International Conference on Responsible Research and Innovation (RRI) – European Proceedings of Social and Behavioral Sciences*. – 2016. – Vol. 26. – P. 1032–1039. DOI: 10.15405/epsbs.2017.07.02.133

Мехдиева Камилия Рамазановна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры сервиса и оздоровительных технологий, Институт физической культуры, спорта и молодежной политики, заведующий лабораторией «Технологии восстановления и отбора в спорте», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: kamilia_m@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2967-2655.

Плотникова Мария Олеговна, магистрант кафедры сервиса и оздоровительных технологий, Институт физической культуры, спорта и молодежной политики, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: fc_urfu@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2684-6015.

Захарова Анна Валерьевна, кандидат педагогических наук, профессор, профессор кафедры физической культуры, Институт физической культуры, спорта и молодежной политики, старший научный сотрудник лаборатории «Технологии восстановления и отбора в спорте», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: sport_tsp@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8170-2316.

Бердникова Анастасия Николаевна, аспирант, старший преподаватель кафедры физической культуры, Институт физической культуры, спорта и молодежной политики, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: anastasia_berdnikova@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9818-2505.

Тимохина Варвара Эдуардовна, аспирант, преподаватель кафедры сервиса и оздоровительных технологий, Институт физической культуры, спорта и молодежной политики, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: varvaratim@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-3239-5038.

Кондратович Светлана Викторовна, старший преподаватель кафедры сервиса и оздоровительных технологий, Институт физической культуры, спорта и молодежной политики, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: svetlanakond@mail.ru, ORCID: 0000-0003-0415-0826.

Селезнева Ирина Станиславовна, кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры технологий органического синтеза Химико-технологического института, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: i.s.selezneva@urfu.ru. ORCID: 0000-0002-7039-1874.

Поступила в редакцию 30 ноября 2017 г.

EFFECTIVENESS OF L-CARNITINE IN THE PREPARATION OF FEMALE FOOTBALL PLAYERS

K.R. Mekhdieva, kamilia_m@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2967-2655,

M.O. Plotnikova, fc_urfu@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2684-6015,

A.V. Zakharova, sport_tsp@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8170-2316,

A.N. Berdnikova, anastasia_berdnikova@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9818-2505,

V.E. Timokhina, varvaratim@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-3239-5038,

S.V. Kondratovich, svetlanakond@mail.ru, ORCID: 0000-0003-0415-0826,

I.S. Selezneva, i.s.selezneva@urfu.ru, ORCID: 0000-0002-7039-1874

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russian Federation

Aim. The aim of this paper is to study L-carnitine effect on various aspects of physical fitness and psychophysiological features of professional female football players during the competitive mesocycle. **Materials and Methods.** We studied the effect of Elkar L-carnitine (PIK-FARMA OOO, Russia) on functional parameters of professional female football players (n = 10, age 22 ± 1.7 years, body length 163.3 ± 5.5 cm, body weight 58.9 ± 6.8 kg). Participants from the experimental group (n = 6) received Elkar solution at a dose of 3 g/day (1.5 g twice a day) during 4 weeks of the competitive mesocycle. To study the drug effectiveness in the training process we estimated the body composition, functional state, anaerobic capacities, and psychophysiological status of female football players with the help of bioimpedanceometry, heart rate variability analysis, ergospirometry with the biochemical analysis of blood lactate content, and wingate test. **Results.** We established the optimization of body composition and a significant decrease in fat percentage. We also revealed an increase in the functional parameters of athletes from the experimental group: significant increase in VO_{2max} , normalization of SBP and adaptive capacities of the body, decrease in resting HR. Moreover, we also registered a insignificant increase in speed-strength capacities, stabilization of attention concentration, and normalization of psychophysiological parameters. **Conclusion.** L-carnitine is an effective and safe metabolic substance improving body composition, aerobic capacities, adaptive abilities, and attention concentration of female football players, which can be recommended as a supplement in remediation programs for professional athletes.

Keywords: L-carnitine, Elkar, team sports, functional state of athletes, female football players.

This work was supported by the Government of the Russian Federation [Act No. 211, contract No. 02.A03.21.0006].

References

1. Zakharova A.V., Berdnikova A.N. Control of Speed-Strength Abilities of Players at the Stage of Primary Specialization. *Human. Sport. Medicine*, 2016, vol. 16, no. 4, pp. 64–74. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm160407

2. Parastayev S.A., Topol'skiy A.V., Khvan D.E. [About Results of Application of L-Carnitine (Preparation Elkar®) at Sportsmen of High Qualification]. *Zhurnal Sportivnaya Meditsina: nauka i praktika* [Journal of Sports Medicine. Science and Practice], 2012, vol. 7, no. 2, pp. 21–29. (in Russ.)

3. Churganov O.A., Gavrilova E.A. [Influence of Reception of L-Carnitine on Some Functional Parameters of Athletes Training the Quality of Endurance]. *Zhurnal RASMIRBI* [Journal of RASMIRBI], 2008, vol. 4, pp. 64–71 (in Russ.).

4. ACC / AHA 2002 Guideline Update for Exercise Testing: Summary Article: a Report of the American College of Cardiology. American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Journal of American College of Cardiology*, 2006, vol. 48, 1731 p.

5. Bell W., Cobner D.M. Effect of Individual Time to Peak Power Output on the Expression of Peak Power Output in the 30-s Wingate Anaerobic Test. *International Journal of Sports Medicine*, 2007, vol. 28, no. 2, pp. 135–139. DOI: 10.1055/s-2006-924148
6. Haugen T.A., Tønnessen E., Hem E., Leirstein S., Seiler S. VO_{2max} Characteristics of Elite Female Soccer Players, 1989–2007. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2014, no. 9, pp. 515–521. DOI: 10.1123/IJSPP.2012-0150
7. Ho J.Y., Kraemer W.J., Volek J.S. et al. L-Carnitine 1-Tartrate Supplementation Favorably Affects Biochemical Markers of Recovery From Physical Exertion in Middle-Aged Men and Women. *Metabolism* 2010, vol. 59, no. 8, pp. 1190–1199. DOI: 10.1016/j.metabol.2009.11.012
8. Huang A., Owen K. Role of Supplementary L-Carnitine in Exercise and Exercise Recovery. *Med Sport Sci*, 2012, vol. 59, pp. 135–142. DOI: 10.1159/000341934
9. Lee J.K., Lee J.S., Park H. et al. Effect of L-Carnitine Supplementation and Aerobic Training on FABPc Content and Beta-HAD Activity in Human Skeletal Muscle. *Eur J Appl Physiol*, 2007, vol. 99, no. 2, pp. 193–199. DOI: 10.1007/s00421-006-0333-3
10. Vilikus Z. Functional Diagnostics. College of Physical Education and Sport, Palestra, 2012, pp. 12–15.
11. Zakhарова А., Мехдиева К., Кондратович С. Physical and Psychophysiological Profiles of Sub-Elite Basketball Players. Novel Approach to Complex Testing. *Proceedings of the 5th International Congress on Sport Sciences Research and Technology Support (icSPORTS 2017)*, 2017, pp. 132–139. DOI: 10.5220/0006585401320139
12. Zakhарова А., Мехдиева К., Smirnov V. Cardiovascular Health and Physical Capacity in Student and Elite Basketball Players. *RRI 2016 – International Conference on Responsible Research and Innovation (RRI) – European Proceedings of Social and Behavioral Sciences*, 2016, vol. 26, pp. 1032–1039. DOI: 10.15405/epsbs.2017.07.02.133

Received 30 November 2017

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Эффективность использования L-карнитина в подготовке футболисток / К.Р. Мехдиева, М.О. Плотникова, А.В. Захарова и др. // Человек. Спорт. Медицина. – 2018. – Т. 18, № 1. – С. 103–114. DOI: 10.14529/hsm180109

FOR CITATION

Mekhdieva K.R., Plotnikova M.O., Zakhарова A.V., Berdnikova A.N., Timokhina V.E., Kondratovich S.V., Selezneva I.S. Effectiveness of L-carnitine in the Preparation of Female Football Players. *Human. Sport. Medicine*, 2018, vol. 18, no. 1, pp. 103–114. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm180109