ПРИКЛАДНАЯ СПОРТИВНАЯ НАУКА

Международный
научно-теоретический журнал

№ 2 (12)

Минск
2020

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА И ТУРИЗМА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-
ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР СПОРТА»

№ 2 (12)

2020 г.

ПРИКЛАДНАЯ СПОРТИВНАЯ НАУКА

*Международный
научно-теоретический журнал
Издается с 2015 г.
Выходит два раза в год*

Учредитель:

*государственное учреждение
«Республиканский научно-практический
центр спорта»*

Адрес*: ул. Нарочанская, 8, 220062, г. Минск,
тел. (017) 308 10 00,
факс (017) 308 10 01
www.medsport.by
e-mail: post@medsport.by*

Ответственный за выпуск Г. М. Загородный
Компьютерная верстка В. А. Роговская
Корректор А. М. Зиновик

Подписано в печать 25.11.2020.
Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная № 1.
Усл. печ. л. 13,95. Уч.-изд. л. 6,72.
Тираж 100 экз. Заказ 248

Отпечатано с оригинал-макета заказчика.

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий
№ 1/447 от 14.11.2014
ул. Нарочанская, 8, 220062, Минск

ISSN 2415-329X

Главный редактор
Загородный Г. М.,
канд. мед. наук, доц.; Беларусь

Заместитель главного редактора
Иванченко Е. И.,
д-р пед. наук, проф.; Беларусь

Члены редколлегии:

Гаврилова Е. А., д-р мед. наук, проф.; Россия
Кручинский Н. Г., д-р мед. наук, доц.; Беларусь
Мельнов С. Б., д-р биол. наук, проф.; Беларусь
Моссэ И. Б., д-р биол. наук, проф.; Беларусь
Нарскин Г. И., д-р пед. наук, проф.; Беларусь
Ширковец Е. А., д-р пед. наук, проф.; Россия
Марищук Л. В., д-р психол. наук, проф.; Беларусь
Фурманов И. А., д-р психол. наук, проф.; Беларусь
Репкин С. Б., д-р экон. наук, доц.; Беларусь
Иванова Н. В., канд. биол. наук; доц.; Беларусь
Нехвядович А. И., канд. пед. наук, доц.; Беларусь

© Государственное учреждение
«Республиканский научно-практический центр
спорта», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ И АСПЕКТЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ

Хроменкова Е.В., Корж Е.М.
УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ И СКОРОСТНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ФУТБОЛИСТОВ 4

Хроменкова Е.В., Тычина Е.Г.
СТЕПЕНЬ ПРОЯВЛЕНИЯ МОТОРНОЙ АСИММЕТРИИ У БЕЛОРУССКИХ СПОРТСМЕНОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТЕСТИРОВАНИЯ СИЛОВЫХ И СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ СПОСОБНОСТЕЙ 13

Чарыкова И.А., Степанова Е.М., Рамза А.Г., Мухамова А.А., Вербицкая И.С.
АНАЛИЗ НЕВРОТИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ У СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ 21

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ

Будко А.Н., Шераш Н.В., Гаврилова С.О.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У МУЖЧИН В ШОРТ-ТРЕКЕ В ГОДИЧНОМ ЦИКЛЕ ПОДГОТОВКИ 33

Иванчикова Н.Н., Чарыкова И.А., Филипович Л.В., Ковкова А.В.
ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ НЕКОТОРЫХ ТРАНСМИТТЕРОВ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ 43

Кочерина Н.В., Шведова Н.В.
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДИАПАЗОНОВ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В СПОРТЕ (НА ПРИМЕРЕ ЛЕГКОЙ АТЛЕТИКИ) 52

СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА: ПРОФИЛАКТИКА ПАТОЛОГИЙ, СОХРАНЕНИЕ ЗДОРОВЬЯ СПОРТСМЕНОВ

Брынцева Е.В., Гаврилова Е.А., Загородный Г.М., Чурганов О.А., Белодедова М.Д.
ПРОГНОЗ УСПЕШНОСТИ ПЛОВЦОВ-ЮНИОРОВ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА 61

Гилеп И.Л., Шведова Н.В., Гайдукевич И.В., Калинина И.М., Планида Е.В.
ВЗАИМОСВЯЗЬ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ЛЕГКОАТЛЕТОВ С ГЕНЕТИЧЕСКИМ ПОЛИМОРФИЗМОМ ОТДЕЛЬНЫХ ГЕНОВ 69

Захаревич А.Л., Барановская Е.А.
КАРДИОЛОГИЧЕСКИЙ СКРИНИНГ: ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ У СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ И ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА 76

Оленская Т.Л.
СТАБИЛОМЕТРИЯ В КОНЦЕПЦИИ ПРОФИЛАКТИКИ РАЗВИТИЯ И ПРОГРЕССИРОВАНИЯ СИНДРОМА ПАДЕНИЙ У ВЕТЕРАНОВ СПОРТА 84

Оленская Т.Л., Николаева А.Г., Апенко Е.В., Павелко Е.А.
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КИНЕЗИОТЕЙПИРОВАНИЯ У ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ФУТБОЛИСТОВ ВО ВРЕМЯ ИГР 92

Юрковский А.М.
ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПОИСК ПРИ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВЫХ ЛИГАМЕНТОЗАХ: АЛГОРИТМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ 99

Ясюкевич А.С., Загородный Г.М., Гулевич Н.П., Пучко А.А.
ВЛИЯНИЕ ТИПА АНТИКОАГУЛЯНТА НА ГОМОГЕННОСТЬ АУТОЛОГИЧНОЙ ПЛАЗМЫ, ОБОГАЩЕННОЙ ТРОМБОЦИТАМИ, ПОЛУЧАЕМОЙ ПУТЕМ ДВУХЭТАПНОГО ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ ИЗ МАЛОГО ОБЪЕМА КРОВИ ДЛЯ ЛЕЧЕБНЫХ ЦЕЛЕЙ 109

УДК 796.332

УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ И СКОРОСТНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ФУТБОЛИСТОВ

Е. В. Хроменкова, Е. М. Корж,
Республиканский научно-практический центр спорта

Аннотация

В статье представлен анализ данных тестирования скоростно-силовых и скоростных способностей высококвалифицированных футболистов и футболисток Республики Беларусь при выполнении прыжкового теста с противодействием (Counter-movement Jump) и бегового теста (Tepping-test) с применением тензодинамометрической платформы Contemplas Templo.

THE LEVEL OF DEVELOPMENT OF SPEED-STRENGTH AND SPEED ABILITIES OF HIGHLY QUALIFIED FOOTBALL PLAYERS

Abstract

The article presents the analysis of the data of testing the speed-strength and speed abilities of highly qualified male and female football players of the Republic of Belarus while performing the Counter-movement Jump test and the Tepping-test using the Contemplas Templo strain gauge platform.

Введение

Двигательные (физические) качества – скоростные, силовые, выносливость, гибкость, ловкость и координация играют большую роль для достижения высокого уровня мастерства в разных видах спорта, а работа над их развитием, т. е. физическая подготовка спортсменов составляет важнейшую часть процесса подготовки на всех этапах многолетнего совершенствования.

Оптимальный уровень развития двигательных способностей, имеющих прямую или косвенную прикладность для вида спорта, является, с одной стороны, обязательным условием для обучения двигательным действиям, т.е. технической подготовки, а с другой стороны – эффективного и экономичного выполнения технических элементов, т.е. их результативности (соревновательного результата).

Спортивные игры характеризуются большим разнообразием движений: бегом, прыжками, бросками мяча с места и в прыжке, ударами по мячу верхними или нижними конечностями, различными силовыми взаимодействиями игроков. Во время игры непрерывно происходит изменение структуры движений, интенсивности

выполнения технико-тактических действий. Из этого следует, что спортивные игры имеют выраженную скоростно-силовую направленность [1].

Так, футболисты в течение матча преодолевают дистанцию около 10 км с многократными скоростными и скоростно-силовыми действиями, большим количеством ускорений, торможений, остановок, смен направления движений, манипуляций с мячом, прыжков и т.п. [2].

Подавляющее большинство этих высокоинтенсивных действий (например, очень короткие спринты) происходит в решающие моменты матча (борьба за мяч, наступательные или защитные действия) и существенно влияет на результаты игры. Способность достигать более высоких скоростей на очень коротких расстояниях (менее 5 м) – это значимый компонент успеха. Соответствующие исследования показали, что прямой спринт является наиболее частым действием, которое предшествует целевым ситуациям в футболе, за которыми последовательно следуют прыжки, повороты и маневры быстрого изменения направления. Чтобы лучше справляться с требованиями игры, футболисты должны не только быстрее бегать по прямой, но и быстро замедляться и ускоряться при смене направления [3]. Следовательно, мышечная сила, мощность и скорость являются важными двигательными способностями для футболистов [4].

Большинство движений в игровых видах спорта (броски, удары, прыжки, спурты и пр.) связано не с изолированным проявлением силовых или скоростных способностей, а с их различным сочетанием. Для определения результирующей такого сочетания используют термин мощность движения. Чем выше мощность развивает спортсмен, тем большую скорость он может сообщить снаряду или собственному телу, т.к. финальная скорость снаряда (тела) определяется силой и скоростью приложенного воздействия. Максимальная мощность при этом является результатом оптимального сочетания силы и скорости [2, 5, 6].

Мышечная сила – это способность человека преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать ему за счет мышечных напряжений. При этом мышечное напряжение может осуществляться в динамическом (миометрическом или плиометрическом), изометрическом и смешанном режимах. Выделяют такие виды силовых способностей, как собственно-силовые, скоростно-силовые, силовая выносливость и силовая ловкость.

Собственно-силовые способности в основном проявляются в статических режимах и медленных движениях, их эквивалентом является максимальная сила в абсолютных или относительных значениях [2, 5]. Большинство двигательных действий в игровых видах спорта прямо не связаны с проявлением собственно-силовых способностей, но они являются важным базовым условием для проявления скоростно-силовых и скоростных способностей.

Скоростно-силовые способности в основном проявляются в движениях, требующих высокой скорости мышечных сокращений. При этом чем значительнее внешнее отягощение, тем большую роль

играет силовой компонент, и, наоборот, при меньшей величине отягощения большее значение приобретает скоростной компонент. В любом случае физиологические механизмы, ответственные за скоростную силу, отличаются от механизмов, определяющую максимальную силу.

Разновидностями скоростно-силовых способностей являются быстрая, взрывная и амортизационная силы. Быстрая сила характеризуется непредельным напряжением мышц со значительной, но не предельной скоростью; взрывная сила отражает способность достигать максимальных показателей силы в возможно короткое время; амортизационная сила – способность как можно быстрее закончить максимально быстрое движение. Эти способности составляют основу быстроты спринта и «рывковых» ускорений, прыжков и пр. в игровых видах спорта [7–9].

Скоростные способности в своих элементарных и комплексных проявлениях позволяют спортсмену выполнять двигательные действия за минимальное время. К элементарным можно отнести латентное время простых и сложных двигательных реакций, скорость выполнения отдельного движения при незначительном внешнем сопротивлении, частоту движений. Комплексными можно считать способность к достижению высокого уровня дистанционной скорости, умение быстро набирать скорость на старте, выполнять с высокой скоростью движения, продиктованные игровой ситуацией [2, 5, 6].

Высокая мощность движения может быть достигнута за счет увеличения силы или скорости сокращения мышц или обоих компонентов. Но чаще наибольший прирост достигается за счет силового компонента.

Силовым компонентом мощности является динамическая сила, которая в свою очередь существенно будет зависеть от координационных факторов (частота и синхронизация импульсации мотонейронов активных мышц в начале движения) и композиции мышц (соотношение быстрых и медленных волокон).

Скоростной компонент мощности проявляется в величине ускорения и максимальной скорости. Эти два фактора скорости не имеют тесной связи друг с другом. Первый фактор наиболее важен для коротких ускорений (10–15 м), характерных для игровых видов спорта.

С энергетической точки зрения все скоростно-силовые (мощные) упражнения относятся к анаэробным. Предельная продолжительность их – менее 1–2 мин. Для энергетической характеристики этих упражнений используются два основных показателя: анаэробная мощность и максимальная анаэробная емкость. Наиболее существенным фактором увеличения мощности является повышение активности ферментов, определяющих скорость расщепления и ресинтеза фосфогенов (АТФ, АДФ, АМФ, КрФ), в частности миокеназы и креатинфосфокиназы, менее – увеличение содержания АТФ и КрФ в тренируемых мышцах [2, 5, 10, 11].

Для эффективного управления физической подготовкой, включающего планирование (выбор средств и методов, определение величины нагрузок и тренировочных режимов, продолжительности циклов и пр.) и контроль (определение эффективности планирования и организации тренировочного процесса), тренеру необходимо получать информацию не только о мощности основных специфических двигательных действий, но и ее компонентах.

Анализ зарубежной литературы показал, что для этой цели разработано множество тестов, которые внедрены в исследования и практику: линейный спринт и повторный спринт (менее 10 сек с интервалами отдыха до 60 сек) с применением автоматических таймингових систем, спринт с изменением направления движения (Т-тест, зигзаг-тест и пр.), вертикальные прыжки из приседа (SJ) и с приседом (CMJ) со взмахом и без взмаха рук с применением контактных ковриков или силовых платформ, выпрыгивание со штангой на тренажере Смита и др. [12, 13].

Целью настоящего исследования стал анализ показателей тензодинамометрического тестирования скоростно-силовых и скоростных способностей высококвалифицированных футболистов, как отражение долговременной адаптации спортсменов к специфической тренировочной и соревновательной деятельности.

Методы и организация исследования

Исследование выполнялось в рамках проекта отраслевого назначения «Разработать и внедрить методику биодинамического контроля и коррекции двигательных способностей юных представителей игровых видов спорта», выполняемого на базе государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр спорта». Эмпирическая часть исследования предполагала проведение биодинамического тестирования скоростно-силовых и скоростных способностей спортсменов игровых видов спорта методом тензодинамометрии.

Для реализации поставленной цели было проведено тестирование взрослых футболистов (старше 18 лет) в подготовительном и соревновательном периодах [14]. Критерием включения в группу для исследования было наличие стажа тренировок в футболе не менее 2 лет, медицинский допуск к тренировочной и соревновательной деятельности, отсутствие острых травм, признаков мышечного утомления, хорошее самочувствие.

Обязательным условием для проведения тестирования являлось информированное согласие участников исследования. Тестирование проводилось в первой половине дня, с обязательным условием снижения тренировочной нагрузки (изменение ее характера, например, на аэробную восстановительную) или ее отсутствия вечером накануне обследования, наличие спортивной формы.

Тензодинамометрия выполнялась с применением аппаратно-программного комплекса CONTEMPLAS TEMPLO. Базы данных созданы

в среде Excel 14.0 (Microsoft Office 2010). Статистическая обработка данных проводилась с применением ПО STATISTICA 10.0.

В практике нет единого подхода к тестированию, встречается достаточно большое количество вариаций, связанных с разминкой, техникой прыжка (амплитудой, скоростью выполнения отдельных фаз и всего движения в целом) и обработкой данных. В связи с этим не представляется возможным сравнивать получаемые данные с большинством результатов описанных исследований. Поэтому особое внимание обращалось на стандартизацию теста.

На основании различных практик тестирования силовых и скоростных способностей, применения тензодинамометрии в спорте (в частности в футболе), изложенных в литературных источниках [15, 16] и полученных нами в поисковых исследованиях, была разработана следующая процедура проведения тестирований.

Перед тестированием спортсмен выполнял разминку в течение 10 минут, с обязательным выполнением общеразвивающих динамических упражнений для мышц всего тела, с акцентом в конце на мышцы туловища и нижних конечностей, выполнением тестовых прыжков с субмаксимальной интенсивностью. Спортсмен мотивировался на выполнение теста с максимально возможным усилием.

Первым выполнялся прыжковый тест на тензодинамометрической платформе. Для тестирования был выбран часто применяемый в практике контроля подготовленности футболистов прыжок с противодействием (CounterMovement). При этом в выборе было решено остановиться на варианте выполнения прыжков с фиксацией рук на поясе, что нивелировало влияние координационных способностей и инерционных сил.

Техника выполнения прыжков была следующая. Спортсмен принимал исходное положение стоя ногами на соответствующих платформах (на ширине плеч), руки на пояс. По команде спортсмен приседал, сгибая ноги в коленных суставах до угла 90°, и без остановки выпрыгивал максимально вверх. Приземляясь, спортсмен старался вернуться в исходную позицию на платформе, после чего возвращался в исходное положение (рисунок 1).

Рисунок 1 – Выполнение прыжкового теста CounterMovement

В ходе поисковых исследований нами было принято решение выполнять четыре попытки, исходя из минимальных требований методов статистического анализа, а в оценке использовать средние

значения, что, на наш взгляд, снижает вероятность некорректного выбора попытки и случайность некоторых биодинамических тенденций.

После выполнения прыжкового теста спортсмены выполняли теппинг-тест на тензоплатформе, целью которого являлось тестирование частоты движений. Из применяемых в практике тестирования футболистов вариантов теста нами был выбран наиболее часто применяемый – тест продолжительностью 15 секунд. Спортсмены выполняли тест дважды с интервалом отдыха 3 минуты.

Техника выполнения теста была следующая. По команде спортсмен принимал исходное положение (основная стойка) на платформе, положение рук свободное, ноги на соответствующих платформах. По команде спортсмен выполнял бег на месте, стараясь поддерживать максимальный темп в течение 15 секунд (рисунок 2).

Рисунок 2 – Выполнение теппинг-теста

Программное обеспечение позволяет измерить и рассчитать более 100 показателей тензодинамометрии отдельно для левой и правой ног, а также суммарно. Из большого количества показателей нами были выбраны значения высоты прыжка, максимальной скорости, максимальной силы (абсолютной и относительной), взрывной силы (абсолютной и относительной), индекса реактивной силы (RSI), частоты теппинга, среднего времени контакта ноги с опорой и теппинг-коэффициента.

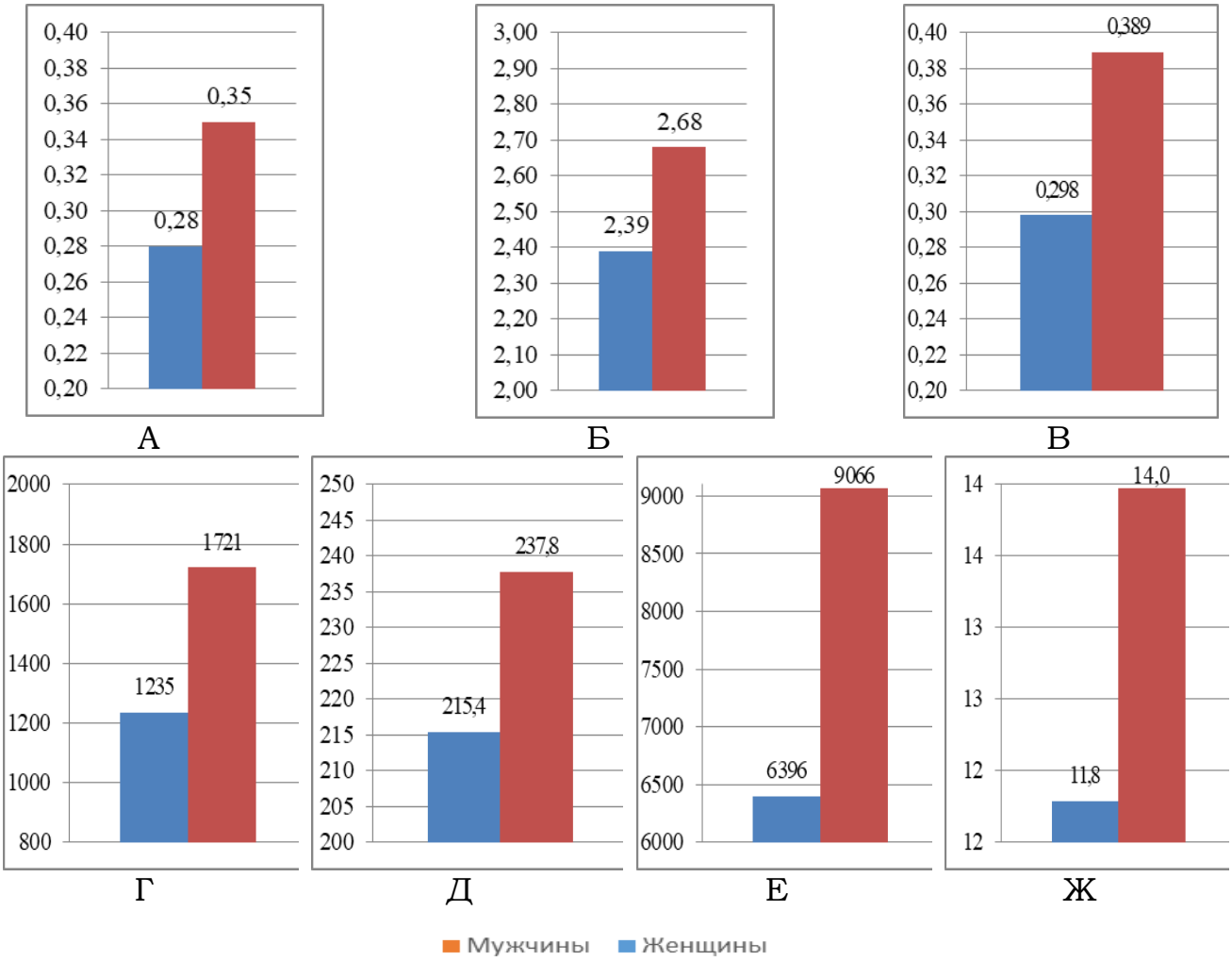
В результате базу анализируемых данных составили результаты 377 тестов женщин и 231 теста мужчин в возрасте от 18 до 34 лет.

Анализ центральных тенденций и рассеяния показателей в выборках осуществлялся непараметрическими методами с расчетом медианных значений, нижнего и верхнего квартилей, т.к. распределение большинства показателей отличалось от нормального. Значимость отличий оценивалась с применением непараметрического критерия Манна-Уитни. Данные представлены в виде гистограмм на рисунках 3 и 4.

Результаты исследования и их обсуждение

Как видно на рисунке 3, по результатам прыжкового теста мужчины превосходят женщин. Отличия статистически значимы при $p<0,0001$. Так, высота прыжка у женщин в среднем составляет 0,28 м [0,25;0,31], мужчин – 0,35 м [0,32;0,38]. Такой результат достигается

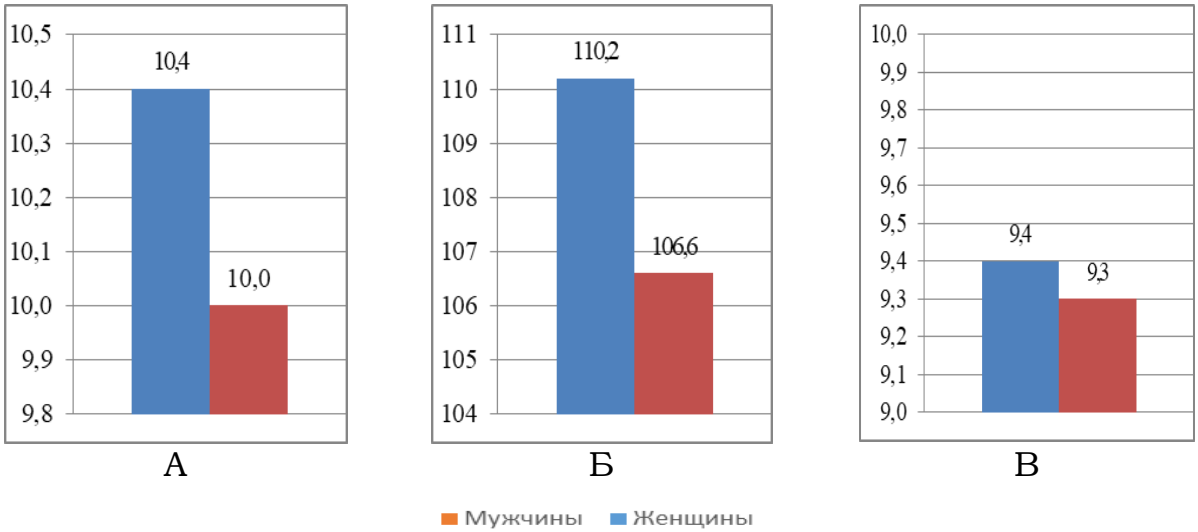
значимо большими медианами выбранных для анализа тензодинамометрических показателей, а именно: у женщин абсолютные значения пиковой и взрывной силы находятся на уровне 1235 Н [1140;1374] и 6396 Н/с [5268;8143], у мужчин – 1721 Н [1551;1861] и 9066 Н/с [7092;11439] соответственно. Та же картина сохраняется и для относительных значений: 215,44 % [204,83;226,40] и 11,79 Н/с/кг [9,88;14,17] – пиковая и взрывная сила у женщин, 237,83 % [223,30;255,60] и 13,97 Н/с/кг [11,23;16,85] – соответственно у мужчин. Максимальная скорость прыжка у женщин составила 2,39 м/с [2,30;2,52], у мужчин – 2,68 м/с [2,60;2,78], индекс реактивной силы (RSI) – 0,298 [0,261;0,351] и 0,389 [0,336;0,445] у женщин и мужчин соответственно.



А – высота прыжка (м), Б – максимальная скорость (м/с), В – индекс реактивной силы (у.е.), Г – максимальное значение силы (Н),
Д – максимальное значение силы (%), Е – взрывная сила (Н/с),
Ж – взрывная сила (Н/с/кг).

Рисунок 3 – Медианные значения основных показателей тензодинамометрического тестирования скоростно-силовых способностей высококвалифицированных футболистов

На рисунке 4 представлены медианные значения тензодинамометрических показателей теппинг-теста: частоты теппинга, среднего времени контакта ноги с опорой и теппинг-коэффициента. Данные показатели отражают одну из элементарных скоростных способностей – частоту движений. Медианные значения теппинг-коэффициента (статистически незначимо при p=0,690) и частоты теппинга (статистически значимо при p=0,001) у женщин выше, чем у мужчин и равны 9,4 у.е. [8,1;11,3] и 10,4 Гц [9,5;11,5] соответственно. У мужчин эти показатели находятся в пределах 9,3 у.е. [8,5;10,3] и 10 Гц [9,2;10,6]. При этом среднее время контакта ноги с опорой у женщин статистически значимо длиннее (p=0,008), чем у мужчин – 110,2 мс [102,8;120,8] по сравнению с 106,6 мс [100,5;113,2].



А – частота теппинга (Гц), Б – среднее время контакта (мс),
В – теппинг-коэффициент (у.е.).

Рисунок 4 – Медианные значения основных показателей тензодинамометрического тестирования скоростных способностей (частоты движения) высококвалифицированных футболистов

Таким образом, на основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Скоростно-силовые и скоростные способности являются значимыми двигательными способностями для соревновательной результативности в современном футболе.

2. Показатели тензодинамометрии вертикального прыжка с противодействием (CounterMovement) и бегового теста (Tepping-test) отражают уровень развития скоростно-силовых и скоростных способностей мышц нижних конечностей у футболистов и часто применяются как в системах отбора, так и контроля физической подготовленности.

2. Уровень скоростно-силовых способностей мышц нижних конечностей спортсменов-мужчин как в абсолютных, так и в относительных показателях статистически значимо выше, чем у женщин.

3. Уровень скоростных способностей (частоты движений) у женщин преимущественно выше, чем у мужчин по интегральному показателю теппинг-коэффициента (статистически незначимо) и частоте теппинга (статистически значимо). При этом длительность контакта ноги с опорой у женщин больше, что, вероятно, и сказывается на снижении значимости отличий по теппинг-коэффициенту.

Список использованных источников

1. Гурин, Я.В. Базовые физические качества, физиологические, педагогические и организационные особенности спортивной подготовки при группировке видов спорта / Я.В. Гурин, О.А. Башмаков, К.И. Братков // Евразийское научное объединение. – 2018. – № 8–2 (42). – С. 63–67.
2. Платонов, В.Н. Двигательные качества и физическая подготовка спортсменов / В.Н. Платонов. – Киев: Олимпийская литература, 2017. – 656 с.
3. Maximum acceleration performance of professional soccer players in linear sprints: Is there a direct connection with change-of-direction ability? / I. Loturco [et al.] // PlosONE. – 2019. – Vol.14(5): e0216806
4. Strength and speed characteristics of elite, subelite, and recreational young soccer players / GissisIoannis [et al.] // Research in sports medicine (Print). – 2006. – Vol.14. – P. 205–214.
5. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения/ В.Н. Платонов. – Киев: Олимпийская литература, 2004. – 808 с.
6. Никитушкин, В.Г. Современная подготовка юных спортсменов/ В.Г. Никитушкин. – М., 2009. – 113 с.
7. Рязанов, А.А. Развитие скоростно-силовых способностей волейболистов / А.А. Рязанов, М.Ю. Богданов // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. Тамбов, 2019. – Т. 24, № 178. – С. 53–59. DOI 10.20310/1810-0201-2019-24178-53-59.
8. Развитие физических качеств в игровых видах спорта. [Текст]: учеб.пособие /Д.Г. Сидоров [и др.]; Нижегор. гос. архитектур. - строит. ун-т. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2019. – 125 с.
9. Кайгородова, А.В. Физические упражнения для развития скоростно-силовых способностей: учеб.-метод. пособие / А.В. Кайгородова, Р.Х. Митриченко. – Ижевск: Издательство «Удмуртский университет», 2015. – 35 с.
10. Курс лекций по спортивной метрологии: учеб.-метод. пособие / Сост. О.С.Красникова. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2013. – 92 с.
11. Солодков, А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: Учебник / А.С. Солодков. – М.: Олимпия Пресс, 2005. – 528 с.
12. Validity and reliability of speed tests used in soccer: A system aticreview / S. Altmann [et al.] // PlosONE. – 2019. – Vol. 14(8): e0220982.

13. Maximum acceleration performance of professional soccer players in linear sprints: Is there a direct connection with change-of-direct ionability? / I. Loturco [et al.] // PlosONE. – 2019. – Vol. 14(5): e0216806.

14. Регламент Ассоциации «Белорусская федерация футбола» по статусу и трансферам футболистов/ – Режим доступа: https: //union.by/files/00214/obj/110/74383/doc/Регламент%20АБФФ%20по%20статусу%20и%20переходам%20футболистов.pdf. – Дата доступа: 12.09.2020.

15. Сергиенко, Л.П. Определение развития силовых и анаэробных способностей в прыжковых тестах: классификация, методология измерений и нормативы оценки прыжков вверх с места / Л.П. Сергиенко // Слобожанський науково-спортивний вісник. – Харків: ХДАФК, 2015. – № 5(49). – С. 105–117.

16. Анцыперов, В.В. Технология тензометрического измерения в спорте: монография / В.В. Анцыперов. – Волгоград, ФГОУВПО «ВГАФК», 2013. – 129 с.

10.11.2020

УДК 796.015.6

СТЕПЕНЬ ПРОЯВЛЕНИЯ МОТОРНОЙ АСИММЕТРИИ У БЕЛОРУССКИХ СПОРТСМЕНОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТЕСТИРОВАНИЯ СИЛОВЫХ И СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ СПОСОБНОСТЕЙ

Е. В. Хроменкова, Е. Г. Тычина,
Республиканский научно-практический центр спорта

Аннотация

В статье рассмотрены возможности выявления моторной асимметрии мышц нижних конечностей у высококвалифицированных белорусских спортсменов с применением тензодинамометрической платформы. На основе данных, полученных при тестировании силовых и скоростно-силовых способностей, проявляемых в вертикальном прыжке с противодействием, проведен анализ выраженности асимметрии. Выявлены наиболее чувствительные к моторной асимметрии показатели.

DEGREE OF MOTOR ASYMMETRY IN BELARUSIAN ATHLETES ACCORDING TO THE RESULTS OF STRENGTH AND SPEED-FORCE TESTING

Abstract

The article covers the possibilities of detecting motor asymmetry of lower limb muscles in highly qualified Belarusian sportsmen using a tenzodinamometric platform. The analysis of asymmetry was carried out based on the data obtained from the testing of power and speed-force

capabilities displayed in a vertical jump with counteraction. The most sensitive indicators to motor asymmetry have been identified.

Введение

Тело человека имеет асимметрию, многие аспекты которой давно были изучены. Тем не менее она представляет интерес для разных научных дисциплин, в том числе для спортивной науки. Асимметрия играет в спортивной подготовке значительную роль, степень которой определяется уникальностью данной спортивной дисциплины, квалификацией, возрастом занимающегося и стажем занятий, а также исходным генетически предопределенным уровнем асимметрии [1]. В спортивной педагогике особое внимание уделяется моторной асимметрии, под которой понимают совокупность признаков неравенства функций рук, ног, мышц правой и левой половины туловища и лица в формировании общего двигательного поведения и его выразительности [2].

Требования к уровню моторной асимметрии в конкретном виде спорта зависят от симметричности или асимметричности технических действий. В видах спорта, где требуется одновременное выполнение движений конечностями или в которых предъявляются высокие требования к симметричному исполнению двигательных действий, асимметрия мешает достижению спортивного результата [2]. Например, в прыжках в воду асимметрия нижних конечностей при отталкивании от опоры приводит к раннему отрыву одной ноги и асимметричному подъему, что оказывает отрицательное влияние на технику исполнения прыжка. В игровых видах спорта моторная асимметрия может приводить к потере игрового времени, влияя на индивидуальное развитие игрока и потенциально оказывая негативное влияние на общий успех команды. Однако есть данные о положительном влиянии асимметрии. Например, в *хоккее* спортсмены с правосторонним латеральным предпочтением превосходят других игроков по координационным способностям, высокая значимость которых позволяет хоккеистам действовать в условиях жесткого единоборства, в постоянно меняющихся, нестандартных ситуациях, при дефиците времени и пространства. Асимметрия с акцентом на ведущую конечность является фактором надежности в тренировочной и соревновательной деятельности в стрелковых видах спорта, метательных дисциплинах легкой атлетики, фехтовании [2, 4].

Спортивные врачи утверждают, что сложившаяся в процессе многолетней тренировки асимметрия негативно влияет на состояние здоровья спортсмена. Согласно их исследованиям асимметричная двигательная активность меняет компонентный состав левой и правой стороны тела. Авторы указывают на то, что долгосрочное доминирование одной конечности, тенденция поворачиваться в одном направлении при вращении вокруг продольной оси тела и т.д. может привести к асимметрии, проявляющейся в морфологических характеристиках. Следствием может быть изменение объемов костной,

мышечной и жировой массы. И если, как принято считать, у нетренированных людей различие мышечной массы между частями тела составляет 4–5 %, то многолетняя спортивная деятельность увеличивает эту разницу. Все это создает предпосылки для изменений в биомеханике движений, повышающих риск получения травм: растяжений, деформаций, переломов и ушибов [2–6].

Есть исследования, демонстрирующие, что сглаживание асимметрии конечностей может избавить от болевых ощущений, вызванных дисбалансом силовых возможностей групп мышц, и значительно снизить риск травм, что, несомненно, окажет положительное влияние на тренировочный и соревновательный процесс [7, 8].

Однако каждый вид спорта имеет свою специфику и предъявляет особые требования к выраженности асимметрии, которые нужно учитывать. Поэтому умеренная асимметрия между конечностями может быть естественным явлением, если она отражает особенности конкретного вида спорта.

При этом мышцы ведущей стороны тела быстрее врабатываются и восстанавливаются при физических нагрузках, более координированы, быстрее формируют двигательный стереотип, а также имеют определяющее влияние на мышцы неведущей стороны. Тем не менее замечено, что спортсмены, имеющие односторонний тип доминирования функций, быстрее утомляются после тренировок с предельными и околопредельными нагрузками. Следовательно, в некоторых видах спорта асимметрия может являться фактором, лимитирующим тренировочный процесс [9, 10].

Отсюда можно сделать вывод: описанная выше функциональная асимметрия у спортсменов развивается не целенаправленно, а опосредованно – через тренировочный процесс, направленный на достижение спортивного результата [4]. Однако моторная асимметрия может развиваться, в том числе как последствие травмы или патологического состояния самих мышечных групп.

Спорным является вопрос, какой уровень асимметрии можно считать допустимым и даже положительным в отдельных видах спорта, а какой может стать причиной «срыва» тренировочного процесса. Некоторые авторы считают, что таким порогом является выраженность латеральности 10 %, другие – 15 %, т.к. часто травмированные спортсмены имеют именно такую величину асимметрии. Таким образом, можно считать, что асимметрия выше 10–15 % создает дополнительные предпосылки возникновения как усталостных, так и острых травм [11].

Независимо от используемого порога моторная симметрия или умеренность асимметрии считается желательной для многих тренеров, врачей и спортсменов, и минимизация мышечного дисбаланса является целью многих тренировочных программ [4]. Кроме этого, моторная асимметрия в циклах подготовки должна быть управляемой: с одной

стороны не переходить границ нормы, а с другой – служить экономичности и эффективности техники движений.

Следовательно, приобретает значимость своевременное выявление моторной асимметрии на стадиях, поддающихся коррекции тренировочными средствами, и не повлекшей за собой комплекса негативных последствий.

Целью нашего исследования явилось изучение выраженности асимметрии мышц нижних конечностей у высококвалифицированных белорусских спортсменов с применением тензодинамометрической платформы.

Методы и организация исследования

В исследовании приняли участие спортсмены 30 видов спорта: циклических, скоростно-силовых, сложнокоординационных, единоборств, многоборья и игровых видов. Критерием включения спортсменов в анализируемую выборку являлись квалификация от КМС и выше, а также отсутствие на момент обследования у атлетов травм и жалоб, связанных с мышечным утомлением. При этом нами целенаправленно были включены в выборку высококвалифицированные представители различных по характеру локомоций видов спорта, чтобы обозначить саму проблему моторной асимметрии как опосредованного через многолетний тренировочный процесс явления, а в дальнейшем уточнить ее с позиции адаптации к двигательной деятельности с большей или меньшей асимметрией, характерной для различных видов спорта, а также уровня квалификации, связанного, в том числе, со стажем тренировочной деятельности. Были изучены результаты 3528 тестов с выполнением вертикального прыжка с противодействием (CounterMovement) на тензодинамометрической платформе Contemplas. Из них 2066 тестов были выполнены мужчинами и 1462 женщинами. Процедура была стандартизирована и включала 10-минутную разминку и выполнение 4 попыток. При этом осуществлялся строгий контроль техники прыжка, одним из ключевых моментов которой являлось выполнение двигательного действия с фиксацией рук на поясе и приседом до угла в коленных суставах 90°.

Из большого количества показателей тензодинамометрии для изучения и анализа нами были выбраны следующие: значение массы тела, максимальное значение силы, значение силы в момент смены направления движения, максимальные значения взрывной силы и силы в момент приземления. Тензодинамометрический комплекс позволяет измерить и рассчитать данные показатели отдельно для левой и правой ног, а также суммарно.

Для анализа асимметрии рассчитывались соотношения этих показателей для левой и правой ног, выражаемые в процентах. Величина асимметрии в диапазоне от 0 до 5 % принималась нами за норму, от 5 до 10 % – считалась умеренной, от 10 до 15 % – значимой, свыше 15 % – выраженной.

При выборе диапазонов руководствовались аккумуляцией литературных данных и необходимостью интерпретации результатов

с позиции рекомендаций тренеру. На наш взгляд, уже умеренная асимметрия, проявленная по нескольким показателям, требует внимания тренера и периодического контроля, однако на специально-подготовительном этапе может расцениваться как признак специальной адаптации в видах спорта с асимметричными локомоциями; значимая – нуждается в контроле и коррекции тренировочными средствами, преимущественно в подготовительном и переходном периоде макроцикла; выраженная – может являться предвестником (причиной) или последствием травм. В последнем случае необходимо выяснить причину ее возникновения и при отсутствии противопоказаний планировать работу по коррекции.

При оценке выраженности асимметрии по выбранным показателям опирались на данные частотного анализа (количество спортсменов и их процент в выборке с асимметрией от 0 до 5 %, от 5 до 10 % и т.д.), проведенного с применением ПО Statistica 10. Предварительно база данных была очищена от выпадающих значений, связанных с ошибками ввода и измерения. Кроме этого, очистка данных проводилась в направлении поиска аномальных значений признаков. Статистические расчеты с предполагаемыми выбросами и без них существенно не отличались – было принято решение об их включении в анализ.

Результаты исследования и их обсуждение

Частотный анализ выраженности асимметрии представлен в виде круговых диаграмм на рисунке 1.

Как видно из рисунка, наименьшую вариативность асимметрии имеют показатели исходного положения и максимального значения силы, где большинство спортсменов характеризуются нормальной либо умеренной асимметрией, следовательно, не нуждаются в ее коррекции. Так, в диапазоне от 0 до 5 % по показателю соотношения правой и левой ног в исходном положении находятся 68,3 % спортсменок и 71,7 % спортсменов, а по показателю максимального значения силы – 80,3 % женщин и 78,4 % мужчин. Асимметрию 5–10 % по первому показателю имеют 25,2 % спортсменок и 22,8 % спортсменов, по второму представители обоих полов попадают в диапазон от 17 до 18 %. Количество спортсменов со значимой асимметрией по обоим показателям в каждом случае не превышает 5,6%. Выраженная асимметрия до 45 % и 30 % у женщин, до 35 % и 55 % у мужчин соответственно по этим показателям наблюдается в 1 и менее процентов случаев. Количество спортсменов с выраженной асимметрией значения силы в момент смены направления движения (при переходе от приседа к выпрыгиванию) увеличивается по сравнению с предыдущими показателями: в женской выборке – 3,4 %, в мужской – 5,1 %, при этом максимальная асимметрия доходит до 50 %. Тем не менее большая часть спортсменов имеет нормальную и умеренную асимметрию: женщины – 55,4 и 31,9 % соответственно, мужчины – 52,6 и 30,6 % соответственно. Выраженность асимметрии 10–15% наблюдается у 9,4 % спортсменок и 11,7 % спортсменов.

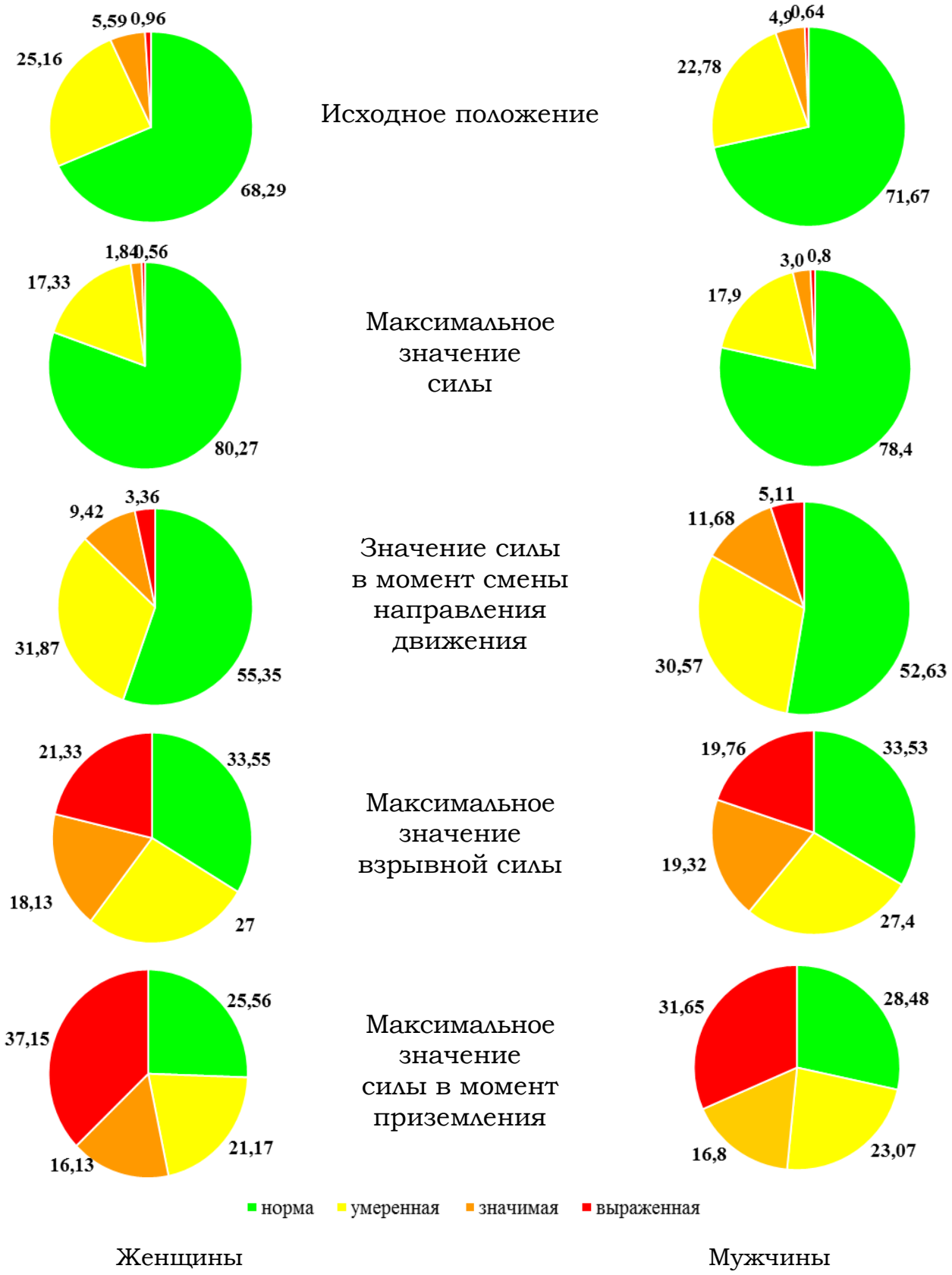


Рисунок 1 – Выраженность асимметрии силовых и скоростно-силовых способностей мышц нижних конечностей высококвалифицированных белорусских спортсменов, %

На рисунке можно увидеть, как сильно изменяется соотношение сегментов диаграмм в пользу выраженности асимметрии и существенного уменьшения количества спортсменов, практически ее не имеющих по показателям максимальных значений взрывной силы и силы в момент приземления. По первому показателю процент нормальной асимметрии в женской и мужской выборке отличается лишь на 0,1 % и составляет 33,6 % и 33,5 % соответственно. Выраженной асимметрией до 70 % обладают 21,3 % женщин, а до 65 % – менее 20 % мужчин. Показатель максимального значения силы в момент приземления показал наибольшее количество человек с выраженным проявлением неравенства правой и левой ног. При этом атлеты, имеющие выраженную асимметрию (женщины до 60 %, мужчины до 80 %), преобладают над спортсменами с асимметрией, принимаемой нами за норму. В женской выборке преобладание составляет 37,2 % против 25,6 % соответственно, в мужской – 31,7 % против 28,5 % соответственно. Процент спортсменов, имеющих значимую асимметрию, также существенно вырос: женщины – 18,1 и 16,1 %, мужчины – 19,3 и 16,8 % соответственно по показателям максимальных значений взрывной силы и силы в момент приземления. Умеренную асимметрию по этим показателям имеет приблизительно одинаковый процент спортсменов обоих полов. Так, асимметрия по показателям максимальных значений силы в момент приземления выявлена у 21,2 % женщин и 23,1 % мужчин, взрывной силы – у 27 и 27,4 % соответственно.

Заключение

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Моторная асимметрия, может быть оценена как положительный признак специальной адаптации в видах спорта с асимметричными локомоциями, но достигнув определенного уровня, может стать помехой в спортивной деятельности и достижении соревновательного результата, привести к неблагоприятным функциональным изменениям в организме и, как следствие, негативно повлиять на здоровье спортсмена.

2. Показатели тензодинамометрии вертикального прыжка с противодействием позволяют выявить асимметрию проявления силовых и скоростно-силовых способностей мышц нижних конечностей.

3. Проведенные исследования показали, что выраженную асимметрию по показателям исходного положения (массы левой и правой ног) и максимального значения силы имеют 0,6–1,0 % тестируемых спортсменок и 0,6–0,8 % спортсменов. Показатель максимального значения силы при смене направления движения демонстрирует небольшое увеличение выраженности асимметрии. Сильнее всего латеральность проявляется в показателях максимальных значений взрывной силы и силы при приземлении. Причем количество спортсменов, имеющих выраженную асимметрию по показателю

максимального значения силы при приземлении, преобладает над численностью спортсменов с латеральностью в пределах нормы. Таким образом, последние два показателя, наиболее выражающие неравенство в работе мышц левой и правой ног при выполнении вертикального прыжка, можно использовать для контроля проявления дисбаланса мышц нижних конечностей.

4. Наблюдение за величиной асимметрии у спортсменов очень важно на протяжении всего годичного цикла подготовки. Это позволит управлять ею в соответствии с задачами этапов подготовки и поможет вовремя принять меры при необходимости ее коррекции, чтобы свести к минимуму вероятность травм. Полагаем, что наиболее благоприятными циклами для снижения асимметрии являются общеподготовительный этап подготовительного периода и переходный период. С этой целью могут быть использованы как тренировочные (методы дополнительного упражнения, зеркального выполнения и пр.), так и внетренировочные средства.

Список использованных источников

1. Бердичевская, Е.М. Функциональные асимметрии и спорт / Е.М. Бердичевская, А.С. Гронская // Руководство по функциональной межполушарной асимметрии; под ред. В.Ф. Фокин [и др.]. – М.: Научный мир, – 2009. – Гл. 24. – С. 647–691.

2. Функциональная асимметрия как биологический феномен, сопутствующий спортивному результату / С.С. Худикс [и др.] // Вестник Томского гос. ун-та. – 2017. – № 421. – С. 193–202.

3. Krzykała Magdalena Dual Energy X-Ray Absorptiometry in Morphological Asymmetry Assessment among Field Hockey Players / Magdalena Krzykała // Journal of Human Kinetics. – 2010. – Vol. 25. – P. 77–84.

4. Таймазов, В.А. Значение функциональной асимметрии как генетического маркера спортивных способностей / В.А. Таймазов, С.Е. Бакулев // Ученые записки. – 2006. – № 22. – С. 74–82.

5. Особенности пространственного положения туловища, таза и стоп у высококвалифицированных спортсменов-мужчин различных видов спорта / Т.Ф. Абрамова [и др.] // Вестник спортивной науки. 2013. – № 5. – С. 58–65.

6. Fousekis, Konstantinos Lower Limb Strength in Professional Soccer Players: Profile, Asymmetry, and Training Age / Konstantinos Fousekis, Elias Tsepis, George Vagenas // J Sports Sci Med. – 2010. – Vol. 9(3). – P. 364–373.

7. A comparison of asymmetry in athletic groin pain patients and elite rugby union players using analysis of characterizing phases / S. Gore [et al.] // International Conference of Biomechanics in Sports. – 2014. – P. 237–240.

8. The Effects of Individualized Resistance Strength Programs on Knee Muscular Imbalances in Junior Elite Soccer Players / R. Śliwowski [et al.] // Plos one. – 2015. – Vol. 10(12): e0144021.

9. Солодков, А.С. Физиология возрастная. Общая. Спортивная. Возрастная: учеб. для выс. учеб. завед. физ. культуры / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. – 6-е изд. – М.: Спорт, 2017. – 840 с.

10. Bishop, Chris. Sports performance effects of inter-limb asymmetries on physical and sports performance: a systematic review / Chris Bishop, Anthony Turner, Paul Read // Journal of Sports Sciences. – 2018. – Vol. 36. – P. 1135–1144.

11. Hewit, Jennifer. Multidirectional legasymmetry assessmentin sport / Jennifer Hewit, John Cronin, Patria Hume // Strength and Conditioning Journal. – 2012. – Vol. 34(1). – P. 82–86.

03.11.2020

УДК 616.85:[159.922:796.015.6]

АНАЛИЗ НЕВРОТИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ У СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

И. А. Чарыкова, канд. мед. наук,
Е. М. Степанова, магистр псих. наук,
А. Г. Рамза, А. А Мухамова, И. С. Вербицкая,
Республиканский научно-практический центр спорта

Аннотация

Диагностика невротических симптомов у спортсменов осложнена в силу стрессогенной специфики спортивной деятельности, что делает актуальной проблему изучения этиологии невротических расстройств у спортсменов. В рамках научно-исследовательской работы проведен анализ невротических состояний, выявленных в группе спортсменов высокой квалификации. Сравнение полученных данных с группой лиц, имеющих установленные аффективные и невротические расстройства, показало индивидуальный характер девиаций у спортсменов, обусловленный высокой субъективной значимостью и ситуационными факторами. Понимание механизмов невротизации в спорте поможет снизить негативное влияние психотравмирующих факторов на спортсменов.

ANALYSIS OF HIGHLY QUALIFIED ATHLETES' NEUROTIC SYMPTOMS

Abstract

The diagnosis of neurotic symptoms in athletes is complicated by the stressful nature of their sporting activities, making the study of the etiology of neurotic disorders in athletes relevant. As part of the research work, neurotic conditions identified in a group of highly qualified athletes were analysed. A comparison of the data obtained with a group of individuals with identified affective and neurotic disorders showed the individual nature of deviations in athletes due to high subjective significance and contextual

factors. Understanding the mechanisms of neurotisation in sport will help reduce the negative impact of psychotraumatic factors on athletes.

Введение

Спорт относится к экстремальным видам человеческой деятельности, поскольку сопровождается тяжелыми физиологическими и психоэмоциональными нагрузками. Результативность и успех спортсмена напрямую связаны с его способностью к достижению оптимального психического состояния в процессе актуальной в определенный отрезок времени спортивной деятельности: тренировка, восстановление, соревнование, осознание результата и др. [1, с. 47]. Высокий уровень эмоционального возбуждения, сопровождающий спортивные соревнования, и длительное подавление физиологических и социальных потребностей в период тренировок – все это, согласно научным представлениям П. К. Анохина и К. В. Судакова, ведет к эмоциональному стрессу и «последующей дезинтеграции физиологических функций» [2–4]. В. Н. Синицкий отмечал, что немаловажную роль в эмоциональном реагировании, помимо врожденных или приобретенных личностных особенностей индивида, играют экзогенные воздействия [5, с. 66]. Спортсмены высокой квалификации испытывают более серьезное воздействие стрессоров по сравнению с другими профессиональными сферами, поскольку тренировочный процесс и жесткие условия соревнований создают повышенный стрессовый фон. Поэтому они чаще остальных сталкиваются с такими проблемами, как перетренированность, личностные кризисы, неврозы [6; 7]. Мониторинг, своевременное выявление и коррекция неблагоприятных психических состояний у спортсменов позволит снизить риск человеческого фактора в ответственные моменты соревнований, купировать психосоматические симптомы, нейтрализовать дезадаптивные механизмы и повысить психологические резервы стрессоустойчивости – т.е. поднимет качество медико-психологического обеспечения спортсменов национальных команд на новый междисциплинарный уровень.

В данной статье рассмотрены индивидуальные различия невротических состояний (тревога, невротическая депрессия, астения, истерический тип реагирования, обсессивно-фобические нарушения, вегетативные нарушения), выявленных у спортсменов высокой квалификации с помощью клинического опросника Яхина-Менделевича. Интерпретация индивидуальных отклонений от установленной опросником нормы осложнена тем, что психические состояния различаются по длительности, интенсивности, эмоциональной окраске, степени осознанности. Это означает, что выявленная девиация не всегда свидетельствует о наличии патологии и может носить вторичный характер, обусловленный ситуативными или субъективными факторами. Клинические проявления неврозов сами по себе имеют трудности дифференциальной диагностики

[4, с. 75]. Особенно осложнена диагностика невротических симптомов у спортсменов в силу стрессогенной специфики профессиональной деятельности. Данный вопрос недостаточно освещен в современной научной литературе. Поэтому сохраняет актуальность проблема изучения этиологии невротических состояний в норме и при патологии.

Цель исследования: провести анализ выявленных невротических состояний у спортсменов высокой квалификации и дать сравнительную характеристику индивидуальных различий с группой лиц, имеющих установленные аффективные и невротические расстройства.

Методы и организация исследования

Исследование проводилось в рамках проекта союзного назначения по мероприятию 5 «Разработать методики определения статуса генетических локусов и прижизненной модификации участков ДНК, влияющих на психоэмоциональный статус человека» научно-технической Союзной программы «Разработка инновационных геногеографических и геномных технологий идентификации личности и индивидуальных особенностей человека на основе изучения генофондов регионов Союзного государства» («ДНК-идентификация»). В ходе научно-исследовательской работы сотрудниками лаборатории психологии РНПЦ спорта были отобраны 2 группы испытуемых.

1-я группа: 68 спортсменов высокой квалификации (мастера спорта, мастера спорта международного класса, заслуженные мастера спорта) различных видов спорта (бокс, волейбол, академическая гребля, легкая атлетика, плавание, фристайл, хоккей на траве и др.), из них 34 спортсмена мужского и 34 женского пола, средний возраст 26,44±5,86 лет.

2-я группа: 81 человек из числа пациентов ГУ «РНПЦ психического здоровья», имеющих диагностированные аффективные и невротические расстройства (тревожно-фобическое расстройство, обсессивно-компульсивное расстройство, группа расстройств адаптации и острой реакции на стресс, посттравматическое стрессовое расстройство и др.), среди них 50 женщин и 31 мужчина, средний возраст 33,3±8,05 лет.

Все испытуемые дали письменное согласие на добровольное участие в исследовании.

Метод исследования: клинический опросник для выявления и оценки невротических состояний (К. К. Яхин, Д. М. Менделевич) [8].

Методы математической статистики: описательная статистика (таблица 1), сравнительный анализ (рисунок 1), дисперсионный анализ (таблица 2). Статистические расчеты выполнены с использованием специализированного пакета программного обеспечения для статистического анализа SPSS Statistics 19.

Клинический опросник для выявления и оценки невротических состояний (К. К. Яхин, Д. М. Менделевич) [8] позволяет выявить основные синдромы невротических состояний, которые выражены в шкалах: тревога, невротическая депрессия, астения, истерический

тип реагирования, обсессивно-фобические нарушения, вегетативные нарушения. Опросник состоит из 68 вопросов, которые оцениваются по 5-балльной шкале. Полученные баллы переводятся в диагностические коэффициенты согласно специальным расчетным таблицам. Суммарный показатель коэффициентов по каждой шкале отражает характер проявления выявляемых расстройств. Интерпретация по шкалам проводится с учетом степени выраженности симптомов. Сумма коэффициентов больше «1,28» указывает на здоровье, меньше «-1,28» означает болезненный характер невротических проявлений. Данный опросник рекомендован российскими учеными для измерения степени выраженности невротических проявлений в составе мероприятий медико-психофизиологической диагностики спортсменов [9].

Тревожность, выявляемая в рамках данного опросника, охватывает широкий спектр симптоматики, которая может в той или иной мере проявляться у спортсменов. Сигналом повышенной тревожности служит внутреннее беспокойство спортсмена по незначительным причинам, переживание по поводу реальных либо надуманных проблем, эмоциональная неустойчивость, ситуативная восприимчивость, склонность рассматривать какие-то повседневные ситуации как угрожающие собственной самооценке, престижу в команде, самоуважению или жизнедеятельности.

Невротическая депрессия может проявляться пониженным фоном настроения, чувством безысходности, снижением энергетического тонуса, стремлением к ограничению социальных контактов, замкнутостью, интернальной направленностью переживаний. Склонность к депрессии может быть обусловлена особенностями личности спортсмена, низкой самооценкой, склонностью оценивать себя только по спортивным достижениям. Заниженная самооценка в целом способна существенно повлиять на результативность спортсмена, ее считают предиктором развития депрессии и тревожности [10, 11].

Наличие тревожных и депрессивных тенденций у спортсменов иногда проявляется мнительностью, повышенным вниманием на внутренних ощущениях во время тренировки. Такие спортсмены зачастую стремятся добиваться результата при экономии усилий или избегая утомления. В.Ф. Сопов описывал этот феномен как состояние гиперпрозекции, когда спортсмен утрачивает доверие к тренеру и врачу команды, все больше фиксируясь на ипохондрических переживаниях, что приводит к еще большему повышению тревожности [1, с. 49].

Астения связана с психологической и физической гиперестезией. Может проявляться повышенной чувствительностью, эмоциональной возбудимостью, психологической лабильностью, ощущением слабости, повышенной утомляемостью. У спортсменов встречается на фоне физического или психологического переутомления, перенапряжения, недосыпа [12, с. 17]. Часто сопровождается различными психо-соматическими нарушениями, расстройством сна и нарушением внимания. В крайнем своем проявлении может привести

к психосоматическому срыву, нарушающему произвольный двигательный контроль «на пике психического и физического напряжения» [1, с. 51]. Пусковым механизмом такого срыва может служить антиципационная ошибка спортсмена – преждевременное ощущение, что победа в руках. Дело в том, что гипотетическая победа воспринимается организмом как реальная. В ответственный момент, на максимуме напряжения, когда нужно сделать «последний рывок», вместо этого в мозг поступает сигнал переключить функциональную систему на расслабление, как будто цель уже достигнута.

Истерический тип реагирования проявляется обостренной потребностью в признании, чувством превосходства над другими, повышенной чувствительностью к критике, впечатлительностью, экзальтированностью реакций, обидчивостью. У спортсменов может наблюдаться обостренная чувствительность к мнению окружающих, недоверчивость, подозрительность, застревающее переживание по поводу неудач. В спорте основу формирования истерического типа реагирования может составлять гедонический принцип «чрезмерного влечения к положительным эмоциям» [12, с. 19]. Характерные проявления истерического типа реагирования: нервные тики, двигательные нарушения, выраженные кардиореспираторные симптомы (кардиалгия, поверхностное дыхание, нарушение сердечного ритма и др.) и желудочно-кишечные дисфункции. Даже успешная спортивная карьера, известность и признание могут приводить к личностным изменениям, при которых развивается «ситуативный нарциссизм», однако такие состояния поддаются психокоррекции при своевременном вмешательстве [10, 13].

Обсессивно-фобические нарушения подразумевают широкий спектр навязчивых состояний, характерных для людей с тревожно-мнительными чертами характера. Могут выявляться навязчивые мысли и воспоминания, формироваться ритуальные действия. Само по себе наличие ритуальных действий в спорте не редкость, однако о пограничном характере поведенческой реакции будет свидетельствовать навязчивый страх нарушить установленный порядок действий. Спортсмены, склонные к обсессивно-фобическим проявлениям, испытывают сложности с принятием ответственности на себя, сомнения при принятии решений, склонность перепроверять проделанную работу. Кроме того, у них может проявляться немотивированный страх неудачи.

Вегетативные расстройства связаны с повышенной реактивностью физиологических процессов организма, в их основе лежит нарушение системы иннервации. Моносимптомные расстройства характеризуются наличием выраженных болевых симптомов (кардиалгия, абдоминалгия, миалгия), сенестопатий и др. Системные связаны с дисфункциональными сбоями в работе систем организма, например дизурия, повышенное потоотделение, гипервентиляционный синдром, изменение моторики желудочно-кишечного тракта и др.

Феноменология разнообразия девиаций или отклонений от нормы позволяет рассматривать их в широком диапазоне проявлений поведенческих нарушений. Например, дезадаптационный характер поведения в ситуации стресса может быть связан с нарушением механизмов антиципации социально приемлемого поведенческого сценария. Такой взгляд на феномен девиации открывает ракурс рассмотрения его взаимосвязи с невротизацией, т.е. психическая установка спортсмена в процессе ожидания какого-либо эмоционально значимого события может стать ключевым фактором невротизации [8]. Кроме того, формирование невротической реакции обусловлено как личностными, так и средовыми факторами. Поэтому своевременная диагностика невротических проявлений у спортсменов имеет важное значение для предотвращения таких серьезных состояний, как психосоматический срыв, вегетативные нарушения, депрессия и др.

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам анализа данных *клинического опросника Яхина-Менделевича* в испытуемой группе спортсменов выявлено 10–18 % данных, которые выходят за пределы нормы по показателям опросника. Клиника невротических проявлений у спортсменов высокой квалификации представлена в следующих пропорциях: тревога – 18 %, истерический тип реагирования – 18 %, обсессивно-фобические нарушения – 18 %, невротическая депрессия – 15 %; астения – 10 %, вегетативные нарушения – 10 %.

В качестве группы сравнения были выбраны лица, имеющие аффективные и невротические расстройства, из числа пациентов РНПЦ психического здоровья, поскольку эта категория испытуемых имеет стабильные показатели по исследуемым шкалам, обусловленные наличием установленного диагноза о соответствующем психическом расстройстве.

К невротическим расстройствам относят: тревожно-фобические, панические расстройства, генерализованное тревожное расстройство, обсессивно-компульсивное расстройство, группу расстройств нарушения адаптации и острой реакции на стресс, посттравматическое стрессовое расстройство и др. В контрольной группе выявляемость высокой степени выраженности невротических синдромов составила 37–62 %. Сравнение испытуемых спортсменов с данной группой позволяет объективно оценить характер как групповых отклонений по шкалам опросника от установленной нормы, так и индивидуальных различий.

Исходя из данных описательной статистики (таблица 1), сравнение средних (*M*) показало близкие к норме значения почти всех показателей у обеих групп, кроме показателя невротической депрессии (-2,82±5,805) и истерического типа реагирования (-1,54±4,58) у лиц с аффективными и невротическими расстройствами. Однако по величине стандартного отклонения (*SD*), минимальным (*Min*) и максимальным баллам (*Max*) можно судить о высокой вариативности значений в широком диапазоне, как в случае с вегетативными

нарушениями у спортсменов этот разброс составляет от -19,67 до 16,35 баллов. Такая картина свидетельствует о том, что сравнение среднегрупповых показателей в данном случае будет малоинформативным. Несмотря на большой разброс данных, узкий доверительный интервал (*Confidence interval – CI*) означает 95 % точности оценки параметров, репрезентативных для общей выборки.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика результатов диагностики по группам: спортсменов высокой квалификации и лиц с аффективными и невротическими расстройствами (клинический опросник Яхина-Менделевича)

Шкала	Группа	n	M±SD	SE	CI(α=0,05)		Min	Max
					l	*u*		
Тревога	1	68	2,79±4,05	0,49	1,812	3,77	-9,54	10,56
	2	81	-0,05±4,6	0,511	-1,07	0,97	-9,54	9,71
Невротическая депрессия	1	68	3,036±3,997	0,485	2,07	4,004	-9,69	10,20
	2	81	-2,82±5,805	0,645	-4,107	-1,54	-12,56	7,56
Астения	1	68	4,39±3,907	0,474	3,44	5,335	-8,68	10,43
	2	81	0,70±5,641	0,627	-0,546	1,949	-9,23	10,99
Истерический тип реагирования	1	68	2,887±3,78	0,459	1,97	3,801	-6,27	8,60
	2	81	-1,54±4,58	0,509	-2,55	-0,52	-12,13	7,40
Обсессивно-фобические нарушения	1	68	2,29±3,3096	0,401	1,4895	3,09	-6,16	8,41
	2	81	-1,17±4,049	0,45	-2,068	-0,278	-10,63	6,03
Вегетативные нарушения	1	68	5,94±5,918	0,718	4,509	7,373	-19,67	16,35
	2	81	0,096±8,215	0,913	-1,72	1,913	-19,67	14,38

Критерий Ливиня также показал значительный разброс дисперсий в исследуемых группах (уровень значимости меньше 0,05). Поскольку в исследовании сравнивались две независимые выборки с непрерывным количественным типом данных, статистическая обработка проводилась методом однофакторного дисперсионного анализа (таблица 2), который показал наличие статистически достоверных различий между выборками испытуемых по всем шкалам ($\rho<0,05$).

На рисунке 1 и в таблице 1 наглядно показано, что исследуемая выборка спортсменов, несмотря на большой разброс данных, в значительной степени характеризуется показателями, входящими в пределы нормы, определенные данной методикой. Из этого следует, что иные выявляемые отклонения от нормы по шкалам опросника носят индивидуальный характер и не являются репрезентативными для выборки.

Таблица 2 – Оценка достоверности различий между группами по шкалам Яхина-Менделевича

Шкала	Источник вариации	SS	df	MS	F	p (α=0,05)
Тревога	Между группами	298,951	1	298,951	15,727	0,000
	Внутри групп	2794,214	147	19,008	–	–
	Итого	3093,166	148	–	–	–
Невротическая депрессия	Между группами	1269,157	1	1269,157	49,533	0,000
	Внутри групп	3766,527	147	25,623	–	–
	Итого	5035,684	148	–	–	–
Астения	Между группами	502,747	1	502,747	20,709	0,000
	Внутри групп	3568,642	147	24,276	–	–
	Итого	4071,389	148	–	–	–
Истерический тип реагирования	Между группами	722,629	1	722,629	40,283	0,000
	Внутри групп	2636,975	147	17,939	–	–
	Итого	3359,604	148	–	–	–
Обсессивно-фобические нарушения	Между группами	443,488	1	443,488	31,871	0,000
	Внутри групп	2045,492	147	13,915	–	–
	Итого	2488,979	148	–	–	–
Вегетативные нарушения	Между группами	1262,744	1	1262,744	23,968	0,000
	Внутри групп	7744,623	147	52,685	–	–
	Итого	9007,367	148	–	–	–

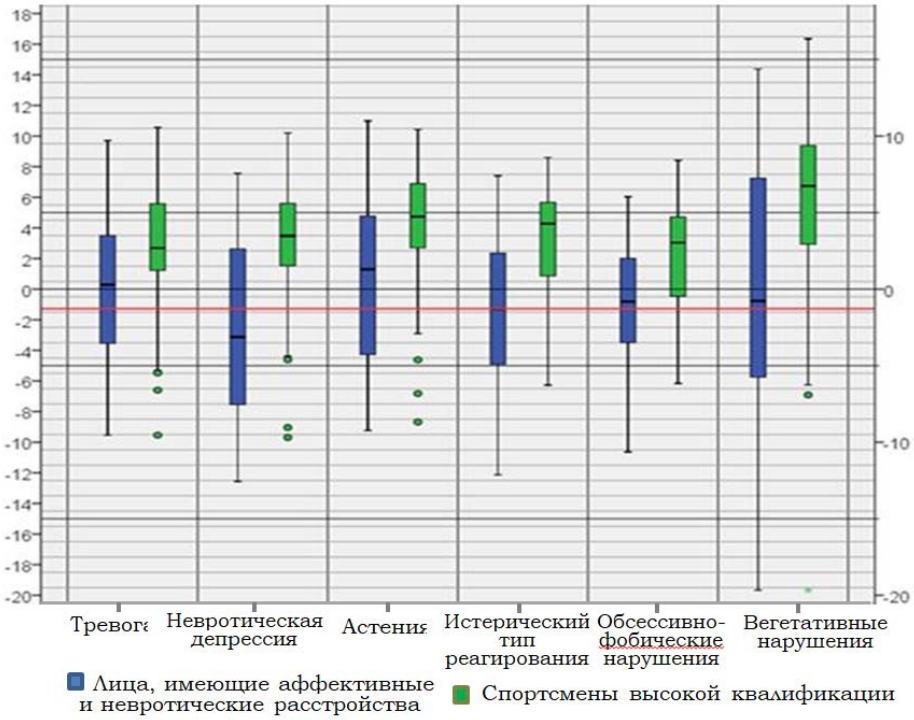


Рисунок 1 – Сравнительный анализ данных спортсменов высокой квалификации и лиц, имеющих аффективные и невротические расстройства (Клинический опросник для выявления и оценки невротических состояний Яхина-Менделевича)

В исследуемой группе спортсменов из 68 человек было выявлено лишь 7 человек, показатели которых не отражают внутригрупповых тенденций. Анализ подобных случаев представляет научный интерес для своевременной диагностики, коррекции и профилактики невротических проявлений у спортсменов. Проведенное дополнительно психофизиологическое обследование показало в целом удовлетворительное состояние спортсменов и сниженную работоспособность, что вероятно связано с особенностями выносливости организма, накопительным эффектом усталости и необходимостью преодолевать ее волевым усилием. Из указанных 7 спортсменов 4 относятся к представителям легкой атлетики. Исходя из этого можно предположить в качестве дополнительного фактора невротизации спортсменов свойственную представителям циклических видов спорта высокую степень ответственности, исполнительности, сдержанности, педантизма [14]. Фактором стресса также является монотония и само по себе циклическое повторение определенного алгоритма действий в ходе тренировки при высокой степени значимости их усвоения для формирования определенных навыков, необходимых для повышения конкурентоспособности спортсмена на соревнованиях [15, с. 76]. Предполагается, что в бесконтактных видах спорта цикличность тренировочного процесса осложнена спецификой построения процесса тренировки [6, с. 89]. Кроме того, повышенный уровень ответственности и требовательности к себе делает спортсмена чувствительным к влиянию внешних факторов (критика, неудачи), что в некоторых случаях приводит к повышенной тревожности либо астенизации. Также стоит отметить, что в выделенной группе из 7 спортсменов два являются представителями командных видов спорта, у которых наблюдается тенденция к зависимости от референтной группы [10; 16], что также является фактором невротизации.

При наличии врожденных или приобретенных особенностей личности и характера протекания нервных процессов у спортсменов могут встречаться проявления тревоги, депрессии, астении в предсоревновательный период [9, с. 58], а также синдром предстартового состояния. По данным психофизиологического обследования, спортсмены, которые вышли за рамки общей статистики, характеризуются преобладанием процессов возбуждения. Согласно В. Ф. Сопову, спортсмены с возбудимым типом протекания нервных процессов также склонны к проявлению невротических состояний [1, с. 50], которые рекомендуется трансформировать в оптимальное состояние удовлетворения от спортивной деятельности.

Психопрофилактика неврозов в спорте может включать общие психогигиенические мероприятия, направленные на предупреждение невротизации, а также формирование у спортсмена адекватного отношения к соревновательным стрессовым ситуациям. Начальное проявление невротических проявлений поможет купировать когнитивно-поведенческая терапия, индивидуальная работа со

спортивным психологом [12, с. 19]. Коморбидные состояния нуждаются в медикаментозном вмешательстве, психотерапии [10, 13].

Заключение

Полученные данные позволяют судить в целом об удовлетворительном психоневрологическом статусе испытуемых спортсменов. Клиника невротических проявлений у спортсменов высокой квалификации выявила лишь 10–18 % данных, выходящих за пределы установленной нормы по шкалам клинического опросника Яхина-Менделевича, среди которых тревога, истерический тип реагирования, обсессивно-фобические нарушения, невротическая депрессия, астения и вегетативные нарушения. У группы сравнения, которую составили лица с установленными аффективными и невротическими расстройствами, данный процент существенно выше: 37–62 % в разной степени отклонения от нормы по всем шкалам. Сравнение среднегрупповых данных показало низкую информативность в связи со спецификой построения оценочных шкал опросника. Поэтому исходя из вариативности значений и доверительного интервала принято решение о проведении дополнительного сравнительного анализа. Однофакторный дисперсионный анализ подтвердил, что различия между выборками статистически достоверны.

У незначительной части выборки (7 человек) из числа спортсменов высокой квалификации были выявлены существенные расхождения с внутригрупповыми тенденциями, что свидетельствует об индивидуальном характере девиаций, обусловленном высокой субъективной значимостью и экзогенными факторами. Выявленные отклонения могут свидетельствовать как о ситуативном, так и о долговременном психическом состоянии спортсменов.

Таким образом, установлено, что клинический опросник Яхина-Менделевича целесообразно использовать в составе медико-психофизиологической диагностики спортсменов для анализа групповых показателей невротизации спортсменов, а также для индивидуальной оценки невротического состояния спортсменов с целью своевременного выявления неблагоприятных психических состояний.

Индивидуальный подход к интерпретации каждой из шкал опросника позволит при необходимости подобрать эффективные коррекционные мероприятия, оказывающие положительное влияние на эмоциональную сферу личности спортсмена и на функциональное состояние организма в целом. Понимание механизмов невротизации в спорте и своевременное их выявление поможет снизить негативное влияние факторов, повышающих чувствительность спортсменов к психотравмирующим событиям.

Список использованных источников

1. Сопов, В.Ф. Психические состояния спортивной деятельности как функциональные образования и их классификация / В.Ф. Сопов // Вестник спортивной науки. – 2004. – № 2. – С. 47–52.

2. Анохин, П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса / П.К. Анохин. – М.: Медицина. – 1968. – 548 с.

3. Судаков, К.В. Системные механизмы эмоционального стресса / К.В. Судаков. – М.: Медицина. – 1981. – 229 с.

4. Ревина, Н.Е. Конфликт, стресс, невроз / Н.Е. Ревина // Вестник Новгородского государственного университета им. Я. Мудрого. – 2006. – №35. – С. 74–76.

5. Синицкий, В.Н. Депрессивные состояния / В.Н. Синицкий. – Киев: Изд-во «Навукова думка». – 1986. – 272 с.

6. Тудупова, Т.Ц. Особенности проявления акцентуированных черт характера у спортсменов разной спортивной специализации / Т.Ц. Тудупова, В.В. Смолянкин // Вестник Бурятского государственного университета. Образование. Личность. Общество. – 2019. – № 2. – С. 85–91.

7. International society of sport psychology position stand: Athletes' mental health, performance, and development [Electronic resource] / R.J. Schinkea [et al.] // International Journal of Sport and Exercise Psychology. – 2017. – Mode of access: https://www.issponline.org / images/isspdata/position_ stands/International_ Society_of_Sport_-Psychology_Position_Stand.pdf. – Date of access: 21.08.2020.

8. Менделевич, В.Д. Психология девиантного поведения. Учебное пособие / В.Д. Менделевич. – СПб.: Речь. – 2005. – 445 с.

9. Медико-психофизиологическое обеспечение углубленного медицинского обследования спортсменов сборных команд России / И.Н. Митин [и др.] // Медицина экстремальных ситуаций. – 2015. – № 4(54). – С. 56–61.

10. Mental health issues and psychological factors in athletes: detection, management, effect on performance, and prevention / C.J. Chang [et al.] // American Medical Society for Sport Medicine Position Statement. Executive Summary. – British Journal of Sports Medicine. – 2019. – 87 p.

11. Linville, P.W. Self-complexity as a cognitive buffer against stress-related illness and depression / P.W. Linville // Journal of Personal Social Psychology. – 1987. – N 52(4). – P. 663–676.

12. Бакин, А.А. Невротические расстройства у спортсменов, студентов университета Лесгафта и актуальные вопросы психопрофилактики / А.А. Бакин // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2013. – № 6(100). – С. 16–20.

13. Stillman, M.A. Psychotherapeutic treatment of athletes and their significant others / M.A. Stillman, E.C. Ritvo, I.D. Glick // Baron DA, Reardon CL, and Baron SH, eds. Clinical Sports Psychiatry: An International Perspective. – Oxford: Wiley-Blackwell, 2013. – P.117–123.

14. Афанасьев, В.Г. Особенности личности спортсменов высокой квалификации / В.Г. Афанасьев, И.Л. Соломин, Л.Ю. Соломина // Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2019. – № 8(2(27). – С. 291–293.

15. Загайнов, Р.М. Кризисные ситуации в спорте и психология их преодоления: монография / Р.М. Загайнов. – М.: Советский спорт, 2010. – 232 с.

16. Nia, M.E. Comparison of athletes' personality characteristics in individual and team sports / M.E. Nia, M.A. Besharat // Procedia Social and Behavior Science. – 2010. – N 5. – P. 808–812.

14.09.2020

УДК 796.91

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У МУЖЧИН В ШОРТ-ТРЕКЕ В ГОДИЧНОМ ЦИКЛЕ ПОДГОТОВКИ

А. Н. Будко, Н. В. Шераш, С. О. Гаврилова,
Республиканский научно-практический центр спорта

Аннотация

В статье представлены индивидуальные биохимические показатели крови у мужчин различной квалификации, специализирующихся в шорт-треке, под влиянием тренировочных нагрузок специального характера при подготовке к ответственным соревнованиям в сезоне. Рассмотренные индивидуальные данные указывают на большой диапазон колебаний изучаемых биохимических параметров, которые во многих случаях значительно превышали допустимые пределы нормы.

COMPARATIVE ANALYSIS OF CHANGES IN THE INDIVIDUAL BIOCHEMICAL INDICATORS OF MEN IN SHORT TRACK IN A ONE-YEAR TRAINING CYCLE

Abstract

The article presents the individual biochemical blood indices of men of various qualifications specializing in short track, under the influence of special training loads in preparation for responsible competitions in the season. The individual data indicates a wide range of fluctuations in the studied biochemical parameters, which in many cases significantly exceeded the permissible limits.

Введение

Определение биохимических показателей обмена веществ позволяет решать следующие задачи комплексного обследования: контроль за функциональным состоянием организма спортсмена, который отражает эффективность и рациональность выполняемой индивидуальной тренировочной программы, и наблюдение за адаптационными изменениями основных энергетических систем, отражающих функциональную перестройку организма в процессе тренировки. Также биохимический контроль позволяет решать некоторые частные задачи, такие, как, определение типа реакции организма на физические нагрузки, оценка уровня тренированности, эффективность применения фармакологических и других

восстанавливающих средств, роль энергетических метаболических систем в мышечной деятельности, воздействие климатических факторов и др. В связи с этим в практике спорта широко используются методы биохимического контроля на различных этапах годичного макроцикла.

В большинстве видов спорта в настоящее время все чаще наблюдается скачкообразное увеличение объёма тренировочной и соревновательной деятельности. В то же время современный опыт подготовки спортсменов неоспоримо свидетельствует, что чрезмерные тренировочные и соревновательные нагрузки приводят к перенапряжению функциональных систем организма, росту травматизма, сокращению длительности выступлений на этапе соревновательной деятельности и, в конечном счете снижению уровня спортивных результатов [1].

По структуре движений конькобежца по повороту и прямой шорт-трек имеет много общего с обычным бегом на коньках. Бег на коньках на коротких дорожках предъявляет (по сравнению с классическим скоростным бегом) более высокие требования к скоростно-силовой подготовке конькобежцев и является работой субмаксимальной мощности (от 30 с до 5 мин), которая выполняется в основном за счёт анаэробных источников энергообеспечения. В связи с этим тренировка шорт-трековиков должна иметь чётко выраженную анаэробную направленность, где проявляется сила почти всех мышечных групп тела спортсмена. При этом одни мышцы выполняют динамическую работу, другие – статическую, третьи – комбинированную (статико-динамическую)[1–3].

Соревнования по шорт-треку проводятся почти круглый год, притом, что спортсмены не могут постоянно выполнять нагрузки максимальной и субмаксимальной мощности. В связи с этим рационально разработанная система применения средств и методов коррекции процесса подготовки даёт возможность с высокой эффективностью управлять тренировочным процессом. Своевременно внося в тренировочный план коррекцию выполняемой высоко-интенсивной нагрузки, можно предотвратить явление перетренированности [4].

Общеизвестно, что для рационального построения плана тренировочной программы необходимо некоторое повышение оптимума тренировочных нагрузок в связи с тем, что недостаточные нагрузки не обеспечивают необходимого тренировочного эффекта, а нагрузки, превышающие функциональные возможности спортсмена, сопровождаются постоянным недовосстановлением организма и могут привести к срыву адаптации организма к специальной работе [5, 6].

В этой связи в шорт-треке актуальным является проведение биохимической оценки адекватности тренировочных нагрузок функциональным возможностям спортсменов, а также определение уровня адаптационного резерва. Это позволяет своевременно вносить

коррективы в план подготовки и предотвращать явления переутомления, перенапряжения и перетренированности [4–6].

Целью исследований являлся анализ динамики индивидуальных биохимических показателей на различных этапах годичной подготовки.

Организация и методы исследований

Под наблюдением находились 39 спортсменов (20 мужчин и 19 женщин), имеющих квалификацию от КМС до МС. Обследования спортсменов проводились в течение общеподготовительного, специально-подготовительного и предсоревновательного периодов годичного цикла подготовки на базе объекта «Минск–арена» в период с 2013 по 2018 год при подготовке к ответственным стартам. Забор крови осуществлялся в начале микроцикла – после дня отдыха утром натощак для оценки исходного состояния энергетического баланса в организме и степени его восстановления после предыдущего микроцикла.

В сыворотке крови определяли показатели белково-азотистого обмена (содержание мочевины), активности ферментов креатинфосфокиназы (КФК), аспартат- и аланинаминотрансфераз (АСТ, АЛТ). Биохимические исследования осуществляли с использованием фотометра РМ 2111 «Солар» (Республика Беларусь) и диагностических наборов фирмы «Анализмед» (Республика Беларусь).

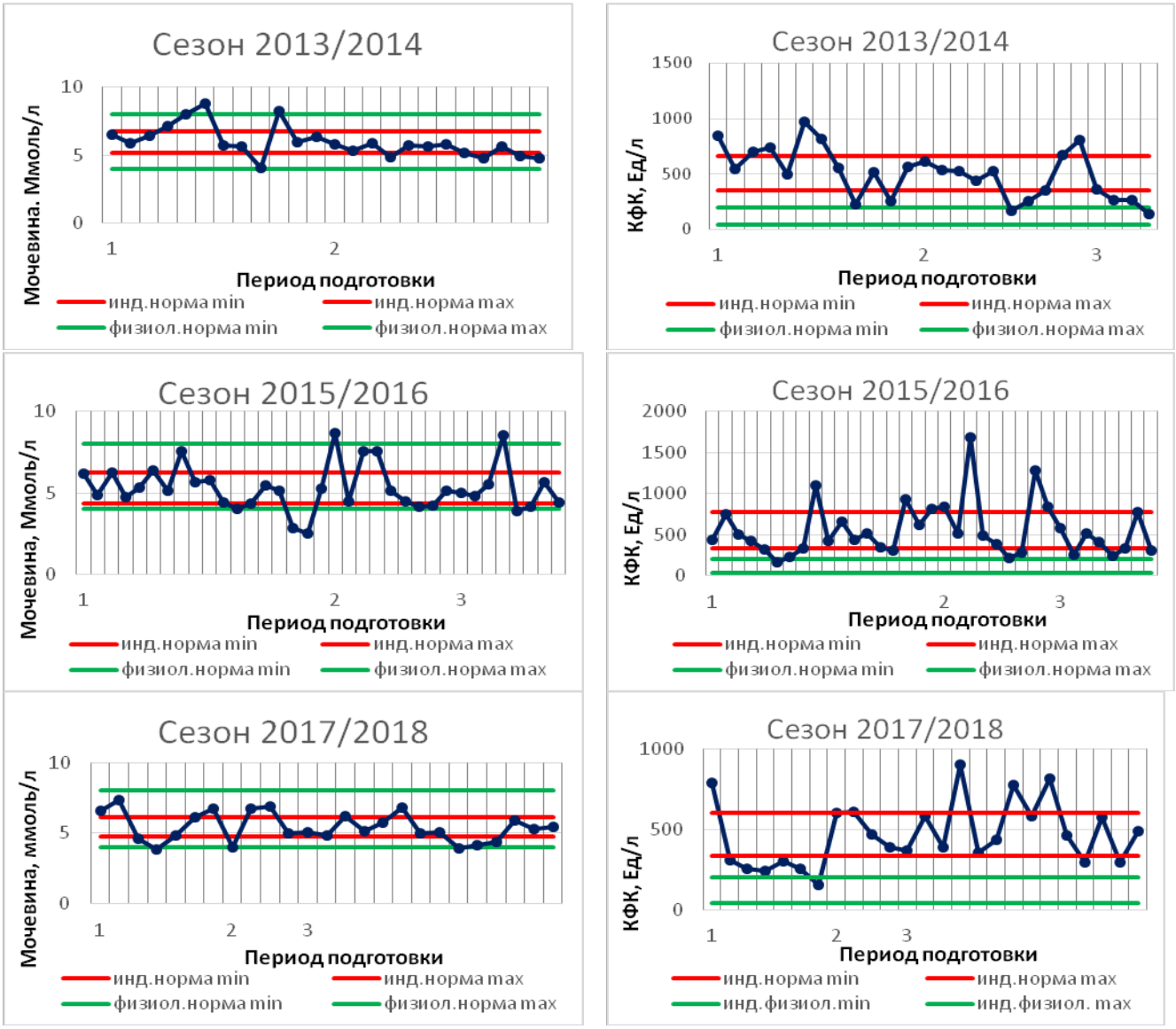
Для выявления индивидуальной динамики клинико-лабораторных метаболических изменений спортсмены мужского пола были разделены в две группы: в первую группу вошли спортсмены, являющиеся представителями десятки сильнейших на международных соревнованиях. Во вторую группу – не отобравшиеся на соревнования международного уровня. Нами рассмотрены индивидуальные биохимические показатели на различных этапах годичного цикла подготовки и проведен сравнительный анализ между группами на примере двух спортсменов (спортсмен № 1 – успешная группа, спортсмен № 2 – менее успешная группа).

Результаты исследований и их обсуждение

Рассмотрение индивидуальных данных указывает на большой диапазон колебаний изучаемых биохимических параметров, которые во многих случаях значительно превышали допустимые пределы нормы.

На рисунках 1–4 представлены индивидуальные данные (одного более успешного и одного менее успешного) спортсменов национальной команды по шорт-треку (мужчины), полученные на учебно-тренировочных сборах с 2013 по 2018 год.

На представленных графиках видно, что величина нагрузок, выполняемых спортсменами, возрастала от общеподготовительного периода подготовки к специальному и снижалась к предсоревновательному.

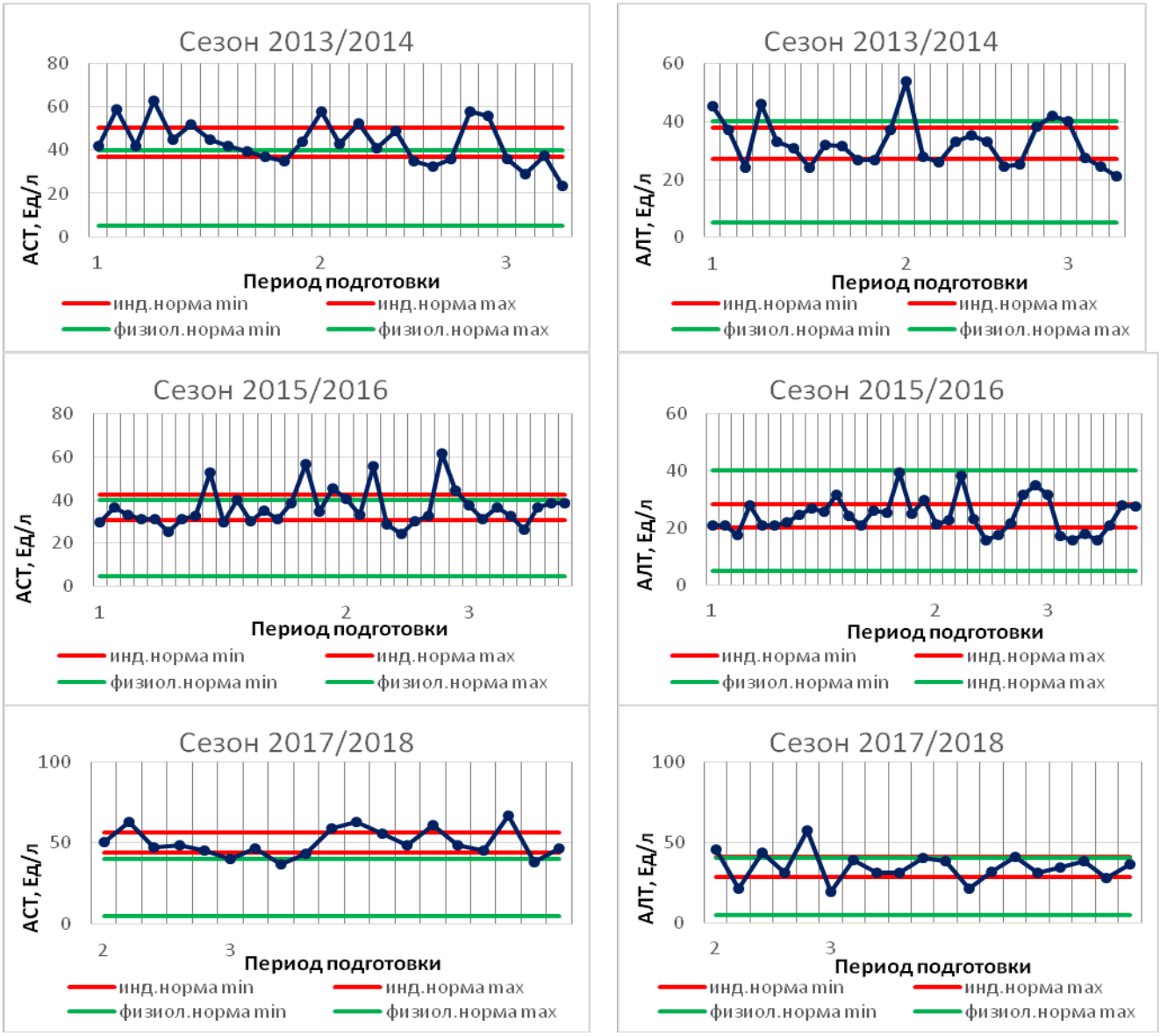


1 – общий этап подготовительного периода подготовки;
2 – специальный этап подготовительного периода подготовки;
3 – предсоревновательный период подготовки.

Рисунок 1 –Показатели мочевины и креатинфосфокиназы в динамике по периодам подготовки у спортсмена № 1 (МС, участник ОИ)

Уровень мочевины в крови является основным биохимическим показателем, отражающим метаболический ответ организма на нагрузку. Для спортсмена № 1 характерна положительная динамика между концентрацией мочевины в крови и величиной физической нагрузки. Индивидуальная норма спортсмена № 1 была в пределах физиологической и составила от 4,35 до 6,71 ммоль/л на протяжении всех обследуемых сезонов подготовки. Следует отметить, что в обще-подготовительном периоде сезона 2013/2014 года показатель мочевины был выше, чем в специально-подготовительном и предсоревновательном периодах подготовки. В периоде 2015/2016 года уровень мочевины был выше в специально-подготовительном периоде. А на протяжении 2017/2018 (предолимпийского) года, начиная с общеподготовительного

и до предсоревновательного, держались средние значения данного показателя крови (рисунок 1).



1 – общий этап подготовительного периода подготовки;
2 – специальный этап подготовительного периода подготовки;
3 – предсоревновательный период подготовки.

Рисунок 2 – Показатели аспартатаминотрансферзы и аланинаминотрансферазы в динамике по периодам подготовки у спортсмена №1 (МС, участник ОИ)

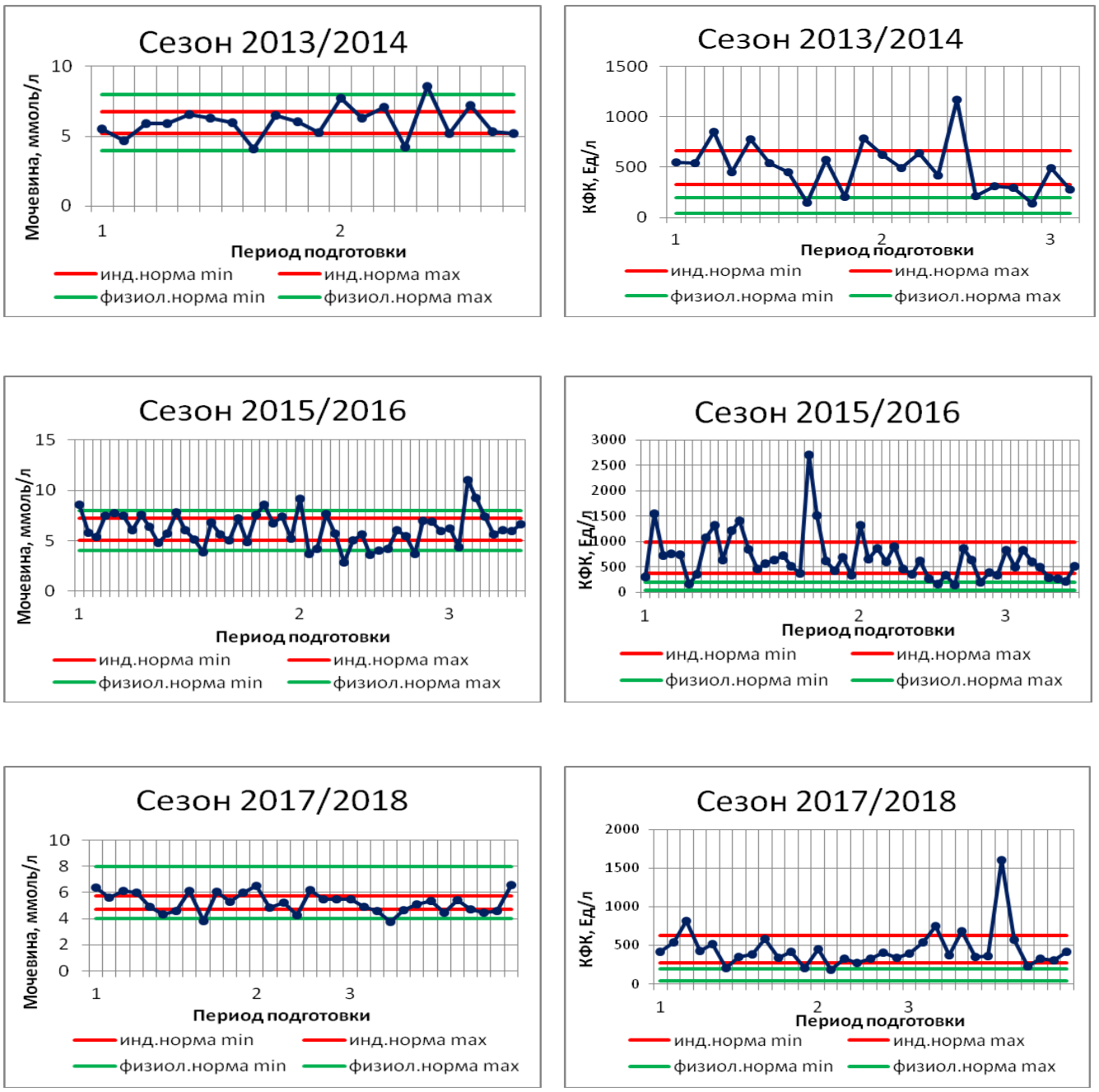
Подобная зависимость наблюдается у высокотренированного спортсмена, хорошо переносившего значительные по объему и интенсивности тренировочные нагрузки. Положительная корреляция мочевины и нагрузок указывает на сбалансированность катаболических и анаболических процессов, а также свидетельствует о том, что нагрузки соответствуют диапазону функциональных возможностей спортсмена.

У спортсмена № 1 анализ изменения показателей активности КФК (рисунок 1) выявил, что на протяжении всех обследуемых сезонов и в течение всех периодов подготовки активность этого фермента значительно повышена, причем она не снижалась до пределов нормы даже после восстановительных дней отдыха. Индивидуальная норма данного спортсмена была значительно выше физиологической – в пределах от 332,62 до 769,53 Ед/л на протяжении всего изучаемого периода подготовки. Следует отметить, что в общеподготовительном периоде сезона 2013/2014 года активность КФК была выше, чем в специально-подготовительном периоде подготовки. В сезоне 2015/2016 года активность КФК была значительно выше в специально-подготовительном периоде. А на протяжении 2017/2018 (предолимпийского) года, начиная с общеподготовительного и до предсоревновательного, держались высокие показатели (выше индивидуальной нормы) данного фермента.

При этом необходимо учитывать, что увеличение КФК может быть обусловлено не только состоянием скелетной мускулатуры, но и началом повреждения сердечной мышцы. Этот факт подтверждает анализ динамики активности АСТ, которая ответственна за синтез аминокислот, входящих в состав клеточных мембран и тканей. Больше всего АСТ находится в миокарде (сердечной мышце), гепатоцитах (печеночной ткани), нейронах головного мозга и мышечной ткани скелетной мускулатуры. Это объясняется достаточно высоким уровнем обменных процессов в них и необходимостью максимальной приспособленности клеток поддерживать свою структуру. Индивидуальная норма уровня активности фермента АСТ (рисунок 2) у спортсмена № 1 была выше физиологической нормы во всех сезонах годичной подготовки и составила от 30,51 до 56,17 Ед/л. Индивидуальная норма уровня активности фермента АЛТ была в диапазоне физиологической нормы и находилась в пределах от 20,23 до 41,04 Ед/л.

Это свидетельствует о низкой скорости восстановления энергообменных процессов в работающих мышцах, а также том, что данный спортсмен выполнил большой объем интенсивной работы при подготовке к ответственным стартам. Высокие значения активности КФК у спортсменов на фоне отдыха дают основание для полного диагностического обследования состояния мышц и выявления скрытых мышечных проблем, вызванных тренировочными нагрузками на фоне пролонгированного утомления. Это также является основанием для снижения интенсивности тренировочных нагрузок с целью обеспечения адекватного восстановления организма.

У молодого спортсмена под № 2 наблюдались различные типы реакции уровня мочевины на нагрузку (рисунок 3).



1 – общий этап подготовительного периода подготовки;
2 – специальный этап подготовительного периода подготовки;
3 – предсоревновательный период подготовки.

Рисунок 3 – Показатели мочевины и креатинфосфокиназы в динамике по периодам подготовки у спортсмена № 2 (КМС, МС)

Так, индивидуальная норма спортсмена № 2 в сезоне 2017/2018 годов находилась пределах границ физиологической нормы (нижняя граница – 4,71 ммоль/л, верхняя граница – 7,27 ммоль/л).

При этом, как видно из рисунка № 3, показатель мочевины в сезоне 2013/2014 года рос от общеподготовительного периода к специально-подготовительному. А в сезоне 2015/2016 года динамика мочевины и нагрузок нарушается. При дальнейшем увеличении нагрузки наблюдается снижение содержания мочевины, иногда даже

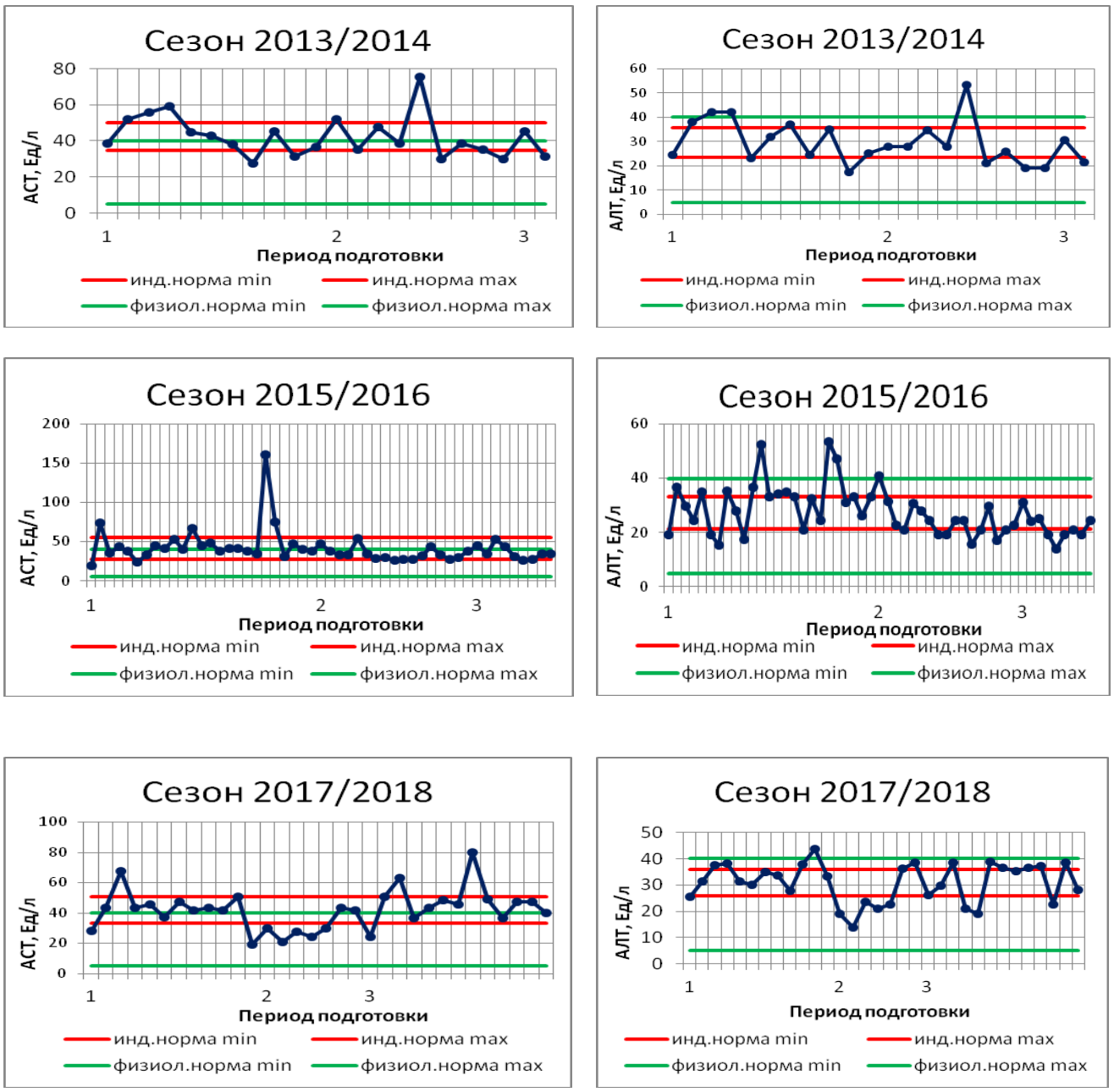
до уровня ниже исходного (до 2,81 ммоль/л) в специально-подготовительном периоде. При таком типе реакции, по-видимому, наблюдается незавершенность восстановительных процессов (затяжной характер фазы восстановления). Так же наблюдается повышение мочевины на протяжении нескольких дней в предсоревновательном периоде подготовки (до 11,02 ммоль/л), находится на уровне выше исходного на 45–50 %. Такая реакция организма спортсмена указывает на несоответствие функциональных возможностей организма используемым тренировочным нагрузкам. Следует отметить, что у одного и того же спортсмена в зависимости от конкретного сочетания тренировочных нагрузок и восстановительных мероприятий может один тип реакции переходить на другой, как в данном случае.

Анализ изменения показателей активности КФК (рисунок 3) выявил, что на протяжении всех обследуемых сезонов и в течение всех периодов подготовки активность этого фермента была значительно выше физиологической нормы. Так, индивидуальная норма активности фермента КФК находилась в диапазоне от 328,2 до 666,7 Ед/л в сезоне 2013/2014 года, спортсмен имел квалификацию КМС. В дальнейшем в сезоне 2015/2016 года при достижении уровня МС данный показатель вырос до 363,12–977,57 Ед/л. При этом активность фермента КФК достигала в общеподготовительном периоде 2707 Ед/л. А в сезоне 2017/2018 года уровень КФК имел тенденцию к снижению от 276,76 до 623,4 Ед/л и варьировал на протяжении годичного макроцикла в пределах индивидуальной нормы.

Значительная вариация активности креатинфосфокиназы обусловлена различиями в скорости выхода фермента в кровь, которая зависит от состояния клеточных мембран и изменения их проницаемости под воздействием физических нагрузок. В зависимости от направленности тренировочных нагрузок выход фермента в кровь из клетки может быть обусловлен различными причинами, главными из которых являются механические повреждения мышц, индуцированные физической нагрузкой, и, возможно, метаболический стресс, обусловленный образованием свободных радикалов в процессе тренировки [7].

С ростом спортивного мастерства возрастает специфика тренировки, обусловленная индивидуальными особенностями данного спортсмена и его резервными возможностями.

В ходе исследования установлено, что активность фермента АСТ у спортсмена № 2 на протяжении всех сезонов подготовки находилась довольно часто выше физиологической нормы (рисунок 4). Так, индивидуальная норма находилась в пределах от 27,71 до 55,11 Ед/л. Значительное увеличение активности фермента АСТ до 160,6 Ед/л с приростом на 74,22 % и превышением среднегрупповых данных отмечено в сезоне 2015/2016 года в общеподготовительном периоде подготовки.



1 – общий этап подготовительного периода подготовки;
2 – специальный этап подготовительного периода подготовки;
3 – предсоревновательный период подготовки.

Рисунок 4 – Показатели аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы в динамике по периодам подготовки у спортсмена № 2 (КМС, МС)

Рассматривая индивидуальные данные, следует отметить, что значения АЛТ находились в пределах нормы во всех периодах подготовки на протяжении всех сезонов. Учитывая, что аминотрансферазы играют центральную роль в обмене белков, катализируя реакции трансаминирования аминокислот, можно предположить, что повышенная активность АСТ у спортсменов в обще-подготовительном периоде подготовки обусловлена интенсивностью

белкового обмена, поскольку нагрузки способствуют активации синтеза белка в работающих мышцах, в том числе сердечной.

Чрезмерно повышенные биохимические показатели свидетельствовали о глубоком переутомлении или хроническом утомлении организма, которое сопровождается истощением адаптационного резерва и, как следствие, длительным, глубоким снижением работоспособности.

Заключение

1. Повышение активности белкового обмена под влиянием высокоинтенсивной и напряженной работы является показателем тренировочного эффекта. Сниженный посленагрузочный синтез мочевины у спортсменов является первым признаком недостаточной реакции организма на выполняемые тренировочные нагрузки.

2. Скорость восстановления биохимических изменений зависит от уровня подготовленности спортсмена, поэтому она может использоваться с целью более рационального сочетания тренировочных нагрузок и отдыха, а также предупреждения переутомления или перетренированности, для коррекции тренировочного процесса, изменения схемы медикаментозного обеспечения с целью ускорения процессов восстановления, повышения физической работоспособности и т.д.

С ростом спортивного мастерства возрастает специфика тренировки, обусловленная индивидуальными особенностями данного спортсмена и его резервными возможностями. Выявление слишком значительных изменений и, тем более, сдвигов обмена веществ, не характерных для данного вида упражнений или вида спорта, дает основание для заключения о предельности воздействия тренировочных нагрузок. Такой метаболический ответ может привести к исчерпанию резервных возможностей организма и, как следствие, снижению спортивных результатов [8]. В шорт-треке это связано с наличием специальных условий, в которых проходят подготовка и соревнования, так как, во-первых, значительную часть времени спортсмены находятся
в условиях влияния на организм низких температур, а, во-вторых, специфическая статичная поза затрудняет дыхание и создает дополнительную нагрузку на опорно-двигательный аппарат.

Кроме того, в результате усиленных тренировок организм не успевает адаптироваться к работе специального характера, что приводит к микротравмам в мышцах, к повышенной нагрузке на сердечнососудистую и центральную нервную систему. Основной мерой профилактики перетренированности является коррекция уровня физических нагрузок.

Список использованных источников

1. Петровский, В.В. Организация спортивной тренировки / В.В. Петровский. – Киев: Здоров'я, 1980. – 96 с.

2. Павловский, Ю.А. Шорт-трек / Ю.А. Павловский, И.А. Богданов. – М.: Физкультура и спорт, 1989. – 78 с.

3. Чернов, И.П. Методические рекомендации по планированию тренировки конькобежцев второго и третьего разрядов / И.П. Чернов. – Киев, 1981. – 46 с.

4. Платонов, В.Н. Контроль в спортивной тренировке / В.Н. Платонов // Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения. – М.: Советский спорт, 2005. – С. 572–613.

5. Макарова, Г.А. Медицинский справочник тренера / Г.А. Макарова, С.А. Локтев. – М., 2005. – 586 с.

6. Диагностическое значение лабораторных показателей : практическое пособие / Е.Т. Зубовская [и др.]. – 4-е изд, испр. и доп. – Минск: БГУФК, 2014. – 421 с.

7. Рыбина, И.Л. Использование активности креатинфосфокиназы в оценке срочной и долговременной адаптации организма спортсменов к тренировочным нагрузкам / И.Л. Рыбина, З.М. Кузнецова // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2015. – № 3(36). – С. 150–158.

8. Нехвядович, А.И. Изменение биохимических показателей у спортсменов различной квалификации в шорт-треке на этапах годичной подготовки. / А.И. Нехвядович, А.Н. Будко // Научное обоснование физического воспитания, спортивной тренировки и подготовки кадров по физической культуре, спорту и туризму: материалы XIV Междунар. науч. сессии по итогам НИР за 2015 год, Минск, 12–14 апр. 2016 г.: в 3 ч. / Белорус. гос. ун-т физ. культуры; редкол.: Т.Д. Полякова (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БГУФК, 2016. – Ч. 3. – С. 115–119.

04.11.2020

УДК 616.15

ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ НЕКОТОРЫХ ТРАНСМИТТЕРОВ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ

Н. Н. Иванчикова, канд. биол. наук,
И. А. Чарыкова, канд. мед. наук,
Л. В. Филипович, А. В. Ковкова,
Республиканский научно-практический центр спорта

Аннотация

Трансмиттеры нервной системы (нейромедиаторы) играют ключевую роль во многих физиологических и биохимических процессах, протекающих в организме человека. При изучении концентрации нейромедиаторов у людей в норме и при патологии наблюдались видимые различия в поведении. В статье представлены результаты

исследования содержания трансмиттеров нервной системы в сыворотке крови высококвалифицированных спортсменов различных видов спорта. Всего обследовано 47 спортсменов по плаванию, фехтованию, гребле академической, спортивной гимнастике, акробатике. Определялось содержание серотонина, норадреналина и дофамина в сыворотке крови. Выявлено, что средние значения нейромедиаторов в крови спортсменов не выходили за границы клинической нормы, более высокие значения серотонина отмечались у женщин по сравнению с мужчинами, наибольшая частота отклонений от нормы выявлена по серотонину.

PECULIARITIES OF LEVEL OF CERTAIN NEUROTRANSMITTERS IN BLOOD OF HIGHLY QUALIFIED ATHLETES

Abstract

Nervous system transmitters (neurotransmitters) play a key role in many physiological and biochemical processes occurring in the human body. When studying the concentration of neurotransmitters in normal and abnormal individuals, there were visible differences in their behaviour. The article presents the results of the study of levels of nervous system transmitters in blood of highly qualified athletes in various sports. A total of 47 athletes were examined in swimming, fencing, rowing, gymnastics and acrobatics. Serotonin, noradrenaline and dopamine in blood were determined. It was found that the average values of neurotransmitters in the blood of athletes did not exceed the clinical norm, higher serotonin values were observed in women compared to men, and the highest frequency of deviations from the norm was found in serotonin.

Введение

Трансмиттеры нервной системы (нейромедиаторы) играют ведущую роль во многих физиологических и биохимических процессах, протекающих в организме человека. Отмечается взаимосвязь между содержанием медиаторов нервной системы и поведением человека. Нейромедиаторы – биологически активные вещества, осуществляющие взаимодействие между нервными клетками. На каждый нейромедиатор приходится один или несколько специфических рецепторов. В зависимости от действия на центральную нервную систему (ЦНС) выделяют тормозные и активирующие нейромедиаторы. К тормозным медиаторам нервной системы относится гамма-аминомасляная кислота, ацетилхолин, эндорфины, анандамиды и др., к активирующим – глутамат, адреналин и норадреналин [1].

В соответствии с основными концепциями развития личности особенности поведения человека осуществляются через взаимодействие нейромедиаторов ЦНС, важнейшими из которых являются дофамин, серотонин и норадреналин [2–4].

Серотонин отвечает за формирование двигательных актов, систем положительного подкрепления, влияет на пищевое, половое, исследовательское поведение, участвует в формировании аффективных компонентов поведенческих актов, самообладания

и эмоциональной устойчивости, влияет на суточные и циркадианные ритмы физиологических процессов, осуществляет регуляцию температуры организма. Увеличение концентрации серотонина создает в коре головного мозга ощущение улучшения настроения; уменьшение – вызывает снижение настроения и депрессию. Серотонин является основным медиатором, контролирующим агрессивное поведение, а также проявление тревожных состояний при изменении внешних условий [5].

Поддержание энергетического баланса считается одной из наиболее важных биологических функций, и серотонин рассматривается как основной стимулятор энергетического обмена [6]. В ЦНС он модулирует высшую нервную деятельность, включая сон и бодрствование, настроение, аппетит, материнское и сексуальное поведение [7]. Общепризнана его роль в развитии таких психических расстройств, как маниакально-депрессивный психоз, шизофрения, депрессия, тревожные состояния, нарушения пищевых мотиваций [8, 9].

Периферический серотонин играет роль в регуляции моторики желудочно-кишечного тракта [10], уровня глюкозы в крови, в активации тромбообразования, регуляции сосудистого тонуса и артериального давления, сердечного ритма, силы сердечных сокращений [11–13]. Серотонинергическая система является звеном патогенеза атеросклероза, артериальной гипертензии, легочной гипертензии, ишемической болезни сердца, фибрилляции предсердий, сердечной недостаточности [14]. Возможно, что дилатационная и гипертрофическая кардиомиопатии являются результатом генетических сбоев данной нейрогормональной системы. Широкий спектр эффектов серотонина объясняется наличием 15 типов рецепторов, объединенных в зависимости от локализации, внутриклеточных эффектов и фармакологического сродства [15].

Норадреналин является нейромедиатором, отвечающим за бодрствование и принятие быстрых решений. Концентрация норадреналина повышается в экстремальных ситуациях и при стрессе.

Повышенный уровень норадреналина ассоциируется с развитием кошмарных сновидений, перевозбуждения, навязчивых воспоминаний, а также панических атак. Кроме того, повышенная концентрация в сыворотке крови данного нейротрансмиттера сопряжена с вегетативными нарушениями (тахикардия, гипервентиляция, тремор, потливость и т.д.). Дефицит норадреналина связан со стойкими фобиями, беспокойством, постоянным волнением, напряжением, тревожным ожиданием, избегающим поведением [16].

Дофамин формирует у человека чувство удовлетворения или неудовольствия при переживании ощущений, получаемых от стимулов важных для людей: еды, секса, спорта, общения и т.д. При низкой концентрации дофамина у человека развивается потребность в получении удовольствия с помощью каких-либо других более сильных раздражителей. Чаще всего такими раздражителями могут быть наркотики, никотин, алкоголь, азартные игры, еда, секс и т.д. [3]

Такие формы поведения полностью добровольны и средовые факторы играют здесь главную роль [17].

Дофамин способен придавать человеку уверенность в себе, стремление к самосовершенствованию. Доказано, что у людей с низкой самооценкой снижено содержание дофамина [1].

У дофамина пять рецепторов, пронумерованные от D1 до D5. Четвертый рецептор отвечает за поиск новизны. Его кодирует ген DRD4, от длины которого зависит интенсивность восприятия дофамина. Чем меньше количество повторов, тем проще человеку достичь пика удовольствия. Чем больше количество повторов – а их может быть до десяти – тем сложнее получить удовольствие [16, 17].

Исходя из представлений о химической природе эмоций депрессивные состояния принято объяснять дефицитом продукции норадреналина, серотонина, дофамина [1, 18, 19].

Спортивная деятельность – это деятельность стрессогенного характера. В исследованиях показано, что длительное воздействие стресса приводит к таким неблагоприятным воздействиям, как снижение общей психической устойчивости организма, появление чувства неудовлетворенности результатами своей деятельности, тенденция к отказу от выполнения заданий в ситуациях повышенных требований, неудач и поражений. Пребывание в постоянном напряжении, в конечном итоге, приводит к хроническому стрессу и, как следствие, к профессиональному «выгоранию» [20].

Спорт требует от человека огромных физических и эмоциональных затрат. Стандартные условия профессиональной жизни спортсменов – это длительное отсутствие дома, бесконечные перелеты, акклиматизация, тяжелейшие тренировки и непростые соревнования при невозможности полного восстановления физиологических и психологических ресурсов. Спортивная карьера, успешность в спорте и крушение карьеры из-за травмы, «обвал» образа мира и образа жизни спортсмена – ситуация, приводящая к сильнейшему психологическому стрессу. Не всегда спортсмен может выйти из нее, принять своё поражение и начать работать над собой, заново добиваясь побед и продолжая путь к цели [21].

Установлено, что у 50 % спортсменов, участвовавших в исследовании, выражен нейротизм (беспокойство, возбудимость, тревожность, неуверенность в себе) как предрасполагающий фактор формирования эмоционального выгорания: чувствительность к замечаниям, повышенный самоконтроль, высокий уровень тревожности и эмоциональность [22].

Таким образом, изучение и анализ содержания трансмиттеров нервной системы необходимо проводить с целью выявления уровня психологического стресса и дезадаптации у спортсменов различных видов спорта на этапах подготовки.

Цель исследования – определить особенности содержания серотонина, норадреналина, дофамина в сыворотке крови высококвалифицированных спортсменов.

Методы и организация исследования.

Обследовано 47 спортсменов по плаванию, фехтованию, гребле академической, спортивной гимнастике, акробатике. Возраст обследованного контингента составлял от 18 до 32 лет, уровень квалификации: от мастера спорта до заслуженного мастера спорта.

Содержание нейромедиаторов определялось иммуноферментным методом с использованием стандартных наборов фирмы «Demeditec Diagnostics GmbH (Германия) на фотометре «Multiscan EX» (Thermo fisher, Финляндия). Границы нормы и единицы измерения нейромедиаторов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Границы нормы и единицы измерения нейромедиаторов

Наименование	Граница нормы	Единица измерения
Серотонин	70–270	нг/мл
Норадреналин	< 600	пг/мл
Дофамин	< 100	пг/мл

Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета прикладных программ «Statistica 10.0». В связи с тем, что полученная выборка не имела нормального распределения, были использованы непараметрические методы анализа. Пороговое значение уровня значимости принято равным 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение

Как видно из данных, представленных в таблице 2, средние значения серотонина, норадреналина, дофамина в сыворотке крови спортсменов различных видов спорта находились в пределах клинической нормы.

Таблица 2 – Содержание нейромедиаторов у спортсменов

Показатель	n	X ср.	Sx
Мужчины			
Серотонин, нг/мл	25	126,40*	17,27
Норадреналин, пг/мл	25	227,24	41,06
Дофамин, пг/мл	25	19,47	3,21
Женщины			
Серотонин, нг/мл	22	173,36*	13,12
Норадреналин, пг/мл	22	238,43	43,22
Дофамин, пг/мл	22	20,43	3,53
Примечание: * – достоверное отличие показателя между мужчинами и женщинами, $p<0,05$.			

Статистически более высокие значения серотонина отмечались у женщин-спортсменок по сравнению с мужчинами-спортсменами ($p<0,05$). Концентрация серотонина в сыворотке крови мужчин составляла 126,40±17,27 нг/мл, у женщин – 173,36±13,12 нг/мл.

Данная тенденция может служить косвенным подтверждением более высокой устойчивости к стрессу у женщин, занимающихся спортом.

Значения катехоламинов норадреналина и дофамина также не выходили за границы референтных значений и принимали следующие значения: концентрация норадреналина в крови мужчин составляла 227,24±41,06 пг/мл, у женщин – 238,43±43,22 пг/мл, содержание дофамина у мужчин – 19,47±3,21 пг/мл и у женщин – 20,43±3,53 пг/мл.

Анализ доли отклонений от клинической нормы содержания нейромедиаторов выявил, что наибольшая частота отклонений от нормы отмечалась по серотонину (рисунок 1).

Рисунок 1 – Доля отклонений от клинической нормы показателя у спортсменов

Общий процент отклонений от нормы по серотонину у спортсменов составил 26 %, из них у 17 % выявлены пониженные значения, у 9 % – повышенные. Доля отклонений от нормы (повышенные значения) по дофамину и норадреналину соответственно составила 2 и 4 % случаев.

Спортивную деятельность можно рассматривать как совокупность психологического и физиологического стрессов. Важнейшими составляющими спортивной успешности, помимо физической подготовленности, являются психологическая адаптация спортсменов к стрессовым условиям и сохранение мотивации в стремлении к успеху на всех этапах спортивной деятельности [2, 23].

Нейромедиаторы оказывают различное воздействие на функциональное состояние и поведение человека. Основное внимание исследователей сконцентрировано на серотонинергической системе как наиболее важной в плане формирования депрессии и участвующей в регуляции различных видов поведения (в том числе агрессивности и импульсивности) [24, 25]. Резкое увеличение содержания серотонина происходит во время занятий спортом. Показано, что экстремальные виды спорта и экстремальные нагрузки компенсаторно повышают выработку и мобилизацию серотонина у спортсменов. В свою очередь, накопление серотонина улучшает настроение, ослабляет тревожность и депрессивные компоненты, что ведет к повышению результативности спортивных показателей [26].

Известно, что под воздействием регулярных физических и психических нагрузок, сопровождающих жизнь спортсмена, происходят изменения в серотониновой передаче, а введение в организм агентов, препятствующих резкому возрастанию концентраций серотонина в ЦНС, повышает работоспособность во время спортивных тренировок и продлевает время до наступления у спортсмена утомления. Участие серотониновой системы в процессах развития центрального утомления при выполнении физической работы, а также под воздействием психических нагрузок делает проблему изучения индивидуальных особенностей функционирования серотониновой системы особенно актуальной не только с теоретической, но и с практической точки зрения [27].

Особенности содержания серотонина в сыворотке крови мужчин и женщин, доля отклонений данного показателя от нормы, вероятно, дает возможность использовать данный показатель как прогностический критерий оценки устойчивости спортсмена к физическим и психологическим нагрузкам, а также для разработки новых методов восстановления спортсменов.

Заключение

Таким образом, анализ содержания трансмиттеров нервной системы у спортсменов выявил:

– средние значения серотонина, норадреналина и дофамина в сыворотке крови в границах клинической нормы;

– более высокие значения серотонина у женщин-спортсменок по сравнению с мужчинами-спортсменами;

– наибольшую частоту отклонений от нормы по серотонину.

Данные о динамике нейромедиаторов в сыворотке крови спортсменов в дальнейшем могут использоваться специалистами спортивной медицины для контроля за состоянием спортсменов, потенциально склонных к психоэмоциональным нарушениям, а также позволят осуществлять психологическую коррекцию эмоционального состояния атлетов на всех этапах спортивной деятельности [2].

Перспективным является дальнейшее исследование содержания нейромедиаторов в сыворотке крови спортсменов как критерия развития дезадаптации к тренировочным нагрузкам, особенно на соревновательном этапе подготовки.

Информация о содержании медиаторов нервной системы позволит управлять процессом психологической подготовки спортсменов на различных этапах спортивного совершенствования и повышать уровень психологической устойчивости атлетов в экстремальных условиях спортивной деятельности.

Список использованных источников

1. Северин, Е.С. Биохимия: учеб. для вузов / Е.С. Северин. – М.: «ГЭОТАР-МЕД», 2003. – 545 с.

2. Куликова, М.А. Полиморфизмы генов дофаминергической системы – маркеры проявления тревожности у спортсменов: дис. … канд. биол. наук: 14.00.51 / М.А. Куликова. – М., 2009. – 123 с.

3. Allelic diagnosis of susceptibility to compulsive disorder / Blum K. [et al.] // Biotechnology Advances. – 1997. – Vol. 15 (2). – P. 25–29.

4. Alemanno, F. Biochemistry for Anesthesiologists and Intensivists/ F. Alemanno // Neurotransmitters. – 2019. – P. 250.

5. Рядова, Л.А. Полиморфизм генов серотонинового обмена при невротических психических расстройствах у русских Западно-сибирского региона / Л.А. Рядова // Вестник томского государственного университета. – 2009. – № 319. – С. 198–202.

6. Загребаева, О.Ю. Роль серотонинергической системы в развитии ожирения / О.Ю. Загребаева // Медицинские новости. – 2016. – № 4. – С. 15–17.

7. Azmitia, E.C. Serotonin neurons, neuroplasticity, and homeostasis of neural tissue / E.C. Azmitia // Neuropsychopharmacology – 1999. – Vol. 21. – P. 33–45.

8. Lesch, K.P. Serotonergic gene expression and depression: implications for developing novel antidepressants / K.P. Lesch // Journal of affective disorders. – 2001. – Vol.62. – P. 57–76.

9. Mann, J.J. The neurobiology and genetics of suicide and attempted suicide: a focus on the serotonergic system / J.J. Mann, D.A. Brent, V. Arango // Neuropsyhopharmacology. – 2001. – Vol.24. – P. 467–477.

10. Gershon, M.D. Review article: roles played by 5-hydroxytryptamine in the physiology of the bowel / M.D. Gershon // Alimentary pharmacology and therapeutics. – 1999. – Vol. 13, Supl. 2. – P. 15–30.

11. Кириллова, В.В. Адренергическая и серотониновая регуляция сократимости миокарда пациентов с различными морфофункциональными изменениями сердца при хронической сердечной недостаточности / В.В. Кириллова, Р.К. Джорджикия, Р.Р. Нигматуллина // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2007. – Т. 144, № 10. – С. 380–383.

12. Yusuf, S. / 5-hydroxytryptamine and atrial fibrillation: how significant is this piece in the puzzle? / S. Yusuf, N. Al-Saady, J.Camm // Journal cardiovascular electrophysiology. – 2003. – Vol. 14. – P. 209–214.

13. Recent advances in understanding serotonin regulation of cardiovascular function / F. Cote [et al.] // Trends in molecular medicine. – 2004. – Vol. 10. – P. 232–238.

14. Frishman, W.H. Serotonin and the heart / W.H. Frishman, P. Grewall // Annals of medicine. – 2000. – Vol. 32 (3). – P. 195–209.

15. Nebigil, C.G. Functional consequence of serotonin 5-HT2B receptor signaling in heart: role of mitochondria in transition between hypertrophy and heart failure? / C.G. Nebigil, D. Pharm, L. Maroteaux // Circulation. – 2003. – Vol. 108. – P. 902–908.

16. Structural analysis of dopamine- and amphetamine-induced depolarization currents in the human dopamine transporter / Q.Y. Tang [et al.] // ACS chemical neuroscience. – 2015. – Vol. 15, № 6 (4). – P. 551–558.

17. Барский, В.И. Анализ связи полиморфизма генов дофаминовой и серотониновой систем с личностными характеристиками подростков в психогигиенических исследованиях: дис. … канд. мед. наук: 14.02.01 / В.И. Барский. – М., 2011. – 144 с.

18. Вышковский, Л.Г. Энциклопедия лекарств: регистр лекарственных средств России: ежегодный сборник / Л.Г. Вышковский.– М.: ООО «РЛС-2004», 2004. – 1503 с.

19. Mechanism and time course of cocaine-induced long-term potentiation in the ventral tegmental area / E. Argilli [et al.] // The Journal of Neuroscience. – 2008. – Vol. 28, № 37. – P. 9092–9100.

20. Оценка уровня профессиональной адаптации спортсменов на основе полиморфных локусов генов нейромедиаторных систем и типов поведения по шкале avem / Н.В. Шепелевич [и др.] // Здоровье для всех. – 2017. – С. 10–15.

21. Барабанщикова, В.В. Профессиональные деформации в спорте высших достижений / В.В. Барабанщикова, О.А. Климова // Национальный психологический журнал. – 2015. – № 2 (18). – С. 3–11.

22. Шепелевич, Н.В. Определение нейротизма у спортсменов с различными комбинациями генов COMT и DAT1 / Н.В. Шепелевич, В.В. Маринич // Здоровье для всех. – 2018. – № 3. – С. 2–8.

23. Поликанова, И.С. Психофизиологические детерминанты развития утомления при когнитивной нагрузке: дис. … канд. психол. наук: 19.00.02 / И.С. Поликанова. – М., 2013. – 240 с.

24. Genetics of the serotoninergic system in suicidal behavior / V. Arango [et al.] // Journal of psychiatric research. – 2002. – Vol. 37, №5. – P. 375–386.

25. Genetics of suicidal behavior: candidate association genetic approach / G. Zalzman [et al.] // Israel journal of psychiatry and related sciences. – 2002. – Vol. 39, № 4. – P. 252–261.

26. Каркищенко, Н.Н. Релаксационная транскраниальная стимуляция головного мозга спортсменов: роль серотониновых механизмов / Н.Н. Каркищенко, В.Н. Каркищенко, Е.Б. Шустов, Д.Б. Чайванов // Биомедицина. – 2015. – № 2. – С. 4–14.

27. Тимофеева, М.А. Полиморфизмы генов серотонинергической системы – маркеры устойчивости спортсмена к физическим и психическим нагрузкам: дис. … канд. биол. наук: 14.00.51 / М.А. Тимофеева. – М., 2008. – 124 с.

06.11.2020

УДК 796.422.1

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДИАПАЗОНОВ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В СПОРТЕ (НА ПРИМЕРЕ ЛЕГКОЙ АТЛЕТИКИ)

Н. В. Кочерина, Н. В. Шведова,
Республиканский научно-практический центр спорта

Аннотация

В статье рассмотрены результаты исследований биохимических показателей крови у высококвалифицированных спортсменов-легкоатлетов. Показан расчет индивидуальных уровней биохимических показателей за полный тренировочный сезон по периодам подготовки. На основании анализа литературных источников и полученных практических результатов подчеркивается важность и актуальность данного исследования в области спорта. Применены основные принципы интерпретации результатов биохимического обследования у спортсменов.

POSSIBILITY OF USING INDIVIDUAL RANGES OF BIOCHEMICAL INDICATORS IN SPORTS ON THE EXAMPLE OF ATHLETICS

Abstract

The article reviews the results of research of biochemical blood indicators in highly qualified track and field athletes. Calculation of individual levels of biochemical indicators for the full training season, which is divided into preparation periods, is shown. Based on the analysis of literary sources and the practical results obtained, the importance and relevance of this research in the field of sport is emphasised. The basic principles of interpretation of biochemical examination results of athletes have been applied.

Введение

В лабораторной диагностике всё большее распространение получает подход, согласно которому наиболее значимыми и эффективными параметрами оценки общей и специальной подготовленности для каждого спортсмена следует считать стабильные сдвиги биохимических показателей, полученных под воздействием тренировок на протяжении многолетней циклической подготовки.

Физическая нагрузка является одним из определяющих факторов, который может влиять на результаты лабораторных тестов. Физическое напряжение приводит к объёмному сдвигу между сосудистым руслом и межклеточным пространством, потере жидкости с потом и, как следствие, к изменению концентрации многих аналитов. Физическая нагрузка большого объема и высокой интенсивности может вызвать чрезмерное повышение уровня некоторых ферментов (АЛТ, АСТ, креатинкиназы), изменение концентрации различных субстратов крови (глюкоза, мочевина и др.).

Такой подход ориентирует специалиста на более осторожное отношение к использованию общепринятых в клинической практике физиологических величин нормы, указывая на необходимость их интерпретации с учетом воздействия физических нагрузок на организм спортсмена, а также тех факторов, которые могут влиять на результаты лабораторных исследований (например, особенности построения тренировочного режима, длительные переезды для участия в соревнованиях, рацион питания) [1, 2].

Поэтому существует целый ряд причин, по которым результаты анализа могут выйти за пределы установленного диапазона физиологических значений, даже если человек абсолютно здоров.

Однако следует помнить, что результаты, входящие в индивидуальный диапазон, не всегда являются нормой. И, напротив, результаты, выходящие за пределы общепринятых в клинической практике физиологических значений, не всегда патология, а лишь существенный прогностический признак, способный сигнализировать о возможности развития патологического процесса либо о неблагоприятном воздействии тренировочных нагрузок на организм спортсмена.

В статье приводятся возможности использования индивидуальных диапазонов биохимических показателей в оценке состояния организма спортсмена в течение каждого периода тренировочного цикла на примере легкой атлетики.

Цель исследования – оценка функционального состояния и физической работоспособности легкоатлетов на основании установленных индивидуальных диапазонов биохимических показателей крови.

Методы и организация исследования

В ходе исследования изучалась индивидуальная динамика биохимических показателей крови у спортсменов-легкоатлетов в течение всего тренировочного цикла. Обследования выполнялись во время учебно-тренировочных сборов национальной команды по легкой атлетике.

Под наблюдением находились 4 спортсмена национальной команды и ближайшего резерва по легкой атлетике (2 женщины, 2 мужчины). Спортсменки специализируются в беге на длинные дистанции (от 5000 м до марафона) и имеют квалификацию МСМК, спортсмены – в беге на средние дистанции (800, 1500 м), квалификация – МС. Забор крови для проведения биохимического анализа проводился во время различных периодов годичного цикла подготовки в течение учебно-тренировочных сборов с 2016 по 2020 год.

Определение биохимических показателей осуществлялось кинетическим методом с использованием стандартных наборов реактивов ООО «АнализМедПром» (Республика Беларусь) и полуавтоматического биохимического анализатора «SOLAR» (Республика Беларусь). В сыворотке капиллярной крови определяли концентрацию

мочевины, активность ферментов креатинфосфокиназы (КФК), аспартат- и аланинаминотрансфераз (АСТ и АЛТ).

Для расчета индивидуальных норм биохимических показателей использовали возможности программного пакета MC Excel.

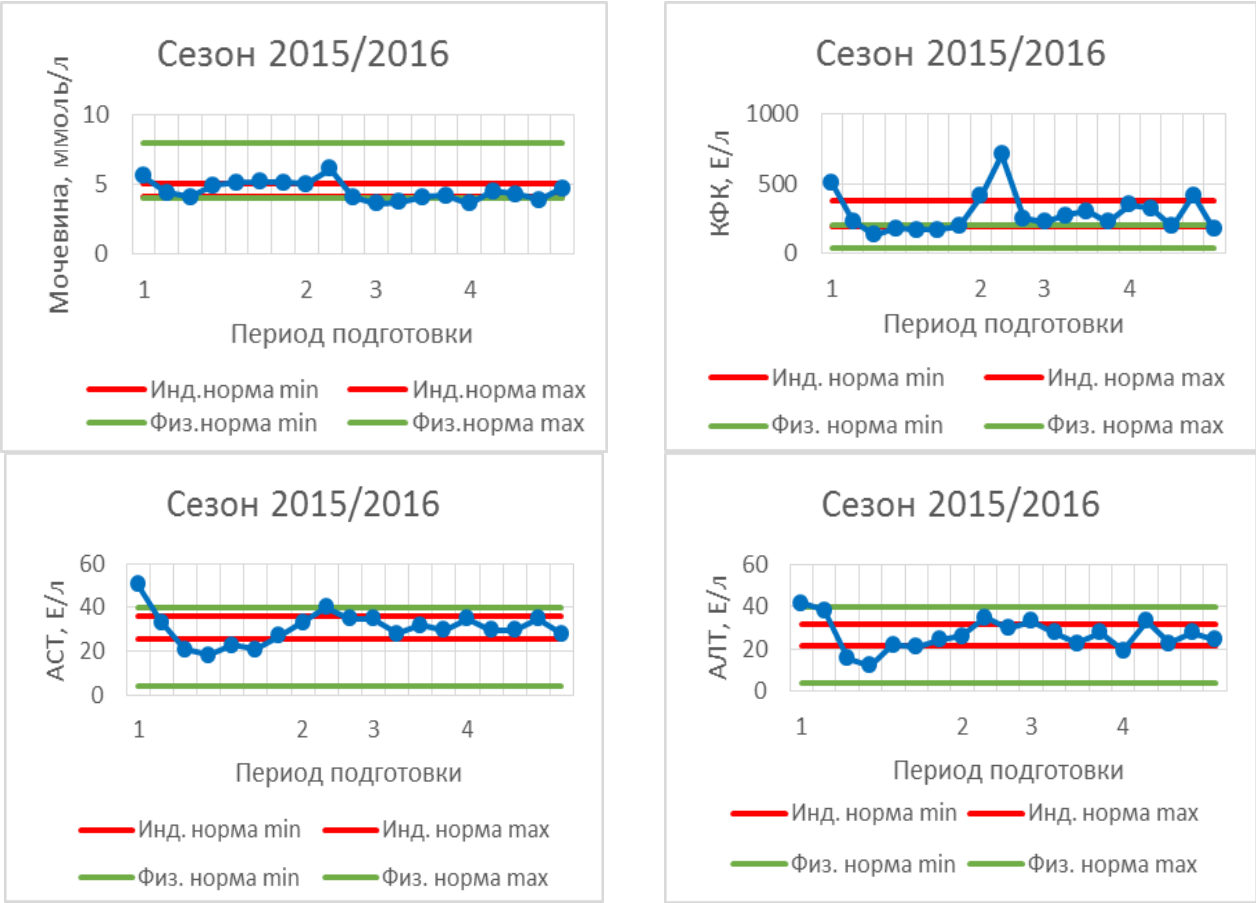
Результаты исследований и их обсуждение

Биохимические сдвиги, характеризующие повышение напряжения в клетках миокарда и мышечной ткани спортсменов, механизмы долговременной адаптации сердечно-сосудистой системы к нагрузкам различной направленности связаны, в первую очередь, с переорганизацией метаболических процессов, что согласуется с принципом преимущественного структурного обеспечения систем, доминирующих в процессе адаптации [2–4].

Если не принять меры по нормализации состояния спортсмена, восстановление может иметь затяжной характер. Подобное повышение биохимических показателей крови, сохраняющееся длительное время, свидетельствует о неадекватности применяемых нагрузок функциональным возможностям спортсмена и неготовности его к выполнению повышенного объёма тренировочных нагрузок. После снижения объема или интенсивности тренировочных нагрузок на завершение восстановительных процессов требуется около суток.

При рассмотрении данных биохимических анализов крови отдельных спортсменов в динамике видно, что диапазоны колебаний и индивидуальные нормы исследуемых параметров для спортсменов могут значительно превышать пределы общепринятых физиологических норм и изменяться в различные периоды тренировочного цикла (рисунки 1–4).

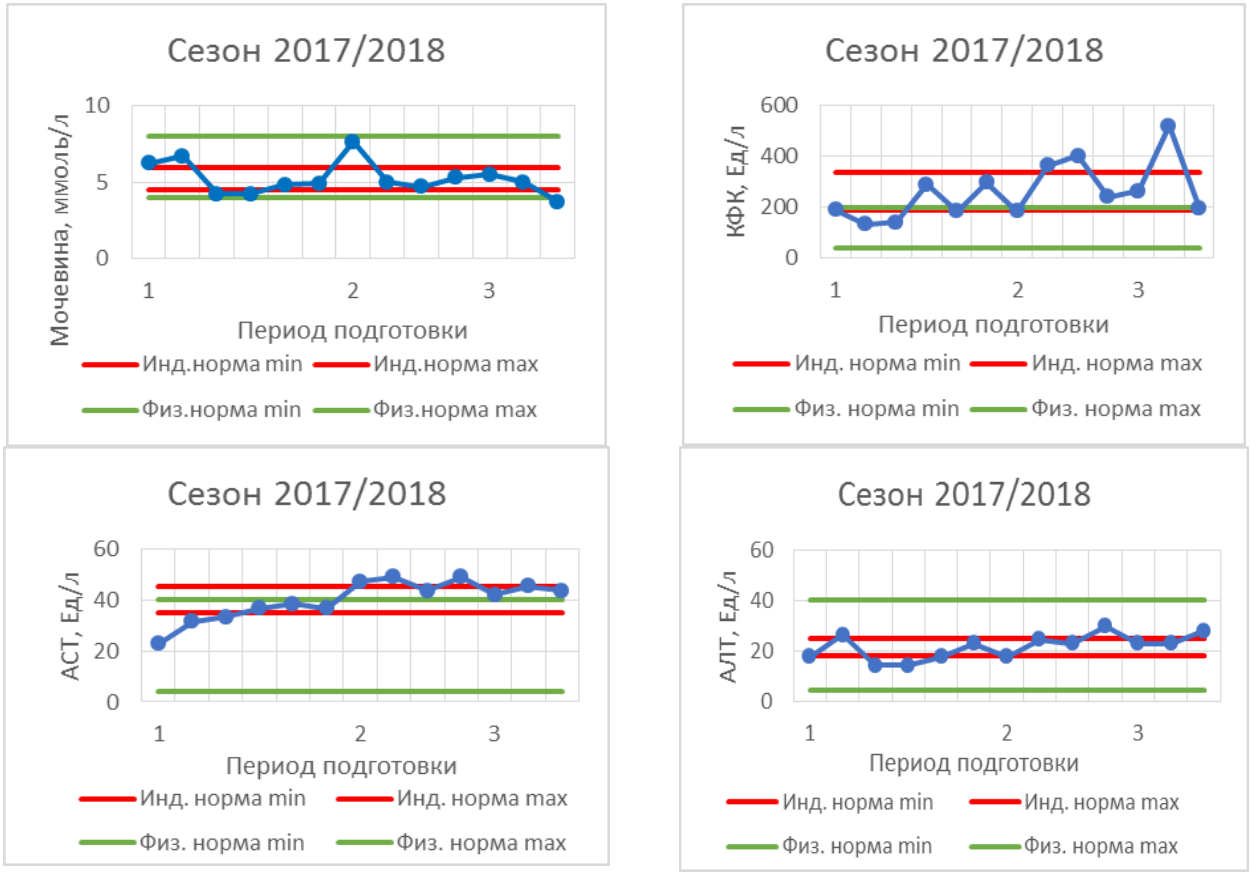
Согласно плану тренировок и общим принципам составления годичного цикла нагрузка возрастала от общеподготовительного этапа подготовки к специальному и снижалась к предсоревновательному. При рассмотрении графиков можно отметить общую для всех спортсменов тенденцию: значения измеряемых показателей увеличиваются в начале каждого периода подготовки. Это объяснимая реакция организма, сопровождающаяся каскадом физиологических процессов, направленных на развитие адаптации к меняющимся в этот момент тренировочным нагрузкам (происходит либо увеличение объема и интенсивности нагрузок, либо полное изменение тренировочной программы), в дальнейшем измеряемые показатели несколько снижались, что свидетельствовало о процессах адаптации организма спортсменов к тренировочной деятельности.



1 – общий этап подготовительного периода подготовки; 2 – специальный этап подготовительного периода подготовки; 3 – предсоревновательный период подготовки; 4 – соревновательный период подготовки.

Рисунок 1 – Показатели мочевины, КФК, АСТ и АЛТ в течение сезона 2015/2016 года у спортсмена № 1 (женщина, МСМК, длинные дистанции, участник ОИ)

Одним из основных показателей, отражающих скорость восстановления и соответствие выполненной нагрузки функциональному состоянию организма, является концентрация мочевины. У всех спортсменов индивидуальные диапазоны измерений данного показателя не выходили за пределы физиологической нормы и составили в среднем от 4,07 до 6,49 ммоль/л. Наибольшие значения мочевины отмечались в течение специально-подготовительного периода, во время предсоревновательного и соревновательного – несколько снижались, что наиболее заметно по графику спортсменов № 1 и № 2. Учитывая, что спортсмены специализируются в беге на длинные дистанции, это могло свидетельствовать о значительной нагрузке во время подготовительного периода и необходимости более длительного времени для восстановления после участия в соревнованиях.

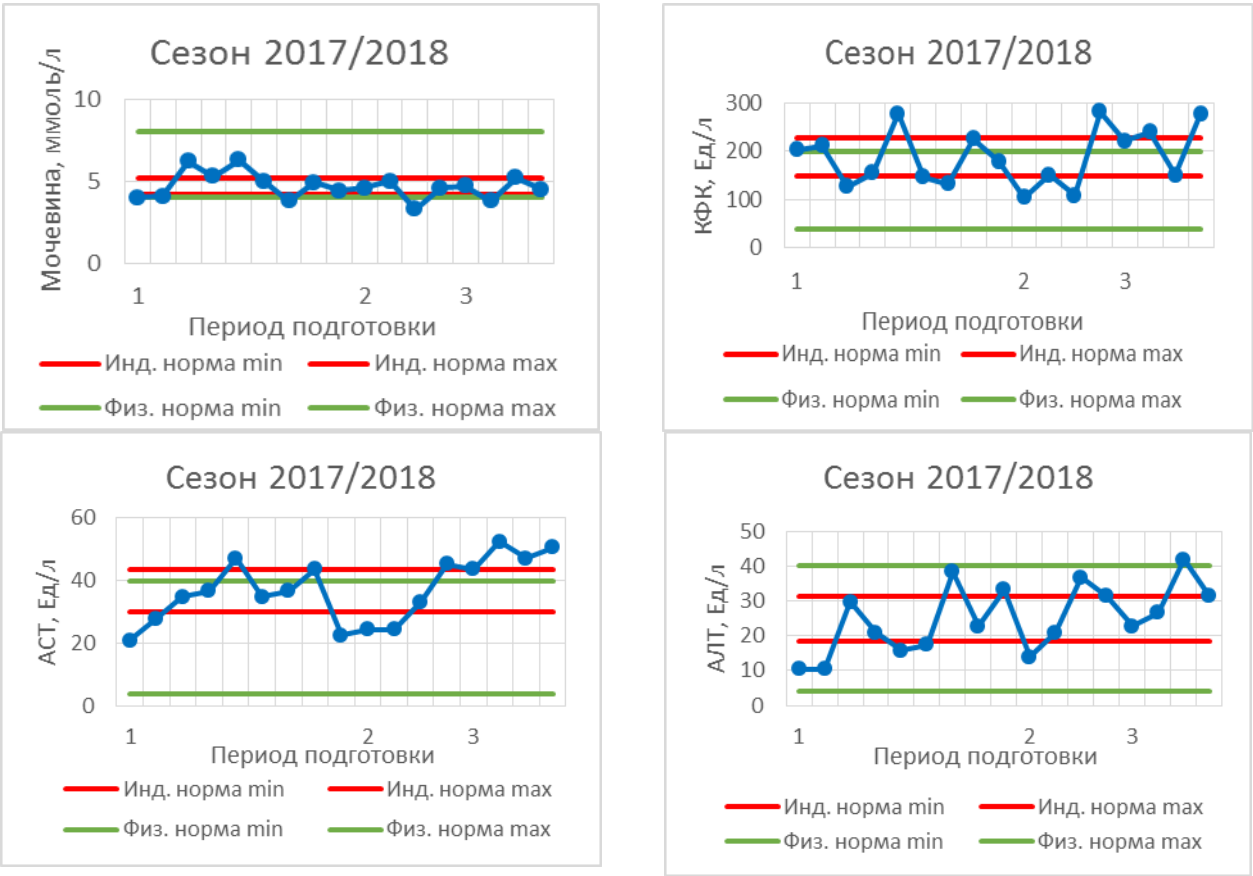


1 – общий этап подготовительного периода подготовки; 2 – специальный этап подготовительного периода подготовки; 3 – предсоревновательный период подготовки; 4 – соревновательный период подготовки.

Рисунок 2 – Показатели мочевины, КФК, АСТ и АЛТ в течение сезона 2017/2018 года у спортсмена № 2 (женщина, МСМК, длинные дистанции)

Наибольший диапазон различий индивидуальных норм наблюдается по изменениям активности КФК. При этом превышение физиологических норм – значительное, особенно у спортсмена № 4: максимальная индивидуальная норма составила 740,86 Е/л. Учитывая специализацию спортсмена – средние дистанции (1500 м), можно предположить, что такие изменения обусловлены выполнением большого объема тренировок силовой направленности или интенсивных беговых тренировок в течение общеподготовительного этапа.

Особенности изменения активности КФК во многом детерминированы генетически, но эффективность ее реализации в значительной мере зависит от уровня тренированности организма, с ростом которого увеличивается мощность окислительного ресинтеза АТФ в мышцах. Именно этим фактом может объясняться то, что индивидуальные нормы активности КФК для спортсменов, специализирующихся в беге на длинные дистанции, несколько ниже, чем для спортсменов-средневиков.



1 – общий этап подготовительного периода подготовки; 2 – специальный этап подготовительного периода подготовки; 3 – предсоревновательный период подготовки; 4 – соревновательный период подготовки.

Рисунок 3 – Показатели мочевины, КФК, АСТ и АЛТ в течение сезона 2017/2018 года у спортсмена № 3 (мужчина, МС, средние дистанции)

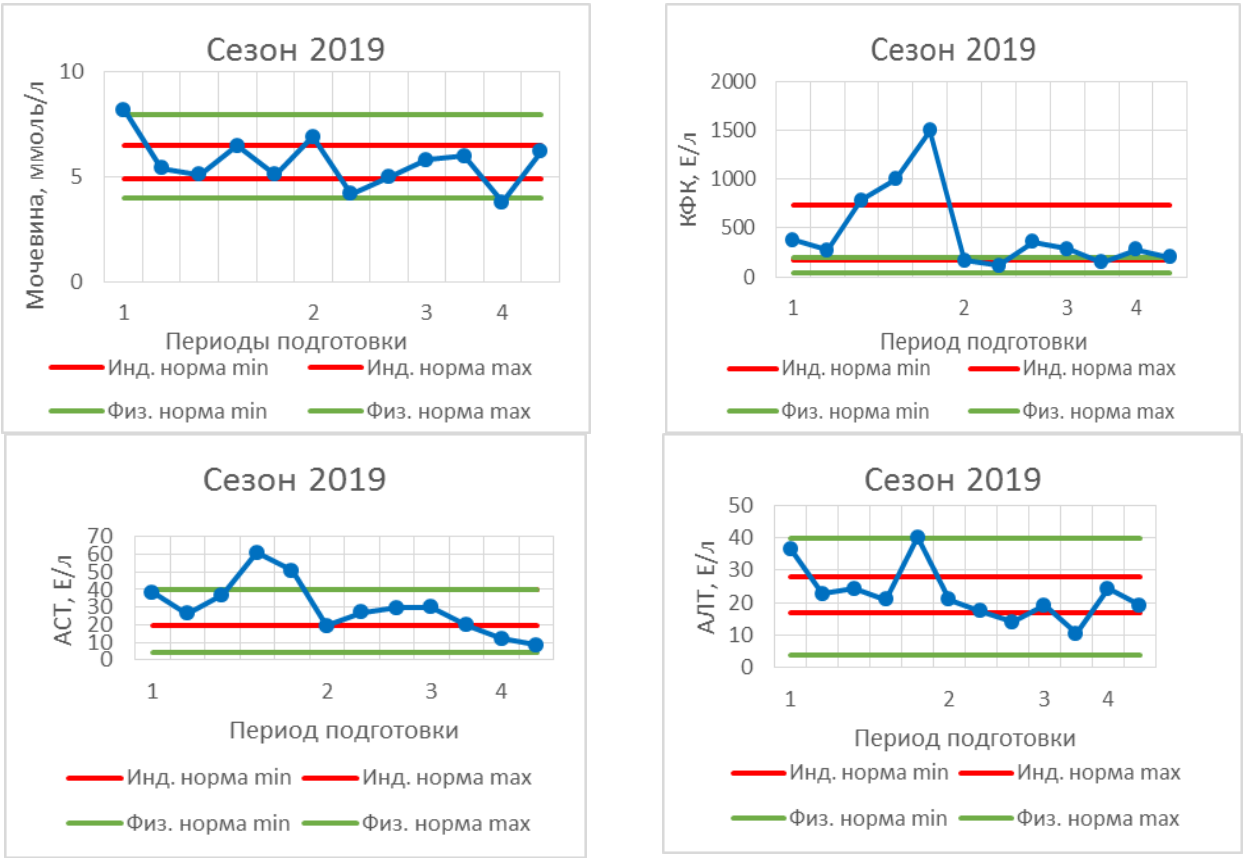
При рассмотрении графиков, отражающих активность ферментов КФК, АСТ и АЛТ в разные периоды подготовки, обращает на себя внимание в первую очередь взаимосвязанное повышение активности исследуемых ферментов, выходящее за пределы физиологической нормы. У спортсменов № 1 и № 4 особенно видна такая тенденция в течение общеподготовительного периода, а у спортсменов № 2 и № 3 – во время соревновательного и предсоревновательного.

Гиперферментемии возникают в результате биохимических изменений, вызванных в клетках интенсивной или очень длительной работой мышц, следствием чего является изменение проницаемости клеточных мембран. Для гиперферментемий, вызванных физическими нагрузками, характерна кратковременность, быстрое возвращение к норме во время отдыха. Затяжные гиперферментемии свидетельствуют о чрезмерности величины тренировочных воздействий.

Учитывая, что высокая активность КФК в крови обусловлена выходом этого фермента из миоцитов вследствие их повреждения либо нарушения проницаемости клеточных стенок, это может быть

неблагоприятным фактором, снижающим работоспособность, а также лимитирующим успешность выступлений на соревнованиях [4].

Однако использование КФК в качестве маркера состояния переутомления имеет некоторые трудности в связи с высокой индивидуальной вариативностью этого показателя [1, 5–7]. Поэтому авторы ряда исследований предлагают в качестве ориентиров нормальных значений КФК использовать интервал 100–250 Ед/л и обязательно учитывать индивидуальную вариацию значений этого фермента [6].



1 – общий этап подготовительного периода подготовки; 2 – специальный этап подготовительного периода подготовки; 3 – предсоревновательный период подготовки; 4 – соревновательный период подготовки.

Рисунок 4 – Показатели мочевины, КФК, АСТ и АЛТ в течение сезона 2017/2018 года у спортсмена № 4 (мужчина, МС, средние дистанции)

Необходим комплексный анализ активности ферментов в крови, так как повышенная активность КФК совместно с АСТ и АЛТ может указывать не только на повреждение клеток поперечно-полосатой мускулатуры, но и на повреждения кардиомиоцитов и гепатоцитов, так как именно в этих клетках содержится большая концентрация ферментов АСТ и АЛТ соответственно. Такое повышение, наблюдаемое у спортсменов № 2 и № 3 во время предсоревновательного и соревновательного периодов подготовки, могло свидетельствовать

о недостаточной подготовленности организма спортсменов к выполнению нагрузок, предлагаемых в течение этих периодов, а также о необходимости более длительного времени для восстановления. Если для спортсмена № 2 такое повышение можно объяснить особенностями специализации (длинные дистанции), так как после длительных соревновательных нагрузок активность АСТ может возрастать в 10 раз и более, то для специализации спортсмена № 3 (средние дистанции) данное повышение несвойственно [1, 8].

Повышение активности ферментов в течение обще- и специально-подготовительного периодов, наблюдаемое у спортсменов № 1 и № 4, могло быть обусловлено тем, что аминотрансферазы играют центральную роль в белковом обмене, а именно они катализируют реакции трансаминирования аминокислот. Учитывая большой объем и интенсивность нагрузок в эти периоды, можно предположить, что повышенная активность АСТ и АЛТ у спортсменов обусловлена высокой интенсивностью белкового обмена, поскольку нагрузки способствуют активации синтеза белка в работающих мышцах, в том числе сердечной.

Факт повышения активности только АЛТ может расцениваться двояко: в первую очередь, это признак поражения клеток печени, во вторую, это признак активации глюкозоаланинового шунта, а его активация служит для компенсации состояния гипогликемии. На графиках видно, что индивидуальные нормы активности АЛТ не превышают физиологических у всех спортсменов. Однако на графиках спортсменов № 2 и № 3 видна тенденция к некоторому повышению активности фермента АЛТ в течение предсоревновательного и соревновательного периодов. Такие изменения могут быть обусловлены не только повреждением гепатоцитов, но и развитием гипогликемии, обусловленной длительными физическими нагрузками или несбалансированностью рациона питания [3].

Заключение

Исследование биохимических показателей позволяет оценить переносимость тренировочных нагрузок, своевременно выявлять чрезмерность тренировочных воздействий на определенные системы организма и вносить предложения по коррекции индивидуальных тренировочных программ. Кроме того, современные методы лабораторных исследований характеризуются высокой чувствительностью и специфичностью, а потому их результаты, отражая состояние здоровья спортсмена, могут служить основанием для принятия тренером решений по построению и коррекции тренировочного процесса.

Приведённые примеры свидетельствуют о том, что для адекватной оценки результатов лабораторных тестов, а также последующего принятия решений в отношении спортсмена необходим комплексный подход, учитывающий всё многообразие факторов, которые могут влиять на полученные данные.

В целом можно сделать вывод, что чрезмерно повышенные биохимические показатели свидетельствовали о возникновении переутомления вследствие формирования состояния стресса, вызванного чрезмерными тренировочными нагрузками. Как правило, это сопровождается истощением адаптационного резерва организма, что в дальнейшем приводит к длительному снижению работоспособности и ухудшению результатов соревновательной деятельности. Поэтому, планируя годичный цикл подготовки спортсмена, необходимо руководствоваться не только общими педагогическими принципами построения тренировочного процесса и уровнем мастерства спортсмена, но и учитывать индивидуальные особенности и резервные возможности организма спортсмена, а для этого необходим динамический биохимический мониторинг на каждом этапе подготовки с разработкой индивидуальных норм показателей крови, обуславливающих общую и специальную работоспособность, развитие адаптационных возможностей организма.

Список использованных источников

1. Афанасьева, И.А. Синдром перетренированности у спортсменов: эндогенная интоксикация и факторы врожденного иммунитета / И.А. Афанасьева, В.А. Таймазов // Ученые записки ун-та им. П.Ф. Лесгафта. – 2011. – № 12 (82). – С. 24–30.

2. Оценка функционального состояния и процессов адаптации организма высококвалифицированных спортсменов под влиянием тренировочных нагрузок на основе динамики показателей морфологического состава крови: пакт. пособие / А.И. Нехвядович [и др.]. – Минск, 2020. – 64 с.

3. Северин, Е.С. Биохимия / под ред. Е.С. Северина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 768 с.

4. Variable distributions of serum creatine kinase reference values/ Relationship to exercise activity / G.A. Nicholson [et al.] // J Neurol Sci. – 1985. – № 71. – P. 233–245.

5. Aspenes, S.T. Exercise-training intervention studies in competitive swimming / S.T. Aspenes, T. Karlsen // Sports Med. – 2012. – № 42. – P. 527–543.

6. Zhu, Y. Effect of different training time and loads on the metabolism of carbohydrate, fat and protein / Y. Zhu, J. Shi, Y. Shang. – 1997. – № 13 (3). – P. 202–204.

7. Hartmann, U. Training and overtraining markers in selected sport events / Тренировочные и перетренировочные маркеры в отдельных спортивных мероприятиях / U. Hartmann, J. Mester // Med Sci Sports Ex. – 2000. – № 32 (1). – P. 209–215.

8. Glutamine, exercise and immune function: links and possible mechanisms / N. P. Walsh [et al.] // Sports Medicine. – 1998. – № 26. – P. 177–191.

09.11.2020

УДК 612.821

ПРОГНОЗ УСПЕШНОСТИ ПЛОВЦОВ-ЮНИОРОВ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Е. В. Брынцева, аспирант,
Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта;
Е. А. Гаврилова, д-р мед. наук, профессор,
Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова;
Г. М. Загородный, канд. мед. наук, доцент,
Республиканский научно-практический центр спорта;
О. А. Чурганов, д-р пед. наук,
Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова;
М. Д. Белодедова, канд. пед. наук,
Российский педагогический университет им. А.И. Герцена

Аннотация

Проведена оценка вариабельности ритма сердца у 95 юниоров-пловцов 8–15 лет. С возрастом у юных спортсменов отмечается рост вариабельности ритма сердца. Наиболее значимые различия отмечались у спортсменов в возрасте 11 и 12 лет. Впервые предпринят поиск статистически значимых корреляционных связей показателей ритмограммы со временем прохождения дистанции и очками FINA. Достоверные корреляции были выявлены для быстрых волн волнового спектра независимо от пола и индекса централизации для мальчиков, что можно использовать для процедуры отбора на начальном этапе спортивной подготовки наиболее перспективных спортсменов в плавании.

PROGNOSIS OF THE SUCCESS OF JUNIOR SWIMMERS BASED ON AN ASSESSMENT OF HEART RATE VARIABILITY

Abstract

The heart rate variability of 95 junior swimmers aged 8–15 was assessed. As young athletes grow older, the variability of heart rhythm increases. The most significant differences were observed in athletes at the age of 11 and 12. For the first time, a search has been made for statistically significant correlations between the rhythm strip indicators with the course time and FINA points. Reliable correlations have been identified for fast waves

of the wave spectrum regardless of gender and the centralisation index for boys, which can be used to select the most promising athletes in swimming at the initial stage of sports training.

Введение

Сегодня доказано, что плавание приводит к изменению активности вегетативной нервной системы. Однако точная взаимосвязь между этой активностью и спортивными показателями остается спорной [1–4]. Одной из наиболее эффективных методик оценки вегетативной нервной системы является оценка вариабельности сердечного ритма (ВСР) [5–7].

Оценка вариабельности сердечного ритма – хорошо зарекомендовавший себя метод исследования в спортивной медицине. ВСР – основной способ получить достоверную информацию о функциональном состоянии спортсмена благодаря неинвазивности метода, небольшой временной затрате при исследовании, возможности доклинического выявления заболеваний и явлений перетренированности [1, 8, 9].

Однако на сегодняшний день выделение наиболее чувствительных показателей вариабельности сердечного ритма на этапах спортивной подготовки у пловцов и их связи с возрастом и соревновательной успешностью являются слабо изученными.

Цель исследования: выявить особенности вариабельности сердечного ритма у юниоров-пловцов в различные возрастные периоды и связь показателей ритмокардиографии с соревновательной успешностью в плавании.

Методы и организация исследования

Обследовано 95 спортсменов ДЮСШ одного из районов г. Санкт-Петербурга, занимающихся плаванием в возрасте 8–15 лет, спортивный разряд которых варьировал от третьего юношеского (III юнош.) до кандидата в мастера спорта (КМС) (рисунок 1).

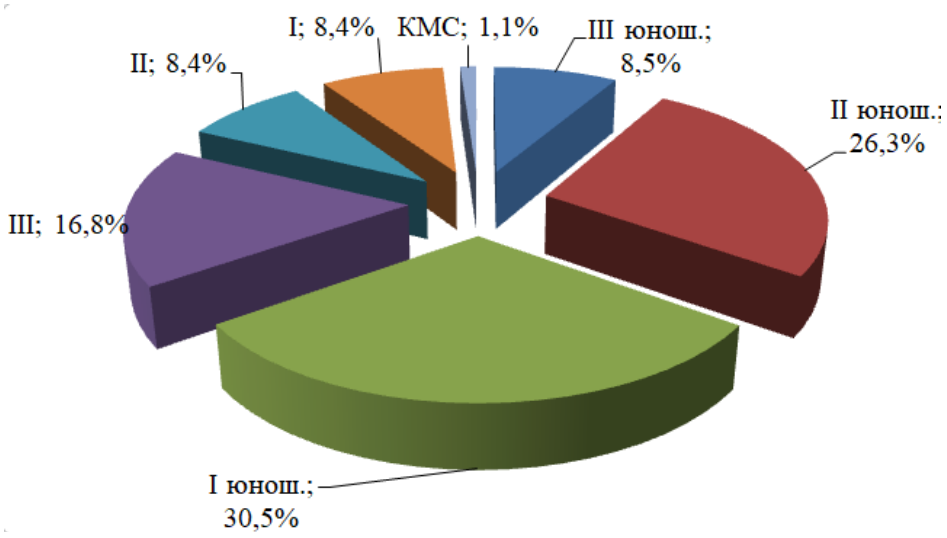


Рисунок 1 – Характеристика обследованных спортсменов по разрядам

По возрастным категориям 95 спортсменов были разделены на 6 групп. Все атлеты, участвующие в эксперименте, на момент проведения исследования по данным углубленного медицинского обследования были практически здоровыми и без признаков перетренированности. Родители спортсменов дали свое согласие на участие детей в исследовании.

Анализ вариабельности сердечного ритма производился с помощью прибора «Кардиометр-МТ» фирмы «Микард-Лана». Запись ритмокардиограммы (РКГ) проводилась в течение 5 минут в состоянии покоя, до тренировки в подготовительном периоде тренировочного цикла в помещении с температурой 20–22°. Артефакты из записи исключались. В исследование не включались лица с нарушениями ритма сердца, такими, как нижнепредсердный ритм, экстрасистолия и др. во избежание искажения РКГ.

Статистическая обработка результатов эксперимента проводилась с помощью пакета анализа Excel-2017 и программы STATISTICA-6.0. Значимость результатов оценивалась при $p<0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение

В таблице 1 представлены данные статистического анализа РКГ спортсменов.

Таблица 1 – Средние значения статистических показателей вариабельности ритма сердца в различных возрастных группах спортсменов

Возраст, лет, (число спортсменов)	Amo (X±m) (%)	SDNN (X±m) (мс)	CV(X±m) (%)	RMSSD (X±m) (мс)	pNN50 (X±m) (%)
8–9, (n= 45)	37,98±1,84	55,71±2,8	6,6±0,8	36,05±2,02	20,01±2,3
10, (n= 7)	43,8±4,7	46,2±5,46	7,1±0,6	39,8±11,2	19,2±4,7
11, (n= 14)	43,5±2,4	45,7±3,2	7,1±0,8	33,8±4,2	12,8±3,7
12, (n= 12)	34,0±1,4	60,1±2,8	8,8±0,3	43,2±3,15	18,2±2,5
13, (n= 8)	30,4±3,04	66,6±5,3	9,1±0,6	41,5±5,4	20,7±4,7
14–15, (n= 9)	30,9±3,1	67,3±4,44	9,4±0,6	46,4±5,6	25,0±5,4

Как видно из таблицы 1, с возрастом у пловцов уменьшались показатели Амо, увеличивались SDNN, CV, RMSSD и волнообразно изменялся pNN50. Наиболее значимые различия в статистических показателях выявлены между группами 11 и 12-летних пловцов. Достоверные различия были выявлены по Амо (43,8±4,66 % против 34±4,89 %), $p<0,01$; SDNN (45,7±6,3 мсс против 60,1±9,7 мс), $p<0,05$; CV (7,1±0,74 % против 8,8±1,04 %), $p<0,01$ соответственно.

В таблице 2 приведены статистически значимые различия показателей вариабельности ритма сердца между группами 8–9 и 14–15-летних пловцов. Значимые отличия выявлены по следующим показателям: RMSSD, SDNN, AMo, LF/HF, TP, VLF, HF, ИН, IC.

Таблица 2 – Показатели РКГ, по которым выявлены статистически значимые различия между группами спортсменов 8–9 лет и 14–15 лет

Показатель	8–9 лет (X±m), (n=45)	14–15 лет (X±m), (n=9)	p
RMSSD (мсек)	36,05±2,02	46,38±5,57	p<0,05
SDNN, мс	55,71±2,8	67,25±4,44	p<0,05
AMo, %	37,98±1,84	30,93±3,08	p<0,05
LF/HF (у.е.)	3,6±0,39	2,01±0,39	p<0,01
TP, мс^2	3226,65±333,5	4536,25±579,4	p<0,05
VLF, мс^2	1260,67±145,53	1767,88±299,72	p<0,05
HF, мс^2	529,26±60,04	1266,63±319,67	p<0,05
IC (у.е.)	6,89±0,7	4,61±1,66	p<0,05

Полученные данные свидетельствуют, помимо роста статистических показателей, отражающих рост вариабельности ритма сердца, о достоверном росте спектральных показателей РКГ с возрастом.

На рисунке 2 отражены изменения показателей Баевского в различные возрастные периоды у пловцов.

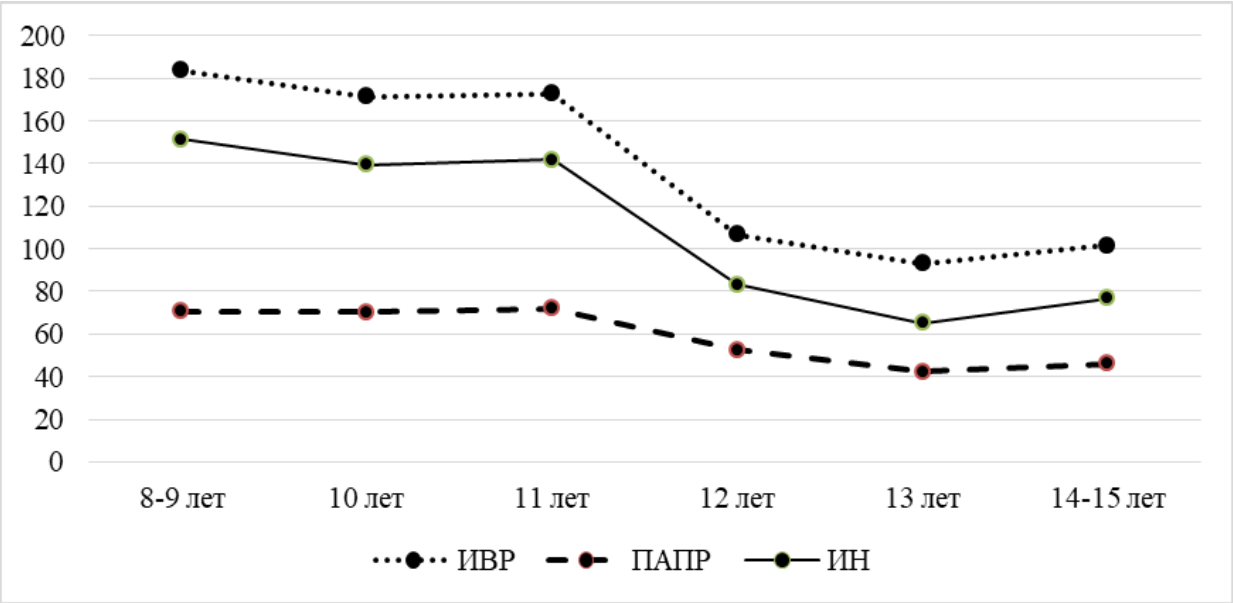


Рисунок 2 – Динамика показателей Баевского с возрастом юниоров, у.е.

Как свидетельствует рисунок 2, основные достоверные отличия интегральных показателей также касались группы 11 и 12-летних пловцов (p<0,01). Особенно выраженные изменения были в отношении ИН и ИВР. Снижение ИН с возрастом было более чем вдвое.

Как общий спектр (TP), так и составляющие спектра ритма сердца (HF, LF, VLF) также увеличивались с возрастом пловцов (рисунок 3).

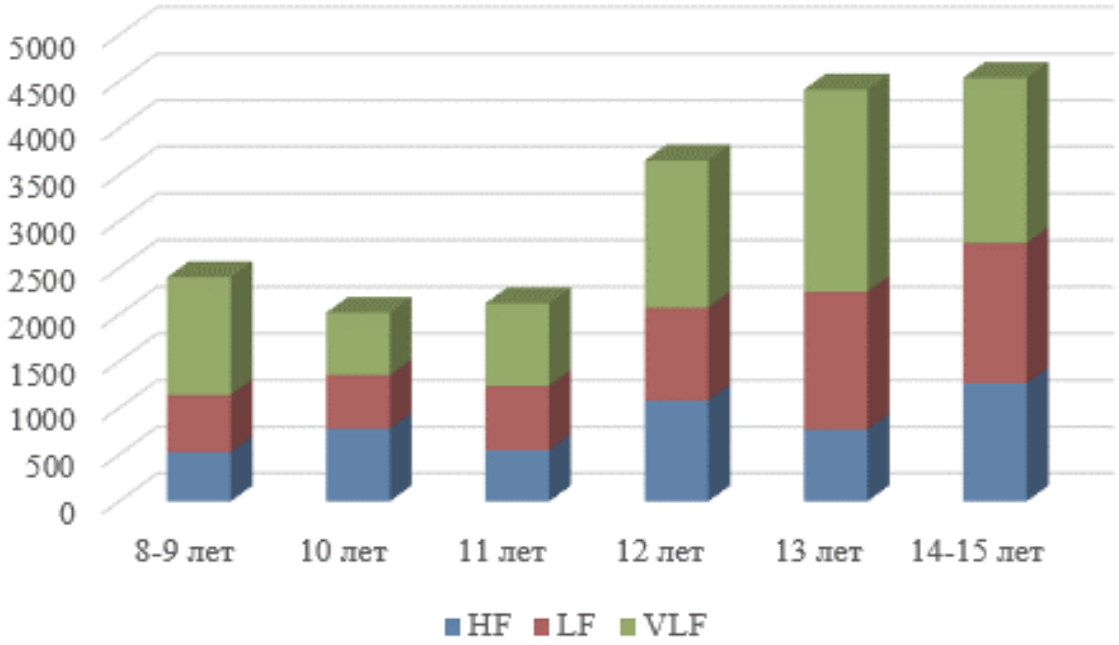


Рисунок 3 – Структура спектральных показателей ВСР
в возрастных категориях юниоров, мс^2

Как свидетельствует рисунок 3, рост спектральных показателей отмечается с 12-летнего возраста. Статистически значимые различия были выявлены между группами 11 и 12 лет по следующим показателям: LF (688,67±281,7 мс^2 против 993,92±259 мс^2, $p<0,05$); TP (2120,4±628,0 мс^2 против 3651,8± 1074,8 мс^2, $p<0,05$).

Таким образом в динамике шести лет у юных спортсменов происходит увеличение вариабельности ритма сердца и снижение его централизации, наиболее значимое в возрасте 11–12 лет. Этот факт доказывает, что возраст 11–12 лет имеет большое значение в становлении регуляторных механизмов у пловцов, на что надо обращать внимание при планировании тренировочного процесса.

Полученные нами данные согласуются с данными литературы. Как показано в исследовании А. Р. Галеева с соавторами [10], проанализировавшими более 5 тыс. РКГ школьников в возрасте 6–16 лет, имевших 1–2-ю группу здоровья, подобные изменения указанных показателей отмечаются также у детей, не занимающихся спортом. Авторы отмечали, что значения таких параметров как SDNN, RMSSD, TP, VLF, HF у детей увеличивались с возрастом волнообразно, изменяясь от года к году. При этом А. А. Жукова с соавторами в своей работе отмечают, что специфика плавания оказывает более значительное влияние на вегетативный статус ребенка, чем поло-возрастные особенности [11]. Преобладание автономной регуляции на ритм сердца у пловцов отмечено в ряде исследований [1, 2, 4, 6, 12] и др.

Сегодня отбор с начального этапа спортивной подготовки включает оценку FINA- система очков, разработанная Международной федерацией плавания. Она предназначена для сравнения результатов спортсменов на профессиональных соревнованиях. В соответствии с целью исследования была проведена оценка связи показателей РКГ,

временем прохождения дистанции и очками FINA у пловцов начального этапа спортивной подготовки путем поиска статистически значимых корреляционных связей.

В представленной корреляционной матрице (таблица 3) проведена оценка связи показателей РКГ с временем прохождения дистанции и очками FINA без учета пола пловцов.

Таблица 3 – Корреляционная матрица для оценки взаимосвязи РКГ с временем прохождения дистанции и очками FINA без учета пола начального этапа спортивной подготовки

Показатель	Корреляционная матрица. * p < 0,05 N=82 (количество валидных результатов)										
	50 м								100 м		Сумма Ф
	дел	дел Ф	н/сп	н/сп Ф	брасс	брасс Ф	в/ст	в/ст Ф	к	к Ф	
RMSSD	-0,20	0,21	-0,19	0,11	-0,04	0,01	-0,12	0,11	-0,14	0,11	0,12
LF/HF	0,07	-0,16	0,11	-0,21	-0,04	-0,07	0,10	-0,20	0,06	-0,15	-0,18
Mo	-0,19	0,20	-0,19	0,14	-0,06	0,03	-0,13	0,14	-0,15	0,13	0,14
TP	-0,11	0,07	-0,12	0,02	-0,09	0,00	-0,07	0,02	-0,10	0,05	0,04
VLF	-0,05	0,07	-0,07	0,09	-0,09	0,09	-0,04	0,09	-0,08	0,14	0,10
IC	0,05	-0,10	0,21	-0,20	-0,10	0,05	0,07	-0,11	0,05	-0,08	-0,10
pNN50	-0,17	0,20	-0,19	0,14	-0,04	0,04	-0,12	0,13	-0,13	0,13	0,14
HF	-0,21	**0,23***	-0,21	0,19	-0,03	0,05	-0,14	0,17	-0,14	0,14	0,17
SI	0,17	-0,15	0,16	-0,03	0,07	0,00	0,13	-0,07	0,14	-0,07	-0,07
SDNN	-0,17	0,13	-0,18	0,06	-0,12	0,02	-0,12	0,07	-0,16	0,09	0,08
Amo	0,16	-0,14	0,18	-0,06	0,11	-0,03	0,14	-0,09	0,15	-0,09	-0,09
LF	-0,08	-0,01	-0,09	-0,10	-0,08	-0,07	-0,04	-0,08	-0,07	-0,06	-0,07
Примечание: Ф – очки FINA, набранные пловцом, дел – стиль плавания «дельфин», н/сп – стиль плавания «на спине», в/ст – стиль плавания «вольный стиль», к – плавание комплексом.											

Как следует из таблицы, выявлена слабая корреляционная связь показателя автономного контура регуляции (HF – спектр высоких частот сердечного ритма) с очками FINA на дистанции 50 м (дельфин). Полученные данные согласуются с ранее полученными нами данными успешно выступивших слепых пловцов на чемпионате мира [13], а также юниоров [14]. Более выраженный автономный контур регуляции ритма сердца отражает высокую степень адаптированности к тренировочным и соревновательным нагрузкам и является предиктором соревновательной успешности.

При корреляционном анализе среди мальчиков были найдены достоверные корреляции индекса централизации (IC) как со временем прохождения дистанции, так и с очками FINA (таблица 4).

Таблица 4 – Корреляционная матрица для оценки взаимосвязи показателей РКГ с временем прохождения дистанции и очками FINA у мальчиков начального этапа спортивной подготовки

Показатель	Корреляционная матрица. * p < 0,05 N=26 (количество валидных результатов)										
	50 м								100 м		Сумма Ф
	дел	дел Ф	н/сп	н/сп Ф	брасс	брасс Ф	в/ст	в/ст Ф	к	к Ф	
RMSSD	0,03	0,01	0,09	-0,12	0,11	-0,14	0,15	-0,17	0,16	-0,19	-0,13
LF/HF	-0,01	-0,03	0,00	-0,03	-0,14	0,17	0,01	-0,06	-0,04	0,02	0,00
Mo	-0,06	0,09	-0,10	0,12	0,04	-0,04	0,05	-0,01	0,04	-0,04	0,03
TP	0,11	-0,15	0,13	-0,17	0,04	-0,06	0,15	-0,22	0,16	-0,21	-0,18
VLF	0,19	-0,26	0,19	-0,20	0,18	-0,20	0,23	-0,29	0,28	-0,32	-0,28
IC	-0,36	**0,48***	**-0,42***	**0,49***	-0,10	0,07	-0,35	**0,49***	-0,30	0,37	**0,44***
pNN50	0,10	-0,08	0,09	-0,11	0,09	-0,12	0,15	-0,17	0,17	-0,20	-0,15
HF	-0,05	0,05	-0,04	0,01	0,02	-0,06	0,00	-0,02	0,04	-0,07	-0,01
SI	-0,13	0,13	-0,21	0,23	-0,17	0,19	-0,24	0,30	-0,27	0,32	0,26
SDNN	0,04	-0,05	0,08	-0,11	0,04	-0,07	0,10	-0,14	0,13	-0,18	-0,12
Amo	-0,15	0,17	-0,15	0,18	-0,12	0,15	-0,20	0,26	-0,24	0,28	0,23
LF	0,08	-0,11	0,11	-0,16	-0,04	0,03	0,11	-0,18	0,09	-0,13	-0,13

Примечание: Ф – очки FINA, набранные пловцом, дел – стиль плавания «дельфин», н/сп – стиль плавания «на спине», в/ст – стиль плавания «вольный стиль», к – плавание комплексом.

Индекс централизации вычисляется путем деления показателей парасимпатических волн (HF) и симпатических волн (LF) на значения гуморальных волн (VLF) (1):

$$IC=(VLF+LF)/\ HF, \qquad (1)$$

где IC – индекс централизации;

VLF – значения гуморальных волн;

LF – показатель симпатических волн;

HF – показатель парасимпатических волн.

У высококвалифицированных спортсменов этот показатель обычно находится в пределах 2–3 у.е. с тенденцией уменьшения в видах спорта на выносливость.

В корреляционной матрице (таблица 3) отмечается отрицательная корреляционная связь между IC и временем прохождения дистанции 50 м различными стилями, а также положительная корреляция как с очками FINA на этих дистанциях, так и с суммой очков, что позволяет проводить отбор пловцов с начального этапа спортивной подготовки.

Заключение

Полученные данные в исследовании показали, что с ростом стажа занятий плаванием и возрастом у здоровых юниоров отмечается рост

статистических и спектральных показателей вариабельности ритма сердца и уменьшение индексов Баевского, что отражает увеличение вариабельности ритма, рост автономного контура регуляции и снижение централизации управления ритмом сердца. Наиболее значимые отличия отмечались в возрасте 11–12 лет. Этот период соответствует не только началу полового созревания спортсменов, но и достижению ими определенного спортивного стажа и мастерства (5 лет занятий спортом, наличие к этому времени у всех исследуемых спортсменов III взрослого и более высоких разрядов). Указанный возраст имеет большое значение в становлении регуляторных механизмов у пловцов, на что надо обращать внимание при планировании тренировочного процесса.

Используя выявленные в исследовании значимые показатели (абсолютное значение HF независимо от пола и IC для мальчиков), можно использовать для прогноза спортивного результата и процедуры отбора на начальном этапе спортивной подготовки наиболее перспективных спортсменов в плавании.

Список использованных источников

1. Бань, А.С. Корреляции показателей вариабельности ритма сердца у спортсменов / А.С. Бань, Г.М. Загородный // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2012. – № 6 (102). – С. 38–42.

2. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов / Н.И. Шлык. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 255 с.

3. A model for the training effects in swimming demonstrates a strong relationship between parasympathetic activity, performance and index of fatigue / S. Chalencon [et al.] // PLoS One. – 2012. – Vol. 7, № 12.

4. Effect of chronic training on heart rate variability, salivary IgA and salivary alpha-amylase in elite swimmers with a disability / R. Edmonds [et al.] // PLoS One. – 2015. – Vol. 6, № 10.

5. Баевский, Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: метод. рекомендации / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов, Л.В. Чирейкин // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 66–85.

6. Тузлукова, М.Д. Показатели ритмокардиографии и соревновательная успешность пловцов-паралимпийцев – инвалидов по зрению / М.Д. Тузлукова // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2017. – Т. 1, № 139. – С. 4–6.

7. Гаврилова, Е.А. Спорт, стресс, вариабельность / Е.А. Гаврилова. – М.: Спорт, 2015. – 168 с.

8. Influence of Competitive-Anxiety on HeartRateVariability in Swimmers / L.S. Fortes [et al.] // J Sports Sci Med. – 2017. – Vol. 16, №4. – P. 498–504.

9. Daily Resting HeartRateVariability in Adolescent Swimmers during 11 Weeks of Training / S. Kamandulis [et al.] // Int J Environ Res Public Health. – 2020. – Vol. 17, № 6. – P. 2097.

10. Галеев, А.Р. Вариабельность сердечного ритма у здоровых детей в возрасте 6–16 лет / А.Р. Галеев, Л.Н. Игишева, Э.М. Казин // Вестник Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина. Серия Медицина. – 2002. – № 3 (545). – С. 35–40.

11. Жукова, А.А. Сравнительная оценка вегетативной регуляции сердечного ритма у пловцов и гимнастов / А.А. Жукова, Л.А. Будько, П.А. Севостьянов // Проблемы здоровья и экологии. – 2014. – Т. 40, № 2. – С. 100–104.

12. Gavrilova, E.A. Heart rate variability and sports / E.A. Gavrilova // Human Physiology. – 2016. – Vol. 42, № 5. – P. 571–578.

13. Диагностика адаптации пловцов на начальном этапе специализированной подготовки / В.А. Лиходеева [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 2011. – № 6. – С. 50–52.

14. Брынцева, Е.В. Определение индекса централизации как донозологический показатель нарушения работы вегетативной системы юных спортсменов / Е.В. Брынцева, К.П. Зимова // Профилактическая медицина-2017: сб. науч. тр. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Санкт-Петербург, 6–7 дек. 2017 г. – С. 117–121.

13.11.2020

УДК 796.1: 612

ВЗАИМОСВЯЗЬ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ЛЕГКОАТЛЕТОВ С ГЕНЕТИЧЕСКИМ ПОЛИМОРФИЗМОМ ОТДЕЛЬНЫХ ГЕНОВ

И. Л. Гилеп, канд. хим. наук, доцент,
Н. В. Шведова,
Республиканский научно-практический центр спорта;
И. В. Гайдукевич, канд. хим. наук,
Институт биоорганической химии НАН Беларуси;
И. М. Калинина,
Учреждение «СДЮШОР «Буревестник»;
Е. В. Планида, канд. биол. наук, доцент,
Белорусский государственный университет физической культуры

Аннотация

Важным в современном спорте остается выбор правильной спортивной специализации с учетом наследственных особенностей юных спортсменов. В данной работе проведена комплексная оценка взаимосвязи аллельных вариантов ACE, BDKRB2, NOS 3 генов с успешностью белорусских легкоатлетов высокого класса в зависимости от специализации, а также с показателями двигательных качеств юных спортсменов. На основе проведенного анализа к аллелям, предрасполагающим к развитию аэробных возможностей легкоатлетов, отнесли I ACE, -9 BDKRB2, G NOS3, b NOS3, pro PPARG. Аллели, связанные с развитием анаэробных способностей и скоростно-силовых качеств –

D ACE, R ACTN3, ala PPARG, b NOS3 и вариант GT NOS3. Однако, на этапе начальной подготовки изученные аллельные варианты не являются лимитирующими факторами развития двигательных качеств.

RELATIONSHIP BETWEEN TRACK ATHLETES' SPECIALIZATION AND THE GENETIC POLYMORPHISM OF INDIVIDUAL GENES

Abstract

It is essential in modern sports to choose the right sporting specialisation, taking into account the inherited characteristics of young athletes. This work provides a complex analysis of the relationship between allele variants of ACE, BDKRB2, NOS 3 genes and the success of Belarusian high-class athletes, depending on their specialisation, as well as the motor performance of young athletes. Based on the analysis carried out, I ASEAN, -9 BDKRB2, G NOS3, b NOS3, pro PPARG were classified as the alleles predisposing to the development of aerobic capabilities of athletes. D ASEAN, R ACTN3, ala PPARG, b NOS3 and the ST NOS3 variant were classified as alleles related to the development of anaerobic abilities and speed-force qualities. However at the early stage of preparation, the allele options studied are not the limiting factors for the development of motor performance.

Введение

Важным в современном спорте остается выбор правильной спортивной специализации, основанный на многофакторной взаимосвязи наследственных особенностей организма юных спортсменов с тренировочными воздействиями. В связи с этим ведется поиск наследственных маркеров предрасположенности индивида к спортивной деятельности. К настоящему моменту известно более ста предполагаемых генетических маркеров, ассоциированных с успешной спортивной деятельностью [1–2]. Однако для имплементации молекулярной диагностики в спортивную практику важно аккумулировать корреляционные генетические данные в привязке к конкретному виду спорта и изучать ассоциацию предполагаемого маркера с тренировочным процессом. Основываясь на ретроспективном анализе литературных данных [1–5] и собственных исследованиях, проведенных ранее [6–8], мы акцентировали внимание на некоторых наиболее значимых генах и их полиморфных вариантах: *PPARA* G/C (rs4253778), *PPARG* C/G (rs1801282) – регулируют метаболизм углеводов и липидов; *ACTN3* C/T (rs1815739 или R577X – кодирует мышечный белок α-актинин-3 быстросокращающихся волокон; *ACE* I/D, *BDKRB2* +9/-9, *NOS* G/T (rs1799983), *NOS* 4a/5b – отвечают за работу сердечно-сосудистой системы.

Цель исследования

Выявить наиболее благоприятные аллельные варианты *ACE*, *BDKRB2*, *NOS 3*, генов для развития спортивного мастерства в легкой атлетике. Оценить взаимосвязь двигательных навыков начинающих

спортсменов с присутствием в их геноме изучаемых аллелей выносливости и силы.

Методы и организация исследования

В исследовании были использованы образцы геномной ДНК спортсменов национальной команды Республики Беларусь и спортивного резерва по лёгкой атлетике и юные легкоатлеты, мальчики 11–12 лет из спортивной детско-юношеской школы олимпийского резерва «Буревестник» при учреждении образования «Белорусский государственный университет физической культуры». В тестировании принимали участие спортсмены-мужчины и женщины в возрасте от 16 до 33 лет, ЗМС – 10 человек, МСМК – 67, МС – 78, КМС – 28, 11 юных легкоатлетов без разрядов и 241 человек группы сравнения, которую составили мужчины и женщины, не имеющие спортивных разрядов.

Выделение ДНК из слюны и определение аллельных вариантов исследуемых генов проводили в лаборатории молекулярной диагностики и биотехнологии государственного научного учреждения «Институт биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси».

Для изучения двигательных качеств учеников спортивной детско-юношеской школы олимпийского резерва «Буревестник» были использованы следующие тесты: бег 60 м, бег 200 м, бег 1000 м, прыжок в длину с места, тройной прыжок в длину с места, количество отжиманий за одну минуту.

Для выявления статистически значимых различий между выборками использовали многомерный критерий углового преобразования Фишера (φ). Достоверность различий частот генотипов и аллелей в сравниваемых группах определяли с помощью x^2 с учетом поправки Йетса. Статистически значимыми считали различие при величине $P<0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Всех спортсменов высокого класса разделили на группы с учетом выбранной специализации. Анализ частот встречаемости аллельных вариантов изучаемых генов у спортсменов высокого класса в разных группах выявил следующие закономерности. Увеличивается частота встречаемости полиморфных вариантов II и ID гена *ACE* среди бегунов на длинные и средние дистанции, в то время как в группе спортсменов, метающих молот и толкающих ядро, статистически значимо возрастает встречаемость генотипа DD того же гена (58,6 % против 23,2 % в группе сравнения (таблица 1). Частота встречаемости DD генотипа значимо выше, а II генотипа значимо ниже в группе спортсменов, специализирующихся в беге на короткие дистанции (таблица 1). Используя критерий x^2 с учетом поправки Йетса, для сравнения групп спортсменов спринтеров и стайеров выявили статистически значимые ($P<0,01$) различия в частоте встречаемости полиморфных вариантов гена *ACE*: среди бегунов на короткие дистанции чаще встречаются представители, имеющие в своем

генотипе D аллель, DD *ACE*, а среди стайеров чаще встречаются представители, имеющие в своем генотипе I аллель, II *ACE.*

Среди спортсменов, специализирующихся в беге на длинные дистанции, значимо выше частота встречаемости генотипа -9/-9 гена *BDKRB2* (66,7 % против 26,4 % в группе сравнения) и -9 аллеля того же гена (78,6 % против 46,5 % против 53,5 % в группе сравнения), в то время как +9/+9 *BDKRB2* чаще встречается среди спринтеров (42,5 % против 33,3 в группе сравнения (таблица 1).

Таблица 1 – Частота встречаемости генотипов и аллелей генов *ACE*, *BDKRB2, NOS* среди спортсменов, тренирующихся в легкой атлетике, и группы сравнения

Специализация	n	Генотип			Аллели, %	
		ACE, %				
		II	ID	DD	I	D
Л/а, спринт	57	**14,0(8)***	**43,9(25)***	**42,1(24)***	**36,0***	**64,0***
Л/а, средние	53	32,1(17)	45,3(24)	22,6(12)	54,7	45,3
Л/а, длинные	33	33,3(11)	54,6(18)	12,1(4)	60,6	39,4
Л/а, метание, толкание	29	**10,4(3)***	**31,0(9)**	**58,6(17)***	**25,9***	**74,1***
Л/а, прыжки	11	18,2(2)	27,3(3)	54,5(6)	31,8	68,2
Все спортсмены	183	22,4(41)	43,2(79)	34,4(63)	44,0	56,0
Группа сравнения	241	29,1(70)	47,7(115)	23,2(56)	52,9	47,1
Специализация	n	*BDKRB2*, %				
		-9/-9	-9/+9	+9/+9	-9	+9
Л/а, спринт	40	15,0(6)	42,5(17)	42,5(17)	36,2	63,8
Л/а, средние	45	28,9(13)	48,9(22)	22,2(10)	53,3	46,7
Л/а, длинные	21	66,7(14)*	23,8(5)	9,5(2)	78,6*	21,4*
Л/а, метание, толкание	16	25,0(4)	43,8(7)	31,2(5)	46,9	53,1
Л/а, прыжки	4	25,0(1)	50,0(2)	25,0(1)	50,0	50,0
Все спортсмены	126	30,1(38)	42,1(53)	27,8(35)	51,2	48,8
Группа сравнения	72	26,4(19)	40,3(29)	33,3(24)	46,5	53,5
Специализация	n	*NOS 3*(a,b), %				
		bb	ab	aa	b	a
Л/а, спринт	41	73,2(30)	26,8(11)	0*	86,6	13,4
Л/а, средние	45	77,8(35)	22,2(10)	0*	75,0	25,0
Л/а, длинные	21	66,7(14)	33,3(7)	0	83,3	16,7
Л/а, метание, толкание	16	87,5 (14)*	12,5(2)	0*	93,7	6,3
Л/а, прыжки	4	50,0(2)	50,0(2)	0	75,0	25,0
Все спортсмены	127	**74,8 (95)**	**25,2(32)**	**0***	**87,4***	**12,6***
Группа сравнения	164	64,0(105)	29,9(49)	6,1(10)	79,0	21,0

Примечание: * – статистически значимые различия между спортсменами и группой сравнения по многомерному критерию углового преобразования Фишера φ, P<0,05. Жирным шрифтом выделены значимые различия между спортсменами и группой сравнения по критерию x^2 с учетом поправки Йетса, P<0,05.

Важно отметить, что по критерию x^2 с учетом поправки Йетса статистически значимые (P<0,01) различия наблюдались между группами спортсменов спринтеров и стайеров по инсерционно-

делеционному полиморфизму гена -9/+9 *BDKRB2*, где среди спортсменов, специализирующихся в беге на короткие дистанции, чаще встречаются представители +9/+9 *BDKRB2* генотипа и +9 аллеля, а среди спортсменов, специализирующихся в беге и спортивной ходьбе на длинные дистанции, чаще встречаются представители генотипа -9/-9 гена *BDKRB2* и -9 аллеля.

Анализ полиморфизма гена эндотелиальной NO синтазы (переменного числа тандемных повторов в 4-м интроне) показал, что среди спортсменов не выявлено ни одного носителя генотипа aa по полиморфизму a/b гена *NOS3* (таблица 1). Данный аллельный вариант можно отнести к неблагоприятным для роста спортивного мастерства в легкой атлетике. Ранее наши исследования показали [8], что среди спортсменов, специализирующихся в легкой атлетике, отсутствует TT генотип гена *NOS3.* Данный полиморфизм представлен однонуклеотидной заменой гуанина тимидином в 894-й позиции гена *NOS3* (rs1799983), что приводит к замене глутамина аспарагином в 298-й позиции самого фермента [2]. Таким образом, к неблагоприятным аллелям для роста спортивного мастерства в легкой атлетике можно отнести генотипы aa и TT гена *NOS3.*

В большинстве спортивных групп частота встречаемости bb генотипа гена *NOS3* выше, чем в контрольной группе (таблица 1), статистически значимые отличия ($P<0,05$) по сравнению с группой сравнения зафиксированы у спортсменов, специализирующихся в метании молота и толкании ядра (таблица 1). В целом по группе спортсменов частота встречаемости a аллеля гена *NOS3* статистически значимо ниже, а b аллеля – выше по сравнению с контрольной группой (таблица 1). Вместе с тем наличие 25,2 % обследованных спортсменов высокого класса с гетерозиготным генотипом свидетельствует о том, что наличие одного аллеля b гена *NOS3* достаточно для обеспечения выработки оксида азота в концентрации, необходимой для поддержания должного тонуса кровеносных сосудов и регуляции тонуса гладкомышечной мускулатуры, а, как следствие, для достижения высоких спортивных результатов. Таким образом, генотипы bb *NOS3* и ab *NOS3* являются благоприятными для занятия спортом и роста спортивного мастерства. Однако частота встречаемости генотипа bb *NOS3* статистически значимо выше в группе спортсменов, специализирующихся в легкой атлетике, по сравнению с контрольной группой.

Ранее нами было установлено, что среди спортсменов, специализирующихся в беге на длинные дистанции, чаще встречаются представители генотипа GG *NOS3,* а среди спортсменов, специализирующихся в беге на короткие дистанции, метании молота и толкании ядра, чаще встречаются представители генотипа GT *NOS3* [8].

Наши исследования показали, что частота встречаемости генотипа RR гена *ACTN3* у спортсменов значимо выше по сравнению с группой контроля. В группе спортсменов, специализирующихся в беге на короткие дистанции, частота встречаемости генотипа XX *ACTN3*

значимо ниже. Однако генотип XX *ACTN3* несмотря на то, что не является благоприятным для развития быстроты и специализации в беге на короткие и средние дистанции, не является лимитирующим фактором, свидетельствующим о невозможности проявления выдающихся результатов в спринте.

Ранее нами было установлено, что среди спортсменов, специализирующихся в беге на длинные и средние дистанции, не обнаружены обладатели генотипа ala/ala гена *PPARG*, в то время как частота встречаемости данного полиморфного варианта выше в группах спортсменов, специализирующихся в беге на короткие дистанции и в метании молота, толкании ядра по сравнению с контрольной группой [8].

Суммируя вышеизложенное, можно выделить аллели, предрасполагающие к развитию аэробных возможностей легкоатлетов, а, следовательно, выносливости. К ним отнесли аллели: I *ACE*, - 9 *BDKRB2*, G *NOS3*, b *NOS3*, pro *PPARG*. Аллели, связанные с развитием анаэробных способностей и скоростно-силовых качеств – D *ACE*, R *ACTN3*, ala *PPARG*, b *NOS3* и вариант GT *NOS3*. Известно, что аэробные возможности человека лежат в основе аэробной или общей выносливости, а анаэробные возможности составляют основу таких качеств, как сила и быстрота [9].

Используя данные аллельные варианты, мы определили предрасположенность юных легкоатлетов к развитию аэробных и анаэробных возможностей, взяв за основы количество аллелей, предрасполагающих к их развитию. Полученные индивидуальные данные тестирования детей были ранжированы в зависимости от результата, где 1 – самый лучший результат, а 11 – самый худший, и сопоставлены с количеством аллелей предрасположенности к развитию выносливости и силы, далее «аллели силы» и «аллели выносливости» (таблица 2). В целом по группе юные легкоатлеты имели более выраженную предрасположенность к развитию выносливости (64 %), чем к развитию скоростно-силовых качеств (46 %). У восьми детей преобладали «аллели выносливости» над «аллелями силы». Анализ полученных результатов показал, что наличие более 60% «аллелей выносливости» ассоциировано с личным лучшим результатом в беге на 1000 м, по сравнению с бегом на 60 м и 200 м. Преобладание «аллелей силы» над «аллелями выносливости» согласуется с лучшим результатом в отжимании за 1 мин (таблица 2). Равное количество «аллелей силы» и «аллелями выносливости» ассоциировано с личным лучшим результатом в беге на 60 м и 200 м у одного юного спортсмена и прыжками у другого юного спортсмена, однако стоит отметить, что у этих детей показатель «аллели выносливости» соответствует 40 % (таблица 2). Анализ результатов не выявил лимитирующего влияния аллельного варианта aa *NOS3* на развитие двигательных качеств у юных легкоатлетов, так как спортсмены 9, 10, 11 имели в своем геноме данный полиморфизм.

Таким образом, необходимо продолжить наблюдение и анализ данной группы юных легкоатлетов для выявления наиболее благоприятной специализации.

Таблица 2 – Показатели тестирования двигательных качеств юных легкоатлетов в зависимости от количества аллельных вариантов, благоприятных для развития выносливости и силы

Спортсмен	Аллели выносливости, %	Аллели силы, %	Бег 60 м, с	Бег 60 м, результат	Бег 200 м, с	Бег 200 м, результат	Бег 1000 м, мин	Бег 1000 м, результат	Прыжок в длину с места, см	Прыжок в длину, результат с места	Тройной прыжок в длину с места, см	Тройной прыжок в длину, результат	Отжимания за 1 мин, раз	Отжимания за 1 мин, результат
1	**90**	**50**	10,9	11	40,03	11	4,14,3	7	160	11	505	11	50	2
2	**80**	**50**	10,3	8	35,4	8	4,12,5	6	170	9	550	8	39	7
3	**80**	**50**	9,7	6	35	6	4,06,1	5	195	5	580	5	36	9
4	**70**	**60**	8,6	3	30,63	3	3,48,0	2	215	4	670	3	50	3
5	**70**	**50**	8,6	4	33,6	4	4,00,1	3	220	3	640	4	57	1
6	**60**	**30**	9,4	5	34,7	5	4,14,8	8	190	6	580	6	45	5
7	**60**	**40**	10,02	7	35,3	7	4,15,1	9	190	7	580	7	36	8
8	**60**	**70**	10,4	9	36,3	9	4,47,1	10	170	10	510	10	45	4
9	**50**	**30**	10,4	10	39,1	10	4,50,0	11	185	8	530	9	20	11
10	**40**	**40**	8,54	2	29,2	2	4,02,0	4	240	1	710	1	36	10
11	**40**	**40**	8,03	1	28,25	1	3,44,5	1	240	2	705	2	41	6

Выводы

Наши исследования позволили выделить аллели, предрасполагающие к развитию аэробных возможностей легкоатлетов, а, следовательно, выносливости. К ним отнесли аллели: I *ACE*, -9 *BDKRB2*, G *NOS3*, b *NOS3*, pro *PPARG*. Аллели, связанные с развитием анаэробных способностей и скоростно-силовых качеств – D *ACE*, R *ACTN3*, ala *PPARG*, b *NOS3* и вариант GT *NOS3*. У юных легкоатлетов 11–12 лет наличие более 60 % «аллелей выносливости» ассоциировано с личным лучшим результатом в беге на 1000 м по сравнению с бегом на 60 м и 200 м.

На этапе начальной подготовки изученные аллельные варианты не являются лимитирующими факторами развития силы, быстроты, выносливости. Однако есть предположение, что они могут существенно ограничить спортивный результат или улучшить его при увеличении уровня соревновательной нагрузки.

Список использованных источников

1. Athlome Project Consortium: a concerted effort to discover genomic and other «omic» markers of athletic performance / Y.P. Pitsiladis [et al.] // Physiol Genomics. – 2016. – Vol.48(3). – 183–190.
2. Ахметов, И.И. Молекулярная генетика спорта / И.И. Ахметов. – М.: Советский спорт, 2009. – 268 с.
3. The Human Gene Map for Performance and Health-Related Fitness: the 2006–2007 update / M. S. Bray [et al.] // Medicine and science in sports and exercise. – 2009. – Vol. 41, № 1. – P. 35–73.
4. Sports genetics moving forward: lessons learned from medical research / C.M. Mattson [et al.] // Physiological Genomics. – 2016. – Vol. 48, №3. – P. 175–182.
5. Performance enhancing genetic variants, oxygen uptake, heart rate, blood pressure and body mass index of elite high altitude mountaineers / T. Djarova [et al.] // Actaphysiologica Hungarica. – 2013. – Vol. 100, № 3. – P. 289–301.
6. Гилеп, И.Л. Использование данных молекулярной диагностики для специализации и индивидуализации тренировочного процесса конькобежцев: метод. рекомендации / И.Л. Гилеп, А.В. Ильютик, И.Н. Рубченя. – Минск: БГУФК, 2014. – 68 с.
7. Гилеп, И.Л. Взаимосвязь двигательных навыков юных легкоатлетов на этапе начальной подготовки с наследственными особенностями организма / И.Л. Гилеп, И.В. Гайдукевич, И.М. Калинина // Прикладная спортивная наука. – 2019. – № 2 (10). – С. 72–78.
8. Анализ частоты встречаемости аллельных вариантов отдельных генов у спортсменов высокого класса в циклических видах спорта / И.Л. Гилеп [и др.] // Прикладная спортивная наука. – 2020. – № 1 (11). – С. 36–44.
9. Биохимия мышечной деятельности в спорте: пособие / И.Л. Гилеп [и др.]; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск: БГУФК, 2019. – 168 с.

10.11.2020

УДК 612.17

КАРДИОЛОГИЧЕСКИЙ СКРИНИНГ: ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ У СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ И ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА

А. Л. Захаревич, Е. А. Барановская,
Республиканский научно-практический центр спорта

Аннотация

Актуальной задачей спортивной медицины на современном этапе является выявление ранних признаков нарушения адаптации сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам.

ЭКГ-диагностика по-прежнему является достоверным и доступным методом первичного кардиологического скрининга. В статье представлены результаты анализа ЭКГ-12 и ЭКГ высокого разрешения 325 спортсменов циклических и игровых видов спорта. В данной группе исследуемых не выявлена патологическая дисперсия интервалов QT, патологическое значение альтернации зубца Т зарегистрировано у 12 спортсменов (3,7 % случаев). Определены наиболее распространенные изменения на ЭКГ: синдром ранней реполяризации левого желудочка, эктопические предсердные ритмы, неполная блокада правой ножки пучка Гиса.

CARDIAC SCREENING: ELECTROCARDIOGRAPHIC CHANGES IN ATHLETES IN CYCLIC AND COMPETITIVE SPORTS

Abstract

An urgent task of sports medicine at the present stage is to detect early signs of abnormal adaptation of the cardiovascular system to physical exertion. ECG diagnosis is still a reliable and accessible method of primary cardiac screening. This article presents the results of the analysis of ECG-12 and high-resolution ECGs of 325 athletes in cyclic and competitive sports. No abnormal QT interval dispersion was detected in this group of subjects, while abnormal T-wave alternation was detected in 12 athletes (3.7% of cases). The most common ECG changes were identified: early left ventricular repolarisation syndrome, ectopic atrial rhythms, incomplete right bundle branch block

Введение

Интенсивные физические нагрузки повышают риск внезапной сердечной смерти (ВСС) в 10–17 раз [1]. По данным D.Corrado, частота ВСС составила 2,6 случая у мужчин и 1,1 случая в год у женщин на 100 000 лиц, вовлеченных в спорт [2]. Проблема ВСС осложняется еще и тем, что летальные аритмии могут возникать при отсутствии острой ишемии и выраженных функциональных и анатомических изменений, хотя часто сочетаются с ними [3]. Предсказание риска развития ВСС остается по-прежнему важной научно-практической задачей [4, 5].

Систематический скрининг лиц, вовлеченных в спортивную деятельность, может предоставить информацию, необходимую для стратификации риска ВСС, а также для диагностики сердечной патологии, лежащей в ее основе. Кардиоаритмологическое обследование спортсменов основано на выполнении диагностического протокола, основными целями которого являются выявление скрытой аритмогенной кардиомиопатии и оценка клинических проявлений тахи- или брадиаритмий [6–8].

В настоящее время в мире предложено несколько протоколов для профилактики внезапной смерти в спорте (американский, европейский и итальянский). Из-за относительно низкой специфичности метода проведение скрининговых электрокардиографических исследований

(ЭКГ) в покое у спортсменов США не рекомендовано, в то время как в Италии и Израиле данные исследования ЭКГ в сочетании с опросниками риска сердечно-сосудистых заболеваний позволяют ограничить число лиц с патологией сердечно-сосудистой системы для занятий спортом [5].

ЭКГ в 12 стандартных отведениях остается одними из ключевых методов диагностики нарушений ритма сердца и электрических процессов в миокарде. Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что этот метод наряду с холтеровским мониторированием ЭКГ и эхокардиографией сердца (ЭХО КГ) могут использоваться для стратификации риска ВСС. Преимуществом данных диагностических методов является их относительно невысокая стоимость и неинвазивность. Особенно важным является то, что с помощью ЭКГ могут быть выявлены признаки наследственных заболеваний, которые связаны с повышенным риском ВСС: синдром удлиненного интервала QT, синдром Бругада, катехоламинергическая полиморфная ЖТ, синдром короткого интервала QT, аритмогенная дисплазия правого желудочка, гипертрофическая кардиомиопатия [9].

При интерпретации ЭКГ спортсменов выделяют допустимые (нормальные) ЭКГ изменения, недопустимые (патологические), пограничные изменения на ЭКГ. В зависимости от выявленных ЭКГ изменений определяется дальнейшая тактика с принятием решений о необходимости дообследования (диагностического поиска) спортсмена для исключения кардиоваскулярной патологии. При выявлении какого-либо ЭКГ признака из группы «пограничных» у ассимптоматичных спортсменов без отягощенного семейного анамнеза по наследственным сердечно-сосудистым заболеваниям или внезапной сердечной смерти дальнейшая оценка (диагностический поиск) не требуется. При выявлении двух и более ЭКГ признаков из группы «пограничных» необходимо провести дальнейшую оценку (диагностический поиск) для выявления сердечно-сосудистых заболеваний, ассоциированных с внезапной сердечной смертью у спортсменов [10].

Важным этапом в интерпретации ЭКГ у спортсменов стали предложенные в 2010 году рекомендации Европейского общества кардиологов [11]. Основная цель этих рекомендаций – получить достоверную границу между физиологическими и потенциально злокачественными изменениями на ЭКГ спортсмена. С этой целью все ЭКГ – феномены были разделены на две группы: первая – связанные со спортом и встречающиеся часто, вторая – не связанные со спортом и встречающиеся редко. В первую группу вошли: синусовая брадикардия, миграция водителя ритма, атриовентрикулярная (АВ) блокада I степени, неполная блокада правой ножки пучка Гиса (НБ ПНПГ), синдром ранней реполяризации левого желудочка, изолированные вольтажные критерии гипертрофии миокарда левого желудочка. Ко второй группе отнесены: инверсия зубца Т, депрессия сегмента ST, патологический зубец Q, отклонение электрической оси сердца влево/блокада передней ветви левой ножки пучка Гиса (ЛНПГ),

отклонение электрической оси сердца вправо/блокада задней ветви ЛНПГ, гипертрофия миокарда правого желудочка, синдром преждевременного возбуждения желудочков, полная блокада ЛНПГ или полная блокада правой ножки п. Гиса, удлинение или укорочение интервала QT, Бругада-подобная ранняя реполяризация левого желудочка.

В качестве предикторов ВСС также могут выступать увеличенная дисперсия интервалов QT и альтернация зубца Т, которые определяются при выполнении ЭКГ высокого разрешения (ЭКГ ВР). Разница в продолжительности интервалов QT у здоровых лиц в 12 отведениях ЭКГ в норме не превышает 70 мс. Увеличение дисперсии интервала QT до 85–100 мс и больше может наблюдаться при дисфункции левого желудочка, что в свою очередь свидетельствует об электрической негомогенности миокарда, увеличении неоднородности реполяризации и склонности к развитию желудочковых аритмий [12]. Альтернация зубца Т рассматривается одним из электрокардиографических феноменов, ассоциированных с риском внезапной аритмической смерти. Электрическая нестабильность процессов реполяризации, проявляющаяся повышением значений альтернации Т-зубца, предшествует желудочковым нарушениям ритма [13].

Грамотная интерпретация ЭКГ у спортсменов поможет «не пропустить» заболевание сердца, а также избежать необоснованного отстранения от занятий спортом [14, 15].

Цель работы – выявить у спортсменов циклических и игровых видов спорта наиболее распространенные нарушения ритма и проводимости (по результатам ЭКГ диагностики), а также определить патологические изменения, зарегистрированные при проведении ЭКГ высокого разрешения.

Методы и организация исследования

Исследование проводилось на базе государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр спорта» в лаборатории медико-биологических исследований. В исследование включено 325 спортсменов циклических и игровых видов спорта в возрасте от 16 до 30 лет, из которых 175 юношей и 150 девушек с квалификацией от кандидата в мастера спорта до мастера спорта международного класса. Всем спортсменам выполнены ЭКГ исследования в 12 стандартных отведениях (компьютерная система «Поли-спектр») и ЭКГ ВР (компьютерная система «Интекард–7»). Анализ ЭКГ ВР включает: исследование дисперсии интервалов QT, альтернации зубца Т и турбулентности сердечного ритма.

Спортсмены по классификации Платонова В. Н. [16] объединены в две группы: циклические виды спорта («циклические виды») – 220 спортсменов (132 мужчины, 88 женщин) и спортивные игры («игровые виды») – 105 спортсменов (43 мужчины, 62 женщины). По возрасту все спортсмены разделены следующим образом: I группа – 16–21 год, II группа – 22–30 лет (таблица 1).

Таблица 1– Распределение спортсменов по группам

Циклические виды (n=220)				Игровые виды (n=105)			
I группа (n=113)		II группа (n=107)		I группа (n=47)		II группа (n=58)	
мужчины	женщины	мужчины	женщины	мужчины	женщины	мужчины	женщины
69	44	63	44	18	29	25	33

Статистическая обработка проводилась при помощи программы «Statistica 10». При анализе данных, с распределением, отличным от нормального, использовалась медиана (Ме) и интервальный квартильный размах (ИКР). Для сравнения двух независимых групп по количественному признаку применяли критерий Манна-Уитни. Статистически значимыми считались различия данных при $p<0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Среди спортсменов циклических и игровых видов спорта по данным ЭКГ исследования выявлены следующие нарушения ритма и проводимости:

– синдром ранней реполяризации желудочков – 56 (17 %);
– эктопический предсердный ритм и эпизоды миграции водителя ритма – 43 (13 %);
– неполная блокада правой ножки пучка Гиса – 34 (10 %);
– выраженная синусовая брадикардия – 26 (8 %);
– АВ блокада 1ст. – 18 (5 %);
– нарушение процессов реполяризации – 10 (3 %);
– желудочковая экстрасистолия – 8 (2,5 %);
– суправентрикулярная экстрасистолия – 5 (1,5 %);
– АВ диссоциация – 4 (1 %);
– удлинение интервала QT – 2 (0,6 %);
– укорочение интервала PQ – 1 (0,3 %).

В группе «циклические виды» зарегистрированы следующие нарушения ритма и проводимости: синдром ранней реполяризации желудочков – у 41 спортсмена, что составило 18,6 % случаев, эктопический предсердный ритм и эпизоды миграции водителя ритма – у 35 спортсменов (15,9 %), НБ ПНПГ – у 22 спортсменов (10 %), АВ блокада 1-й степени – у 8 спортсменов (3,6 %), суправентрикулярная экстрасистолия – у 3 спортсменов (1,4 %), желудочковая экстрасистолия – у 5 спортсменов (2,3 %), АВ диссоциация зарегистрирована у 1 спортсмена (0,5 %), выраженная синусовая брадикардия – у 13 спортсменов (5,9 %), нарушение процессов реполяризации задней стенки левого желудочка – у 3 спортсменов (1,4 %), укорочение интервала PQ – у одного спортсмена (0,5 %).

В группе «игровые виды» зарегистрированы следующие нарушения ритма и проводимости: синдром ранней реполяризации желудочков зарегистрирован у 15 спортсменов (14,3 %), эктопический предсердный ритм и эпизоды миграции водителя ритма – у 8 спортсменов (7,6 %), НБ ПНПГ – у 12 спортсменов (11,4 %), АВ блокада 1-й степени – у 10 спортсменов (9,5 %), суправентрикулярная

экстрасистолия – у 2 спортсменов (1,9 %), желудочковая экстрасистолия – у 3 спортсменов (2,9 %), АВ-диссоциация – у 2 спортсменов (1,9 %), выраженная синусовая брадикардия – у 13 спортсменов (12,4 %), нарушение процессов реполяризации задней стенки левого желудочка – у 7 спортсменов (6,7 %).

Значения некоторых показателей ЭКГ спортсменов циклических и игровых видов спорта в различных возрастных группах представлены в таблицах 2, 3.

Таблица 2 – Сравнительный анализ показателей ЭКГ у спортсменов циклических и игровых видов спорта (группа I)

Показатель	Me [ИКР]			
	Мужчины		Женщины	
	Циклические виды (n=69)	Игровые виды (n=18)	Циклические виды (n=44)	Игровые виды (n=29)
ЧСС, уд/мин	59,0[54,0;64,0]	65,5[6000;73,0]*	57,5[52,5;62,5]	58,0[54,0;67,0]
PQ, мс	158,0[144,0;167,0]	168,0[150,0;190,0]	156,5[147,5;170,0]	157,5[138,0;177,5]
QRS, мс	100,0[90,0;106,0]	104,0[96,0;109,0]	90,0[85,0;95,0]	90,0[85,0;95,0]
QT, мс	410,0[391,0;422,0]*	389,5[376,0;405,0]	429,5[409,0;445,0]	424,0[400,0;442,0]
QTc, мс	411,0[399,0;422,0]	414,0[405,0;427,0]	419,0[407,0;435,5]	418,0[411,0;432,0]
Примечание: *– p<0,05.				

При проведении сравнительного анализа среди мужчин в I возрастной группе между циклическими и игровыми видами спорта выявлены статистические различия по следующим показателям: ЧСС и длительность интервала QT. Значение ЧСС у представителей циклических видов спорта составило 59 уд/мин, спортсменов игровых видов – 65,5 уд/мин (p<0,05). Длительность интервала QT у представителей циклических видов спорта составила 410 мс, что достоверно больше, чем у спортсменов игровых видов – 389,5 мс (p<0,05). При этом достоверных отличий по значению корригированного интервала QT в данной группе не выявлено. Длительность интервала PQ у спортсменов циклических видов составила 158 мс, что на 10 мс меньше, чем у представителей игровых видов спорта (p>0,05).

При проведении сравнительного анализа среди женщин в I возрастной группе между циклическими и игровыми видами спорта статистически значимых отличий по показателям ЭКГ (ЧСС, интервалы PQ, QT, длительность QRS) не выявлено.

При проведении сравнительного анализа среди мужчин во II возрастной группе между циклическими и игровыми видами спорта выявлены статистические различия по следующим показателям: длительность корригированного интервала QT и длительность QRS.

Длительность QRS у представителей циклических видов спорта составила 100 мс, что достоверно меньше, чем у спортсменов игровых видов – 85,5 мс (p<0,05). Длительность корригированного интервала QT у представителей циклических видов спорта составила 409 мс, что достоверно меньше, чем у спортсменов игровых видов – 423 мс (p<0,05).

Таблица 3 – Сравнительный анализ показателей ЭКГ у спортсменов циклических и игровых видов спорта (группа II)

Показатель	Me [ИКР]			
	мужчины		женщины	
	Циклические виды (n=63)	Игровые виды (n=25)	Циклические виды (n=44)	Игровые виды (n=33)
ЧСС, уд/мин	57,0[51,0;62,0]	59,0[53,0;65,0]	59,0[53,0;65,0]	56,0[50,0;63,0]
PQ, мс	160,0[145,0;178,0]	159,0[148,0;170,0]	159,0[148,0;170,0]	163,0[135,5;175,0]
QRS, мс	100,0[90,0;105,0]*	85,5[83,5;90,0]	85,5[83,5;90,0]	90,0[85,0;95,0]
QT, мс	424,0[401,0;440,0]	431,0[408,0;452,0]	431,0[408,0;452,0]	440,0[410,0;458,0]
QTc, мс	409,0[397,0;424,0]	423,0[412,0;444,5]*	423,0[412,0;444,5]	422,0[402,0;434,0]
Примечание: *– p<0,05				

При проведении сравнительного анализа среди женщин во II возрастной группе достоверных различий показателей ЭКГ (ЧСС, интервалы PQ, QT, длительность QRS) в зависимости от группы видов спорта не выявлено.

При проведении сравнительного анализа показателей ЭКГ у спортсменов циклических и игровых видов спорта (мужчины) с учетом возрастной группы выявлены статистически достоверные различия длительности интервала QT. В I возрастной группе спортсменов циклических видов длительность интервала QT составила 410 мс, что достоверно меньше, чем во II возрастной группе – 424 мс (p<0,05). Среди спортсменов игровых видов спорта длительность интервала QT достоверно меньше в I возрастной группе – 389,5 мс против 431 мс во II возрастной группе.

В группе женщин достоверных различий показателей ЭКГ в зависимости от возраста не выявлено.

При анализе ЭКГ ВР патологическая дисперсия интервалов QT не выявлена ни у одного из спортсменов. Преобладание непатологических значений альтернации зубца T в диапазоне от 51 до 100 % зарегистрировано у 313 спортсменов, что составило 96,3 %. Преобладание патологической альтернации над непатологической выявлено у 12 спортсменов (3,7 %). Среди представленной группы спортсменов проведен ретроспективный анализ заключений ЭХО КГ: выявлен пролапс митрального клапана I степени у двух спортсменов (современное пятиборье), у 1 спортсмена (хоккей с шайбой) – эксцентрическая гипертрофия миокарда левого желудочка, расширение полостей левого и правого желудочков. У 7 спортсменов

имелись малые аномалии развития сердца в виде аномально расположенных и дополнительных хорд в полости левого желудочка.

Турбулентность сердечного ритма рассчитывалась у 2 спортсменов (зарегистрирована одиночная желудочковая экстрасистолия). При анализе данных патологической турбулентности сердечного ритма не выявлено, что является прогностически благоприятным вариантом.

Заключение

По результатам ЭКГ диагностики у спортсменов циклических и игровых видов спорта определены наиболее распространенные изменения: синдром ранней реполяризации левого желудочка (17 %), эктопические предсердные ритмы (13 %), неполная блокада правой ножки пучка Гиса (10 %). Согласно международным рекомендациям данные изменения носят доброкачественный характер и относятся к типичным, ассоциированным с адаптацией к физической нагрузке ЭКГ-изменениям у спортсменов [14].

При анализе ЭКГ высокого разрешения патологическая дисперсия интервалов QT не выявлена ни у одного из спортсменов. Преобладание непатологических значений альтернации зубца Т в диапазоне от 51 % до 100 % зарегистрировано в 96,3 % случаев. Патологическая турбулентность сердечного ритма не зарегистрирована ни у одного из спортсменов, что является прогностически благоприятным вариантом.

При наличии выраженной брадикардии, нарушений проводимости, частых нарушений ритма, зарегистрированных на ЭКГ у спортсменов, необходим дальнейший клинический анализ с тщательным сбором анамнеза и определением целесообразности проведения дополнительных методов обследования.

Список использованных источников

1. Siegel, A.J. Pheidippides redux: reducing risk for acute cardiac events during marathon running / A.J. Siegel // Am J Med. – 2012. – №125(7). – P. 630–635.

2. 12-Lead ECG in the athlete physiological versus pathological abnormalities / D. Corrado [et al.] // Br J Sports Med. – 2013. – № 43(9). – P. 669–676.

3. Место электрокардиографии в диагностике кардиомиопатий и спортивного сердца / О.С. Чумакова [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2020. – № (S3). – С. 4023.

4. Никифоров, В.С. Электрокардиографические предикторы внезапной сердечной смерти / В.С. Никифоров, К.В. Метсо // Consilium Medicum. – 2018. – № 20 (5). – С. 29–33.

5. Pre-participation cardiovascular evaluation for athletic participants to prevent sudden death: Position paper from the EHRA and the EACPR, branches of the ESC. Endorsed by APHRS, HRS, and SOLAECE / L. Mont [et al.] // European Journal of Preventive Cardiology. – 2016. – Vol. 24. – P. 41–69.

6. Athlete's heart: diagnostic challenges and future perspectives / C. De Innocentiis [et al.] // Sports Med. – 2018. – № 48(11). – P. 2463–2477.

7. Basu, J. Interpreting the athlete's ECG: current state and future perspectives / J. Basu, A. Malhotra // Curr Treat Options Cardiovasc Med. – 2018. – № 20(12). – P. 104.

8. Heidbuchel, H. The athlete's heart is a proarrhythmic heart, and what that means for clinical decision making / H. Heidbuchel // Europace. – 2018. – №20(9). – P.1401–1411.

9. Спортивное сердце: норма или патология / А.В. Горбенко [и др.] // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2020. – № 24(2). – С. 16–25.

10. International recommendations for electrocardiographic interpretation in athletes S. Sharma [et al.] // European Heart Journal. – 2017. – Vol. 69, № 8. – P. 1057–1075.

11. Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete / D. Corrado [et al.] // European Heart Journal. – 2010. – Vol. 31, № 2. – P. 243–259.

12. Идентификация электрокардиографических предикторов электрической нестабильности миокарда / А.Г. Мрочек [и др.] // Евразийский кардиологический журнал. – 2011. – № 1. – С. 21–27.

13. Макаров, Л.М. Спорт и внезапная смерть у детей / Л.М. Макаров // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2017. – №62(1). – С. 40–46.

14. International Recommendations for Electrocardiographic Interpretation in Athletes / S. Sharma [et al.] // J Am Coll Cardiol. – 2017. – №69(8). – P. 1057–1075.

15. Drezner, J.A. 18 highlights from the International Criteria for ECG interpretation in athletes / J.A. Drezner / Br J Sports Med. – 2020. – № 54(4). – P.197–199.

16. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В.Н. Платонов. – М.: Советский спорт, 2005. – 820 с.

10.11.2020

УДК 796.011.1:612.67

СТАБИЛОМЕТРИЯ В КОНЦЕПЦИИ ПРОФИЛАКТИКИ РАЗВИТИЯ И ПРОГРЕССИРОВАНИЯ СИНДРОМА ПАДЕНИЙ У ВЕТЕРАНОВ СПОРТА

Т. Л. Оленская, д-р мед. наук, доцент,
Учреждение образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»

Аннотация

В работе проведено изучение стабилометрических показателей у ветеранов спорта (бокс и футбол) в концепции профилактики развития синдрома падений. Полученные данные исследования

позволили установить, что у ветеранов спорта – боксеров скорость, амплитуда и частота колебаний в саггитальной и фронтальной плоскостях больше, чем в группе ветеранов спорта – футболистов. Соответственно, функция равновесия статистически значимо меньше у обследуемой группы боксеров, чем в группе футболистов. Результаты могут быть использованы для дальнейшей выработки стратегии профилактики развития синдрома падений и состояния двигательных рефлексов.

STABILOMETRICS IN THE CONCEPT OF PREVENTING DEVELOPMENT AND PROGRESSION OF FALL SYNDROME IN SPORTS VETERANS

Abstract

The work focuses on the study of stabilometric indicators for sports veterans (boxing and football) in the concept of preventing the development of fall syndrome. The data obtained from the study revealed that boxing sports veterans have higher speed, amplitude and frequency of vibration in the saggittal and frontal planes than the group of football sports veterans. Accordingly, the balance function is statistically significantly smaller in the examined group of boxers than in the group of football players. The results can be used to develop further strategies to prevent the progression and condition of both motor reflexes and fall syndrome.

Введение

Демографическая ситуация обусловила активное развитие современных концепций гериатрии, которая базируется на концепции так называемой «старческой астении» («старческое одряхление», «старческая дряхлость») (англ. FRAILTY) жизнеспособности [1, 4].

Это специфическое состояние, которое может развиться у человека пожилого и старческого возраста. Оно характеризуется такими симптомами, как похудание, развитие когнитивных расстройств и снижение мотивации, утрата прежних жизненных интересов, нарушение походки, снижение мышечной силы и развитие выраженной саркопении, дефицит массы тела, гипомобильность (низкий уровень двигательной активности).

Развитие старческой астении приводит к снижению качества жизни человека, при этом данный синдром может наступать в разные возрастные периоды человека, находящегося в возрасте старше 60 лет [4].

Наступление старческой астении генетически запрограммировано, но оно может быть ускорено при развитии так называемых гериатрических синдромов, которых насчитывается более шестидесяти пяти.

Гериатрические синдромы, такие как синдром ортостатической гипотензии, синкопальный синдром, головокружение, падения, когнитивный дефицит, одиночество, брадикинезия, деменция, тревожно-депрессивный синдром, гипомобильность, гипотермия,

синдром мальнутриции (недостаточности питания), синдром саркопенического ожирения, обстипационный синдром, нарушения походки, нарушения слуха и нарушения зрения, саркопения, синдром зависимости от посторонней помощи, утрата смысла жизни являются предметом гериатрической помощи [1, 4, 7].

Таким образом, объектом современной гериатрии является специфическое состояние старческой астении и приводящие к ней либо сопровождающие ее гериатрические синдромы.

Именно гериатрические синдромы в совокупности обеспечивают функциональную активность пожилого человека. На их объективизацию ориентированы и специфические методы обследования, принятые в гериатрии.

Важным является изучение вклада гериатрических синдромов в развитие осложнений, потребность в госпитализации и влияние на качество жизни.

Разработка медико-социальных программ, позволяющих успешно справляться с данными симптомами, дает возможность достигнуть конечной цели гериатрической помощи – поддержание максимально возможного качества жизни человека пожилого и старческого возраста.

К сожалению, в странах постсоветского пространства по отношению к пациентам старших возрастных групп сохраняется традиционный, общетерапевтический подход, заключающийся в купировании отдельных симптомов патологии путем этиопатогенетического или симптоматического воздействия. При этом в обычной практике такие понятия, как качество жизни или социализация гериатрического пациента, находятся за рамками внимания лечебно-диагностического процесса.

Не менее важным являются и вопросы профилактической гериатрии, основной целью которой является сохранение уровня здоровья в среднем возрасте, что позволит обеспечить достойное качество жизни человека в старшем возрасте.

Синдром падения у лиц старшего возраста нередко становится причиной инвалидности и даже летальности. Примерно 30–40 % людей старше 65 лет падают ежегодно. Это вызывает ряд индивидуальных и социально-экономических последствий. Поэтому разработка программ обследования и профилактики развития падений является актуальным вопросом. Одним из методов является стабилометрия.

Стабилометрия – метод исследования баланса в вертикальной стойке, неспецифический индикатор функционального состояния движения под контролем нервной системы [2, 3, 5, 8].

Цель работы – изучение показателей стабилометрии у лиц старшего и среднего возраста, относящихся к категории ветеранов спорта.

Методы и организация исследования

Было обследовано 25 человек, относящихся к категории ветеранов спорта. По данным анамнеза случаи падения зафиксированы не были.

Группа боксеров (15 человек) в возрасте 64,4±8,3 лет (ветераны), занимавшихся боксом 7–12 лет, которые в возрасте 31–35 лет оставили «большой спорт». Из них 7 кандидатов в мастера спорта, 8 мастеров спорта СССР. Регулярные занятия физической подготовкой (2 раза в неделю) остались у 4 человек, у остальных 11 спортсменов в течение последних лет «физкультура выходного дня». Их рост составил 166,6±2,3 см, вес – 79,9±9,2 кг.

Группа футболистов в возрасте 48±3,2 лет, которые отнесены к ветеранам, занимались футболом более 15 лет (10 человек). В настоящее время в качестве физических тренировок «физкультура выходного дня». Их рост составил 179,9±3,1 см, масса тела – 84,2±6,3 кг.

Для проведения стабилометрического исследования группы пациентов были стратифицированы по росту (t=0,56; p=0,64) и весу (t=-0,71; p=0,48), так как антропометрические значения напрямую влияют на измеряемые параметры.

Критерии исключения включения в группу обследования: патология зрения и вестибулярного аппарата.

Для исследования состояния вертикальной устойчивости применялся компьютерный стабилометрический комплекс ST-150 (ООО «Мера–ТСП», Россия). Стабилометрия – метод регистрации проекции общего центра масс тела на плоскость опоры и его колебаний в положении обследуемого стоя, а также, при необходимости, сидя и лежа. Регистрация колебаний центра давления помогает в выявлении изменений положения тела. Характеристики колебаний (амплитуда, среднее положение на плоскость опоры, скорость и т.д.) являются чувствительными параметрами, отражающими состояние различных систем, включающих поддержание равновесия. В основной стойке участвуют многие функциональные системы организма: опорно-двигательная, центральная и периферическая нервная системы. Главными органами чувств являются проприоцептивная и зрительная системы, которые несут основную нагрузку. Определенное значение имеет вестибулярный аппарат. Таким образом, тестирование баланса тела в основной стойке может дать информацию о функциональном состоянии значительной части опорно-двигательной и сенсорной систем [6].

Методика компьютерной стабилографии включала тесты в европейском стандарте: проба с открытыми глазами (тест Ромберга) [2, 3, 6]. Стабилометрическое исследование проводилось в утреннее время в изолированном от посторонних шумов кабинете. Обследуемым было предложено выполнить диагностическую методику «Тест Ромберга». Постановка стоп на стабилоплатформу осуществлялась по «европейскому» типу (стопы развернуты под углом 30 градусов, пятки на расстоянии 2 см). Продолжительность проб с открытыми (о) и закрытыми (з) глазами составила по 30 секунд каждая.

Все характеристики постурального управления графически регистрировались и обрабатывались математически. Во время каждой пробы оценивались следующие показатели:

X – амплитуда колебаний относительно оси X (фронтальная плоскость);

Y – амплитуда колебаний относительно оси Y (сагиттальная плоскость);

V – скорость перемещения центра давления (ЦД);

Fx 60 – параметр 60% энергии спектра частот во фронтальной плоскости;

Fy 60 – параметр 60% энергии спектра частот в сагиттальной плоскости;

Угол – угол направления плоскости колебаний ЦД;

S – площадь статокинезиограммы с 95% доверительным интервалом;

Av – работа скорости перемещения ЦД;

Кэ – коэффициент эффективности.

Статистическая обработка результатов произведена с помощью пакетов прикладных программ Microsoft Exel (2003), STATGRAFICS (2007). Результаты представлены медиана, верхняя и нижняя границы 95 % доверительного интервала. Статистический анализ результатов начинали с проверки на нормальность распределения методом Колмогорова-Смирнова.

При выявлении признаков отличия распределения от нормального применяли непараметрические методы статистического анализа. При неравенстве дисперсий для дальнейшего анализа двух независимых выборок применяли двухвыборочный критерий Уилкоксона (Wilcoxon) (W). Различия считали достоверными при вероятности 95 % ($p<0,05$) [5].

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведенного исследования выявлено, что амплитуда колебаний общего центра давления у боксеров относительно фронтальной и сагиттальной плоскостей с открытыми и закрытыми глазами статистически достоверно не изменилась.

В группе футболистов при проведении пробы Ромберга с закрытыми глазами амплитуда колебаний общего центра давления во фронтальной плоскости больше, чем с открытыми ($p=0,034$).

Результаты стабилографического исследования в основной стойке в обследуемых группах представлены в таблицах 1 и 2.

Проводя тест с закрытыми глазами, человек исключает зрительный анализатор и сохраняет равновесие за счет проприоцепции. Обычная реакция со стороны системы контроля баланса тела подразумевает увеличение колебаний центра давления, что демонстрирует уменьшение активности мышечной системы. В норме сагиттальная плоскость имеет наибольшую амплитуду колебаний ЦД [2, 3].

При анализе этих же показателей у боксеров и футболистов как с открытыми глазами, так и с закрытыми глазами статистически достоверной разницы не зарегистрировано.

Частота колебаний в норме для обеих плоскостей находится в пределах низких частот (1,53–1,93 Гц – представляют результаты сокращения мышц и не подвержены сознательному контролю), как

и амплитуды [2, 3]. В нашем наблюдении показатели находятся в пределах нормы. Однотипные отклонения в сагиттальной плоскости у футболистов при закрытых глазах связаны, по всей вероятности, с состоянием мышечного тонуса.

Таблица 1 – Стабилометрические показатели в основной стойке в обследуемой группе ветеранов спорта – боксеров (n=15)

Показатель	Открыты глаза	Закрыты глаза	W/Wo	p/Po
Амплитуда колебаний относительно оси X, мм	-1,25 [-2,7;6,8]	2,8 [-3,6;8,1]	111,0 139,0	0,565 0,84
Амплитуда колебаний относительно оси Y, мм	-23,2 [-31,5;-4,5]	-15,2 [-25,7;0,8]	112,5 129,0	0,51 0,8
Параметр 60 % энергии спектра частот во фронтальной плоскости Fx 60, Гц	0,8 [0,6;0,8]	1,1 [0,7;1,1]	60,0 98,5	0,078 0,21
Параметр 60 % энергии спектра частот в сагиттальной плоскости Fy 60, Гц	0,8 [0,6;0,8]	1,3 [0,8;1,4]	34,0 149,5	0,59 0,57
Скорость перемещения центра давления V, мм/с	11,6 [11,0;14,6]	21,0 [13,4;37,1]	177,0 16,5	0,0017* 0,00002*
Площадь статокинезиограммы S, мм^2	147,6 [98,9;369,7]	288,9 [161,7;371,0]	139,0 57,0	0,143 0,0059*
Угол направления плоскости колебаний центра давления, град.	26,0 [-16,0;73,0]	-11,5 [-15,0;-2,0]	57,5 92,5	0,065 0,14
Работа скорости перемещения ЦД Av, мДж/с	106,67 [87,2;156,6]	122,2 [148,7; 1123,8]	161,0 21,0	0,004* 0,000048
Коэффициент эффективности Кэ, ед.	279,5 [215,0;455,0]		–	–
Качество функции равновесия, ед.	46,0 [32,0;80,0]		–	–
Влияние зрительного контроля, ед.	279,5 [217,0;400,0]		–	–
Примечание: * – p<0,05; W – критерий Уилкоксона; Wo, Po – сравнение показателей с открытыми глазами.				

Скорость перемещения ЦД – величина, определяющаяся отношением длины пути ЦД за время исследования. На скорость, как правило, оказывают влияние величина и частота колебаний ЦД; при увеличении амплитуды колебаний и их частоты скорость возрастает.

В нашем наблюдении скорость и у боксеров, и у футболистов статистически отличается при проведении пробы Ромберга с открытыми и закрытыми глазами, что подтверждают предыдущие замеры. У боксеров изменение скорости в обеих позициях и, соответственно, работа скорости перемещения ЦД имеет более

высокие значения, чем у футболистов как с открытыми, так и с закрытыми глазами.

Таблица 2 – Стабилометрические показатели в основной стойке в группе футболистов (n=10)

Показатель	Открыты глаза	Закрыты глаза	W/Wз	P/Pз
Амплитуда колебаний относительно оси X, мм	-2,8 [-6,9;3,7]	5,65 [-1,7;6,2]	78,5 154,5	0,034* 0,44
Амплитуда колебаний относительно оси Y, мм	21,7 [-12,5;34,8]	19,6 [-5,4;37,4]	56,0 118,0	0,67 0,59
Параметр 60 % энергии спектра частот во фронтальной плоскости Fx 60, Гц	0,9 [0,9;1,1]	1,0 [0,9;1,1]	46,0 78,5	0,78 0,04*
Параметр 60% энергии спектра частот в сагиттальной плоскости Fy 60, Гц	1,35 [1,1;2,0]	0,9 [0,8;1,0]	17,0 68,5	0,014* 0,019*
Скорость перемещения центра давления V, мм/с	6,75 [6,4;9,6]	9,9 [8,7;16,9]	83,0 53,5	0,014* 0,0037*
Площадь статокинезиограммы S, мм^2	98,25 [70,6;151,3]	138,35 [64,9;257,5]	61,0 70,0	0,43 0,022*
Угол направления плоскости колебаний центра давления, град.	-7,5 [-11,0;7,0]	-6,5 [-15,0;2,0]	43,0 154,0	0,62 0,45
Работа скорости перемещения ЦД Av, мДж/с	32,8 [27,1;49,6]	62,2 [52,2; 154,1]	83,0 59,0	0,014* 0,0074
Коэффициент эффективности Кэ, ед.	223,0 [188,0;267,0]		126,0	0,812
Качество функции равновесия, ед.	103,5 [73,0;130,0]		238,0	0,00014*
Влияние зрительного контроля, ед.	223,0 [188,0;267,0]		136,5	0,919
Примечание: * – p<0,05; W – критерий Уилкоксона; Wз, Pз – сравнение показателей с закрытыми глазами.				

Площадь статокинезиограммы – это часть плоскости, ограниченной кривой. По данным французского постурологического общества, при открытых глазах он составляет 182,2 мм, при закрытых – 258,4 мм. В нашем исследовании у боксеров при открытых глазах – 147,6 мм (81 % от физиологической нормы) и закрытых глазах – 288,9 мм (111 % от физиологической нормы) и у футболистов при открытых глазах – 98,25 мм (53,9 % от физиологической нормы) и 138,35 мм при закрытых глазах (53,5 % от физиологической нормы). Таким образом, имеем при закрытых глазах усиление колебательного процесса ЦД, что подтверждается показателями амплитуды.

В итоге при оценке функции равновесия, заложенной в автоматическом математическом анализе компьютерной программой стабилометриии, выявлено более низкое качество функции равновесия

у боксеров, нежели футболистов (p=0,00014), что опять же может определяться состоянием мышечного тонуса спортсменов.

Изменение скорости равновесия зависит от амплитуды и частоты колебаний центра давления. Полученные данные исследования позволили установить, что у ветеранов спорта боксеров скорость, амплитуда и частота колебаний в саггитальной и фронтальной плоскостях выше, чем в группе ветеранов спорта футболистов.

В группе ветеранов спорта боксеров площадь колебания центра давления больше, как в пробе с открытыми, так и закрытыми глазами, по сравнению с группой ветеранов футболистов.

Полученные данные позволяют предположить, что в группе ветеранов спорта боксеров профилактика развития и прогрессирования синдрома падений происходит за развитыми в течение многолетних тренировок скоростью реакции и профессиональным умением концентрации и группировки мышц тела. В данной группе пациентов для повышения устойчивости следует комплекс физической гимнастики дополнять упражнениями на развитие устойчивости площади колебаний.

В тоже время, в группе ветеранов спорта футболистов профилактика развития и прогрессирования синдрома падений происходит за счет меньшей площади перемещения центра давления. Соответственно, в данной группе пациентов следует в комплекс физической гимнастики добавлять упражнения на развитие координации движений и скорости реакции.

Полученные результаты могут быть использованы для дальнейшей выработки стратегии профилактики развития и/или прогрессирования синдрома падений и состояния двигательных рефлексов у ветеранов спорта с учетом их профессиональной деятельности.

Заключение

Проведение пробы Ромберга при стабилометрии с закрытыми глазами в группе футболистов показало, что амплитуда колебаний общего центра давления во фронтальной плоскости больше, чем с открытыми (p = 0,034). В группе ветеранов спорта боксеров изменение скорости в обеих позициях и, соответственно, работа скорости перемещения центра давления имеет более высокие значения, чем у футболистов как с открытыми, так и с закрытыми глазами.

Полученные результаты могут быть использованы для дальнейшей выработки стратегии профилактики развития и/или прогрессирования синдрома падений и состояния двигательных рефлексов у ветеранов спорта с учетом их профессиональной деятельности.

Список использованных источников

1. Гериатрия: национальное руководство / под ред. О.Н. Ткачевой, Е.В. Фроловой, Н.Н. Яхно. – М.: ГЭОТАР-Медеа, 2018. – 608 с.

2. Гаже, П.М. Постурология. Регуляция и нарушения равновесия тела человека: перевод с французского / П.М. Гаже, Б. Вебер; Под ред. В.И. Усачева. – СПб.: СПбМАПО, 2008. – 316 с.

3. Статокинетическая устойчивость пациентов в процессе курса реабилитации/ А.Г. Николаева [и др.] // Достижения фундаментальной медицины и фармации: материалы 73-й науч. сессии сотрудников университета, Витебск, 2018 г. – С. 286–289.

4. Прощаев, К.И. Основные гериатрические синдромы: учеб. пособие / К.И. Прощаев, А.Н. Ильницкий, Н.И. Жернакова. – М.: АНО НИМЦ «Геронтология», 2012. – 228 с.

5. Реброва, О.Ю. Статистический анализ медицинских данных / О.Ю. Реброва. – Изд.: Медиа Сфера. – М., 2003. – 310 с.

6. Скворцов, Д.В. Стабилометрическое исследование / Д.В. Скворцов. – М.: Маска, 2010. – 176 с.

7. Association of frailty with survival: a systematic literature review / T. Shamliyan [et al.] // Ageing Res Rev. – 2013. – Vol. 12(2). – P. 719–736.

8. Lafond, D. Comparison of three methods to estimate the center of mass during balance assessment / D. Lafond, M. Duarte, F. Prince // Journal of Biomechanics. – 2004. – Vol. 37. – P. 1421–1426.

09.11.2020

УДК 796.332:[616.728.3-001:615.825]

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КИНЕЗИОТЕЙПИРОВАНИЯ У ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ФУТБОЛИСТОВ ВО ВРЕМЯ ИГР

Т. Л. Оленская, д-р мед. наук, доцент,
А. Г. Николаева, канд. мед. наук, доцент,
Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет;
Е. В. Апенко, Е. А. Павелко,
Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, футбольный клуб «Витебск».

Аннотация

В статье проведена оценка эффективности использования метода кинезиологического тейпирования у профессиональных футболистов после травм коленного сустава в игровой и тренировочный периоды. Подобрана универсальная аппликация классического кинезиологического тейпа на область коленного сустава. Осуществлен анализ эффективности универсальной аппликации кинезиотейпов коленного сустава у футболистов до и после игр. Разработана адаптированная шкала комплексной оценки самочувствия футболиста до и после игры с границами допусков

спортсмена к тренировкам и играм. Обосновано её применение тренерским и медицинским штабом для определения показаний к кинезиотейпированию футболистов с целью их полноценного участия в играх.

ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF KINESIO TAPING FOR PROFESSIONAL FOOTBALL PLAYERS DURING GAMES

Abstract

The article provides the evaluation of the effectiveness of the kinesiological taping method applied to professional football players after knee joint injuries during game and training periods. A universal application of the classic kinesiological tape to the knee joint area was selected. The analysis of the effectiveness of universal application of knee kinesio tape for football players before and after games was carried out. An adapted scale for comprehensive assessment of a player's health before and after a game with the limits of athlete's admission to training and games was developed. Its application by the coaching and medical staff to determine indications for kinesio taping of players in order for them to participate fully in the games was justified.

Введение

Травмы коленного сустава являются одной из самых распространенных патологий у профессиональных футболистов [1, 2]. Повреждения коленного сустава тяжелой и средней степени тяжести (повреждения передней крестообразной связки, мениска, большеберцовой коллатеральной связки, травматические артриты, бурситы, синовииты, лигаментиты, тендиниты и тендинозы) приводят не только к продолжительной потере трудоспособности спортсмена [3], но и к длительному восстановлению прежней игровой формы, сложному возвращению футболиста к максимально возможному для него игровому уровню.

Высокая финансовая заинтересованность в полноценном и постоянном участии футболиста в официальных матчах клуба ведет к стремлению в кратчайшие сроки после курса реабилитации приступить к предыгровым тренировкам с основным составом и последующему участию в играх. Это вынуждает очень выверенно и ответственно подходить как к допускам спортсмена к играм, так и к вторичной профилактике спортивного травматизма. В такой ситуации требуется понимание и принятие определенного общекомандного подхода к оценке состояния футболиста и его допусков к матчам не только со стороны тренерского и медицинского штаба футбольного клуба, но и со стороны самого игрока.

Работа тренерского штаба профессиональных футбольных клубов является достаточно закрытой областью, поэтому и наработки медицинского подразделения команды нечасто предметно освещаются в профессиональном сообществе.

Финальный этап предыгровой подготовки травмированного футболиста после его полной медицинской реабилитации и допуска к полноценному тренировочному процессу с основным составом команды занимает, как правило, несколько недель. Этот срок может варьировать в достаточно широких пределах и зависит, прежде всего, от особенностей организации тренировочного процесса в каждом клубе и взаимодействия тренеров по физической подготовке и врачей команды. В среднем, период предыгровой подготовки футболиста составляет три – четыре недельных цикла и завершается участием спортсмена в игре команды. Этот этап имеет существенные ограничения по применению медицинских методик поддержки спортсмена. Одной из разрешенных в спорте методик физического воздействия на организм для улучшения качества его жизнедеятельности является кинезиологическое тейпирование. Кинезиотейпирование заключается в наклеивании определенным образом на кожу человека специальных пластырей – кинезиотейпов.

Целью исследования явилась оценка эффективности применения кинезиотейпирования у профессиональных футболистов, перенесших травмы коленного сустава, во время их участия в официальных играх.

Методы и организация исследования

Исследование проводилось у 20 профессиональных спортсменов, принявших участие в официальных матчах футбольного клуба «Витебск» высшей лиги чемпионата Беларуси по футболу в 2016–2019 годах. Возраст футболистов – от 20 до 37 лет.

Один случай – участие футболиста в одной игре, где он отыграл более 45 минут. Всего было проанализировано 289 случаев.

Анализировались две группы спортсменов после травм коленного сустава. Основная группа, где на игру футболистам наклеивались кинезиотейпы. Контрольная – без кинезиотейпирования. В основной группе проанализировано 202 случая, в контрольной – 87 случаев.

Для кинезиотейпирования использовались классические кинезиологические тейпы от четырех производителей. Все кинезиотейпы прошли необходимую сертификацию и официально закупались клубом у производителя или официальных поставщиков.

Были опробованы многочисленные варианты различных видов аппликаций кинезиотейпов после травм коленного сустава в различные фазы посттравматического процесса и на разных этапах восстановления [4–9]. На основании применения кинезиотейпирования у футболистов для игрового периода была выбрана комплексная аппликация, состоящая из двух I-образных полос классического кинезиотейпа шириной 5 см и длиной 60–75 см и 25–35 см. Первый кинезиотейп длиной 60–75 см наклеивался от своего центра двумя полосами от проекции собственной связки надколенника проксимально («в восходящем направлении») по внутренней и наружной боковым поверхностям коленного сустава с натяжением около 75 % и далее по передневнутренней и передненаружной поверхностям бедра с натяжением около 20 % до верхней трети бедра. Данная аппликация

I-образного кинезиотейпа на область коленного сустава и бедро имела U-образный вид и получила рабочее название «Подкова». Второй I-образный кинезиотейп длиной 25–35 см наклеивался от своей середины двумя полосами от проекции большеберцовой бугристости голени кзади с натяжением около 50 % до середины боковых поверхностей голени и далее без натяжения клеились концы двух полос тейпа по заднебоковым поверхностям голени (вплоть до захлеста полос на задней поверхности голени, при необходимости, для достижения лучшей адгезии). Данная аппликация, «опоясывающая» голень в ее верхней части, получила рабочее название «Опора».

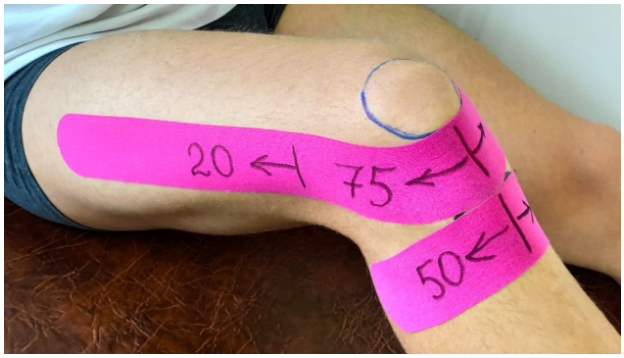


Рисунок 1 – Комплексная аппликация из двух I-образных полос кинезиотейпов («Подкова» + «Опора»)

От аппликации кинезиотейпов на область коленного сустава на период игры футболисты, прежде всего, ожидали: обеспечения стабильности, устойчивости, поддержки в коленном суставе; устранения дискомфорта и опасений со стороны сустава; придания уверенности, надежности в игре со стороны коленного сустава.

Учитывая это, мы отметили, что первая U-образная аппликация («подкова» на область коленного сустава и бедро) придавала стабильность и уверенность по ощущениям в суставе, а вторая «опорная» аппликация (в верхней части голени) обеспечивала дополнительную устойчивость, поддержку в суставе и надежность опоры. Именно такая комплексная аппликация из двух I-образных полос кинезиотейпов «Подкова» + «Опора» была признана нами универсальной для коленного сустава и исследовалась на эффективность в процессе игры.

Для определения эффективности кинезиотейпирования коленного сустава в процессе игры за основу нами была взята цифровая рейтинговая шкала оценки интенсивности боли (Numerical Rating Scale, NRS). Мы пользовались позитивно-ориентированной обратной десятибалльной шкалой [10], наиболее привычной для восприятия по аналогии с оценками в школах и других учебных заведениях Республики Беларусь. Мы дополнительно совместили цифровую с категориальной вербальной шкалой (Verbal Rating Scale, VRS) в следующем соотношении: 10 и 9 – полное отсутствие боли; 8 и 7 – слабая боль; 6 и 5 – умеренная боль; 4 и ниже – интенсивная боль.

Соответственно обозначили оценку самочувствия футболиста, где: 10 – это наилучшее самоощущение (максимальный балл в оценке самочувствия); 9 – отличное самочувствие; 8 и 7 – хорошее самочувствие; 6 и 5 – удовлетворительная оценка самочувствия; 4 и ниже – неудовлетворительная.

Статистическая обработка результатов произведена с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel (2003) и Statgraphics (2007). Результаты представлены в виде медианы, верхнего и нижнего квартилей. При анализе двух независимых выборок применяли критерий Вилкоксона (W). Различия считали достоверными при вероятности 95% ($p<0,05$). Значение p указывали с точностью до трех десятичных знаков; в случае, если p меньше 0,001, то в формате "$p<0,001$", показывая лишь интервал значений.

Результаты исследования и их обсуждение

Оценивалось самочувствие футболистов после травм коленного сустава по вышеописанной цифровой рейтинговой шкале до игры и после. Анализировалось изменение оценки после игры в сравнении с оценкой до матча: разница балла после игры и до нее обозначалась как Δ – дельта.

В основной группе был получен результат +1,0; то есть, самочувствие футболистов улучшалось на 10 % после игры.

В контрольной группе искомая разница баллов (Δ) составила -0,5; то есть, самочувствие ухудшалось на 5 % после игры.

Результаты статистической обработки отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Оценка самочувствия футболистов после травм коленного сустава с применением кинезиотейпирования

Группа	Результат (Δ)	W / p
Основная (n=202)	+1,0 [0,58; 1,25]	1113,5 "p<0,001"*
Контрольная (n=87)	–0,5 [–0,75; –0,415]	
Примечание: * – p<0,05; W – критерий Вилкоксона.		

Таким образом, кинезиотейпирование с использованием предложенной универсальной аппликации кинезиотейпов на коленный сустав («Подкова» + «Опора») было признано нами эффективным в применении футболистами, перенесшими травмы коленного сустава.

Для адаптации шкалы к ее использованию в тренировочном процессе нами были выбраны ключевые критерии оценки боли футболистами после травм коленного сустава. Мы также отобрали следующие чаще всего используемые спортсменами и всем в команде понятные характеристики болевых ощущений. Боль: тупая, ноющая, распирающая, тянущая. Продолжительность боли: никогда – 10, нет – 9, вроде нет (сомнения) – 8, иногда бывает (через раз, то есть то нет) – 7, редко (нечасто, очень редко) – 6. Связь боли с движением при определенных «ударных» нагрузках: собственно сильный удар по мячу; прыжки – толчок и приземление; рывок – толчок при резком старте,

резкий разворот, резкое торможение. Связь боли с объемом движения при максимальной амплитуде – сгибание и разгибание ноги в коленном суставе.

Полученные результаты болевых ощущений позволили нам модифицировать прежнюю шкалу для комплексной оценки самочувствия футболистов тренерским штабом в предыгровом и игровом периоде. Теперь совокупно определяемые изменения самочувствия спортсмена выявили возможность установления рубежей допуска футболистов к играм (таблица 2).

Таблица 2 – Комплексная шкала оценки самочувствия футболистов после травм коленного сустава

Балл	Самочувствие футболиста
10	Отличное! Ничего не беспокоит!
9	Хорошее. Боли нет.
Допуск к игре без ограничений	
8	Нормальное. Боли нет, но есть сомнения (не чувствую; вроде не болит; скорее кажется). При «ударных» нагрузках болевых ощущений нет.
Рубеж допуска к игре в стартовом составе	
7	Очень легкая боль (чуть-чуть болит; совсем слегка). Не постоянная (иногда побаливает; то есть, то нет; через раз). При определенных «ударных» нагрузках возникают болевые ощущения.
Рубеж допуска к игре в запасе	
6	Легкая, невыраженная боль. Постоянная (точно, определенно болит). При «ударных» нагрузках и максимальной амплитуде возникают болевые ощущения.
Рубеж допуска к тренировке в основной группе (строго под индивидуальным контролем врача или тренера)	
5	Умеренная боль (да, побаливает, чувствуется постоянно; точно есть боль при таком-то движении), но терпимо – тренироваться могу (попробую; точно надо, обязательно буду пробовать; начну аккуратно и посмотрю).
Рубеж самоотвода. Тренировка по индивидуальной программе.	
4	Умеренная боль. Тренироваться не могу (боюсь, станет хуже).
3	Средняя боль. Болит.
2	Выраженная боль. Прилично болит.
1	Очень сильная боль. Сильно болит.

Установленные границы допуска могут при определенной сложной ситуации в команде опускаться в данной таблице, но, по нашему твердому убеждению, не ниже чем на один балл. В таком случае должно быть полное понимание и принятие данного решения как со стороны тренерского штаба, так и со стороны всех игроков. Именно такой точно определенный и единый общекомандный подход позволяет обеспечить наиболее полноценное участие ранее травмированных футболистов

в играх на протяжении всего чемпионата в интересах всей команды и каждого спортсмена.

В связи с тем что во время напряженного периода непосредственно перед и после футбольного матча использовать опросник не представляется возможным, нами предложен упрощенный визуальный вариант оценки самим футболистом его самочувствия в соответствии с комплексной шкалой (рисунок 2).

Рисунок 2 – Упрощенный визуальный вариант комплексной оценки самочувствия футболистом после травм коленного сустава

Использование такой визуальной оценки позволило оптимизировать обратную связь: упростить и ускорить процесс получения оценки самочувствия, и, как следствие, улучшить взаимодействие в команде во время самого ответственного игрового периода.

Заключение

На основании проведенного исследования можно признать установленной эффективность кинезиотейпирования в разработанной нами модификации у футболистов, перенесших травмы коленного сустава, во время их участия в играх.

Разработанная нами комплексная шкала оценки самочувствия футболистов после травм коленного сустава для тренеров и ее упрощенный визуальный вариант оценки самочувствия самим футболистом позволяют осуществлять единообразный подход в команде при оценке состояния футболиста и определении его допуска к играм.

Список использованных источников

1. Анализ уровня и структуры травм коленного сустава в различных видах спорта / А.А. Пучко [и др.] // Прикладная спортивная наука. – 2019. – № 1 (9) – С. 65–75.

2. Частота дисфункции коленных суставов при занятиях спортом и методика их исследования / Ю.М. Досин [и др.] // Прикладная спортивная наука. – 2016. – № 1 (3) – С. 77–84.

3. Рекомендации по определению степени тяжести травм у профессиональных спортсменов / А.С. Ясюкевич [и др.] // Прикладная спортивная наука. – 2018. – № 2 (8) – С. 95–102.

4. Применение оригинального кинезиотейпирования при травмах и заболеваниях / В.Г. Крючок [и др.] // Инструкция Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 102-0910 от 27 сент. 2010 г. – Минск, 2010. – 26 с.

5. Клиническое руководство по кинезиологическому тейпированию / Под ред. М.С. Касаткина, Е.Е. Ачкасова. – М., 2018. – 336 с.

6. Кинезиотейпирование пациентов с ортопедической патологией / Д.А. Красавина [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: СпецЛит, 2018. – 63 с.

7. Касаткин, М.С. Основы кинезиотейпирования / М.С. Касаткин, Е.Е. Ачкасов, О.Б. Добровольский. – М.: Спорт, 2015. – 76 с.

8. Киселев, Д.А. Кинезиотейпинг в лечебной практике в неврологии и ортопедии / Д.А. Киселев. – СПб., 2015. – 159 с.

9. Кейл Энн. Тейпирование в спортивной и клинической медицине / Энн Кейл. – М.: Спорт, 2015. – 136 с.

10. Белова А.Н. Шкалы, тесты и опросники в неврологии и нейрохирургии / А.Н. Белова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Практическая медицина, 2018. – 696 с.

09.11.2020

УДК:616.728.13-007.17:617.546

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПОИСК ПРИ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВЫХ ЛИГАМЕНТОЗАХ: АЛГОРИТМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

А. М. Юрковский, канд. мед. наук, доцент,
Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет»

Аннотация

Целью исследования явилась разработка пошагового алгоритма применения методов визуализации для диагностики патологии связок пояснично-крестцового отдела позвоночника при синдроме боли в нижней части спины. Проведен анализ данных рентгенографии, мультиспиральной компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии и сонографии 200 пациентов в возрастном диапазоне 19–79 лет, имевших лигамент-индуцированный синдром боли в нижней части спины. Разработан алгоритм применения методов визуализации для диагностики патологии связок пояснично-крестцового отдела позвоночника.

DIAGNOSTIC SEARCH FOR LUMBO-SACRAL LIGAMENTOSIS: VISUALIZATION ALGORITHMS

Abstract

The aim of the study was to develop a step-by-step algorithm for using visualisation techniques to diagnose lumbosacral ligament pathology in low back pain syndrome. X-ray, multispiral computed tomography, magnetic resonance tomography and sonography data from 200 patients aged 19-79 years with ligament-induced low back pain syndrome were analysed. An algorithm for using imaging techniques to diagnose lumbosacral ligament pathology has been developed.

Введение

Структурами, способными в случае их функциональной перегрузки либо повреждения инициировать синдром боли в нижней части спины (синдром БНЧС), являются подвздошно-поясничные (ППС), задние длинные крестцово-подвздошные (ЗДКПС), крестцово-бугорные (КБС), реже – крестцово-остистые, надостистые и межостистые связки [1–3]. Диагностика патологии указанных связок требует применения нескольких методов визуализации, поскольку их эффективность при ППС-, КБС- и ЗКДКПС-индуцированном синдроме БНЧС различна [4]. Отсюда возникает необходимость разработки соответствующего алгоритма, понятного и удобного для применения в широкой клинической практике.

Цель исследования: разработать пошаговый алгоритм применения методов визуализации для диагностики патологии связок пояснично-крестцового отдела позвоночника при синдроме БНЧС.

Методы и организация исследования

Для достижения поставленных задач на первом этапе был проведен анализ результатов физикальных и лучевых исследований (МСКТ, МРТ, сонография) подвздошно-поясничных, задних длинных крестцово-подвздошных, крестцово-бугорных связок, а также результатов планиметрии пространства под задней длинной крестцово-подвздошной связкой у 200 пациентов, имевших проявления синдрома БНЧС (возраст – 43,2 года (24; 58)), индекс массы тела – 24,9 (21,0; 29,7)), и 200 пациентов без проявлений синдрома БНЧС (возраст – 41,8 лет
(22; 60), индекс массы тела – 23,5 (21,9; 26,7) с целью получения представления о диагностической значимости критериев, используемых для диагностики дистрофических поражений связок пояснично-крестцового отдела позвоночника. Группы были сопоставимы по возрасту (U-тест: Z – 0,6; p = 0,56) и индексу массы тела.

Рентгенография позвоночника проводилась с использованием стандартных проекций. МСКТ выполнялись на 16-срезовом рентгеновском компьютерном томографе Bright Speed Elite (GE Healthcare). МРТ выполнялись на магнитно-резонансном томографе

Siemens MAGNETOM Avanto 1,5 T. Сонография выполнялась на ультразвуковых системах Toshiba Aplio XG и Mindray DC-7.

Верификация диагноза осуществлялась посредством сонографически контролируемой диагностической блокады (адресное введение до 2 мл 2 % раствора лидокаина в область латеральной трети подвздошно-поясничной, средней трети задней длинной крестцово-подвздошной и дистальной трети крестцово-бугорной связок) [5].

На втором этапе была проведена имплементация полученных данных (с учетом возможностей первого уровня визуализации) в диагностический процесс и сформулированы основные положения диагностического алгоритма.

Методы статистического анализа: U-тест, ROC-анализ (чувствительность, специфичность, индекс Юдена, качество прогностической модели).

Результаты и обсуждение

I этап. Оценка диагностической значимости критериев, использовавшихся для диагностики пояснично-крестцовых лигаментозов

Пределы и возможности визуализации применительно к подвздошно-поясничной, крестцово-бугорной и задней длинной крестцово-подвздошной связкам при сопоставлении с результатами диагностических блокад оказались следующими (чувствительность/специфичность): «участки дистрофии межуточного вещества в пределах связки»/«гипоэхогенные локусы»/«участки повышенной интенсивности на Т2 взвешенных изображениях»: подвздошно-поясничная связка – 96 %/64 %; крестцово-бугорная связка – 82 %/96 %, задняя длинная крестцово-подвздошная связка – 94/89 %; «дезорганизация фасцикулярного паттерна»: подвздошно-поясничная связка – 91 %/45 %; крестцово-бугорная связка – 95%/78%, задняя длинная крестцово-подвздошная связка – 79/82 %; «зона перилигаментозного отека»/«зона неоднородного снижения эхогенности вокруг связки»: подвздошно-поясничная связка – 89 %/76 %; крестцово-бугорная связка – 90 %/76 % (p=0,001), задняя длинная крестцово-подвздошная связка – 81/88 %; «разница дорсовентрального размера/объема контрлатеральных связок»: подвздошно-поясничная связка – 77 %/96 % (при разнице ≥30 %), крестцово-бугорная связка – 81 %/ 85% (при разнице ≥20%), задняя длинная крестцово-подвздошная связка – 82 %/96 % (при разнице ≥20 %).

При этом оказалось, что при ЗДКПС-индуцированном синдроме БНЧС, в отличие от ППС- и КБС-индуцированного синдрома БНЧС, болевой синдром может возникать и при отсутствии диагностически значимого утолщения связки – например, при аномально малых (<0,65 см^2) размерах пространства под задней длинной крестцово-подвздошной связкой. Причиной этого является компремирование (при напряжении связки) боковых ответвлений заднего крестцового сплетения, расположенных под задней длинной крестцово-подвздошной связкой (прогностическая ценность признака – 0,77,

p=0,001; индекс Юдена – 0,49, чувствительность – 50 %, специфичность – 89,7 %).

Что касается критерия «изменения костной ткани в области энтезов» (остеосклероз, остеопороз и периостальная реакция), то он, вопреки ожиданиям, оказался применим только у молодых пациентов.

Исходя из всего изложенного и учитывая возможности учреждений органов здравоохранения, имеющих только первый уровень визуализации, были сформулированы нижеприведенные положения пошагового диагностического алгоритма.

II этап. Основные положения диагностического алгоритма при ППС-индуцированнном, КБС-индуцированном и ЗДКПС-индуцированном синдромах БНЧС

Диагностический алгоритм при ППС-индуцированном синдроме БНЧС

Предлучевое обследование.

Цель: обосновать необходимость лучевого исследования подвздошно-поясничной связки.

Критерии, позволяющие произвести отбор пациентов для целенаправленного лучевого исследования подвздошно-поясничной связки: наличие жалоб на умеренные боли в области крыла подвздошной кости; наличие боли у верхней задней ости крыла подвздошной кости при пальпации; отсутствие снижения/повышения глубоких рефлексов и дизестезии/гипестезии в корешковых дерматомах; положительные провокационные тесты (приведение согнутого под прямым углом бедра с давлением по оси бедра, ротационный тест).

Лучевое обследование

Рентгенография.

Цель: выявить дистрофические изменения, создающие предпосылки к антеролистезу LV и функциональной перегрузке подвздошно-поясничной связки (хондроз, остеохондроз); выявить дисплазии, создающие предпосылки к антеролистезу LV и функциональной перегрузке подвздошно-поясничной связки (дисплазии суставных фасеток на уровне LV-SI, спондилолиз LV, клиновидный дугоотростчатый сустав на уровне LV-SI, малый вертикальный размер поперечного отростка LV).

Выявленные ограничения метода: невозможность визуализации подвздошно-поясничной связки (последнее возможно только при частичной или полной ее оссификации).

Сонография.

Цель: выявить изменения структуры (дезорганизацию фасцикулярного паттерна, участки дистрофии межуточного вещества) и перилигаментозный отек; выявить кальцинаты в области латерального энтеза; выявить изменения дорсовентральных размеров (увеличение в области средней трети и/или латеральной трети на симптоматической стороне).

Выявленные ограничения метода: невозможность использования высокочастотного датчика, то есть датчика с рабочей частотой

8–10 МГц, для оценки структуры (отсюда будет следовать недооценка выраженности дистрофических изменений); невозможность точной оценки структурных изменений костной ткани в зоне энтеза (суждения о наличии/отсутствии остеопороза, периостальной реакции и остеосклероза могут быть только предположительными.

МСКТ.

Цель: выявить дистрофические изменения, создающие предпосылки к антеролистезу LV и функциональной перегрузке подвздошно-поясничной связки (хондроз, остеохондроз, спондилолистез); выявить изменения дорсовентральных размеров связок (увеличение дорсовентральных размеров и/или объема на симптоматической стороне); выявить кальцинаты в области, сопредельной с энтезом; выявить изменения костной ткани в зоне, сопредельной с энтезами.

Выявленные ограничения метода: невозможность оценки структуры (предел возможностей – визуализация кальцификатов в области латеральных энтезов).

МРТ.

Цель: выявить дистрофические изменения, создающие предпосылки к антеролистезу LV и функциональной перегрузке подвздошно-поясничной связки (хондроз, остеохондроз, спондилолистез); выявить изменения дорсовентральных размеров связок (увеличение на симптоматической стороне).

Выявленные ограничения метода: невозможность оценки структуры; невозможность точной оценки структурных изменений костной ткани в зоне энтеза (суждения о наличии/отсутствии остеопороза, периостальной реакции и остеосклероза могут быть только предположительными).

Диагностическая блокада под сонографическим контролем.

Цель: верификация диагноза при наличии клинических проявлений, но отсутствии диагностически значимого утолщения связки и/или невозможности оценить эхо-структуру – например, при избыточной массе тела или ожирении.

Принятие управленческого решения: при наличии изменений, создающих предпосылки к функциональной перегрузке подвздошно-поясничной связки и превышении дорсовентральных размеров/объема связки на симптоматической стороне более чем на 30% в сравнении с сопоставимым сегментом бессимптомной связки диагностируют лигаментоз подвздошно-поясничной связки; при наличии изменений, потенциально способных привести к функциональной перегрузке подвздошно-поясничной связки и при превышении дорсовентральных размеров/объема связки на симптоматической стороне менее 30% в сравнении с сопоставимым сегментом бессимптомной связки – диагностируют лигаментоз подвздошно-поясничной связки только при выявлении следующих трех признаков: перилигаментозного отека, дезорганизации фасцикулярного паттерна и участков дистрофии межуточного вещества на отрезке, сопредельном с энтезом; при наличии изменений, предполагающих функциональную перегрузку

подвздошно-поясничной связки и при отсутствии данных о структуре связки (например, при невозможности оценить эхо-структуру из-за избыточного веса/ожирения) – диагностируют лигаментоз на симптоматической стороне только при более чем 30%-ом превышении её параметров над параметрами бессимптомной связки и обязательном отсутствии утолщения гомолатеральных задней длинной крестцово-подвздошной и крестцово-бугорной связок; при наличии изменений, предполагающих функциональную перегрузку подвздошно-поясничной связки, и при отсутствии диагностически значимого увеличения дорсовентральных размеров подвздошно-поясничной связки на симптоматической стороне – диагностируют лигаментоз ППС только при положительном эффекте диагностической блокады (критерий – интенсивность боли должна уменьшиться сразу же после введения 2 мл 2% раствора лидокаина в область латеральной трети подвздошно-поясничной связки под сонографическим контролем).

Диагностический алгоритм при ЗДКПС-индуцированном синдроме БНЧС

Предлучевое обследование.

Цель: обосновать необходимость применения методов визуализации.

Критерии, позволяющие произвести отбор пациентов с ЗДКПС-индуцированным синдромом БНЧС: наличие жалоб на умеренные боли в области задней верхней ости подвздошной кости и ниже, усиливающиеся в положении лежа на спине или в положении сидя с наклоном вперед; умеренная локальная боль в точке, расположенной на расстоянии примерно 20 мм каудальнее задней верхней ости подвздошной кости при пальпации; отсутствие снижения глубоких рефлексов, отсутствие дизестезии или гипестезии в корешковых дерматомах.

Лучевое обследование.

Рентгенография.

Цель: выявить изменения, создающие предпосылки к мышечному дисбалансу и, соответственно, к перенапряжению задней длинной крестцово-подвздошной связки (асинхронное сокращение большой ягодичной мышцы и мышцы, выпрямляющей спину, может привести к увеличению натяжения задней длинной крестцово-подвздошной связки и, как следствие, к компремированию ветвей заднего крестцового сплетения, проходящих под указанной связкой).

Выявленные ограничения метода: невозможности получения изображения самой связки.

Сонография.

Цель: провести измерение толщины задней длинной крестцово-подвздошной связки и планиметрию подсвязочного пространства и сопоставить с нормативом; провести измерения дорсовентральных размеров связок; оценить наличие либо отсутствие отека рыхлой клетчатки, заполняющей подсвязочное пространство (наличие отека — признак, предполагающий возможность компремирования невральных

структур, расположенных под связкой); провести цветное допплеровское картирование с целью определения месторасположения ассоциированных с сосудами ветвей заднего крестцового сплетения и средних ягодичных нервов (в аксиальном срезе последние визуализируются как гиперэхогенные структуры, имеющие поперечное сечение около 0,5 мм), поскольку эти данные необходимы для контроля за положением иглы при проведении диагностической блокады.

Выявленные ограничения метода: эффективность визуализации структур подсвязочного пространства зависит от класса ультразвукового сканера (необходимы ультразвуковые системы, обеспечивающие разрешающую способность в диапазоне 250–500 мкм).

МСКТ.

Цель: выявить микрокальцинаты в точках прикрепления мышцы, выпрямляющей спину, и широчайшей мышцы спины, поскольку последние являются косвенным признаком функционального перенапряжения указанных мышц и мышечного дисбаланса.

Выявленные ограничения метода: невозможность визуализации задней длинной крестцово-подвздошной связки и, как следствие, планиметрии подсвязочного пространства.

МРТ.

Цель: выявить наличие либо отсутствие локального гиперинтенсивного сигнала на Т2 взвешенных изображениях в точке, расположенной примерно на 20 мм каудальнее задней верхней ости подвздошной кости.

Выявленные ограничения метода: невозможность выявления локального отека в вышеуказанной зоне позднее 72 часов от начала заболевания [6]; плохая воспроизводимость результатов планиметрии из-за плохой воспроизводимости стандартизированого среза по медиальному краю задней длинной крестцово-подвздошной связки в области ее средней трети, то есть именно там, где проходят латеральные ветви заднего крестцового сплетения и средний ягодичный нерв.

Диагностическая блокада под сонографическим контролем.

Цель: верификация диагноза при наличии клинических проявлений, но отсутствии высокоспецифичных признаков лигаментоза задней длинной крестцово-подвздошной связки – таких, как нечеткость контуров связок, наличие гипоэхогенных участков в связке, исчезновение фибриллярной структуры связки, увеличение толщины связки на симптоматической стороне более чем на 20 % по сравнению с бессимптомной.

Принятие управленческого решения: при наличии типичных признаков лигаментоза задней длинной крестцово-подвздошной связки (нечеткость контуров связок; наличие гипоэхогенных участков в связке; исчезновение фибриллярной структуры связки; увеличение толщины связки на симптоматической стороне более чем на 20 % по сравнению с бессимптомной) – диагностируют лигаментоз задней длинной крестцово-подвздошной связки; при отсутствии вышеперечисленных

типичных признаков лигаментоза, но наличии клинических проявлений, а также аномально малых размеров подсвязочного пространства (менее 0,65 см^2) производится диагностическая блокада (критерий достоверности: интенсивность боли должна уменьшиться в момент введения 2 мл 2 % раствора лидокаина под среднюю треть задней длинной крестцово-подвздошной связки) [5].

Диагностический алгоритм при КБС-индуцированном синдроме БНЧС

Предлучевое обследование.

Цель: обосновать необходимость лучевого исследования крестцово-бугорной связки.

Критерии, позволяющие произвести отбор пациентов для целенаправленного лучевого исследования крестцово-бугорной связки: наличие жалоб на умеренные боли в области седалищного бугра; локальная боль при пальпации по ходу связки; отсутствие снижения глубоких рефлексов, отсутствие дизестезии/гипестезии в корешковых дерматомах; положительный провокационный тест (нарастание в течение короткого промежутка времени интенсивности боли по ходу связки при максимальном сгибании конечности).

Лучевое обследование.

Рентгенография. Цель: выявить дистрофические и диспластические изменения, создающие предпосылки к нутации крестца и функциональной перегрузке крестцово-бугорной связки; выявить диспластические изменения (сколиоз), создающие предпосылки к функциональной перегрузке крестцово-бугорной связки (сокращение гомолатеральной длинной головки двуглавой мышцы бедра, особенно когда её сухожилие, сливаясь с крестцово-бугорной связкой, не фиксируется к седалищному бугру и может приводить к ее перенапряжению и повреждению).

Выявленные ограничения метода: невозможность визуализации крестцово-бугорной связки (последнее возможно только при ее оссификации, встречающейся у пожилых пациентов в 8 % случаев).

Сонография. Цель: выявить изменения структуры (дезорганизация фасцикулярной структуры, участки дистрофии межуточного вещества) и перилигаментозный отек; выявить изменения вентродорсальных размеров (увеличение в области средней или проксимальной трети); выявить кальцинаты в области дистальной трети и/или в области дистального энтеза (последние могут быть следствием повреждения длинной головки двуглавой мышцы бедра); предположить наличие локальной перестройки костной ткани в области энтеза по наличию зоны повышенной звукопроводимости в месте прикрепления связки к кости.

Выявленные ограничения метода: невозможность точной оценки структурных изменений костной ткани в зоне энтеза (суждения о наличии/отсутствии изменений могут быть только предположительными).

МСКТ.

Цель: выявить дистрофические изменения (хондроз, остеохондроз), создающие предпосылки к антеролистезу, нутации крестца и, соответственно, к функциональной перегрузке крестцово-бугорной связки; выявить кальцинаты (дистальный энтез); выявить изменения костной ткани в зоне проксимального энтеза (остеопороз, остеосклероз, периостальная реакция).

Выявленные ограничения метода: связка плохо дифференцируется от окружающих тканей.

МРТ.

Цель: выявить дистрофические изменения, создающие предпосылки к контрнутации крестца LV и функциональной перегрузке крестцово-бугорной связки (хондроз, остеохондроз); разграничить дистрофические изменения и изменения воспалительные (утолщение крестцово-бугорной связки при сакроилеите в 70 % случаев сопровождается выпотом в крестцово-подвздошный сустав, чего при дистрофическом поражении крестцово-бугорной связки не бывает).

Выявленные ограничения метода: невозможность оценки структуры; невозможность точной оценки структурных изменений костной ткани в зоне энтеза (суждения о наличии/отсутствии изменений могут быть только предположительными).

Диагностическая блокада под сонографическим контролем. Цель: верификация диагноза при наличии клинических проявлений, но отсутствии диагностически значимого утолщения связки на симптоматической стороне (менее 20 % относительно сопоставимого сегмента контрлатеральной связки); верификация диагноза при невозможности оценить структуру дистальной трети крестцово-бугорной связки высокочастотным датчиком (например, у пациентов с индексом массы тела ≥30).

Принятие управленческого решения: при наличии изменений, потенциально способных привести к функциональной перегрузке крестцово-бугорной связки, и превышении вентродорсального размера связки в области средней трети на симптоматической стороне более чем на 20 % относительно сопоставимого сегмента контрлатеральной связки – диагностируют лигаментоз крестцово-бугорной связки; при наличии изменений, потенциально способных привести к функциональной перегрузке крестцово-бугорной связки, и превышении вентродорсального размера связки на симптоматической стороне менее 20% относительно сопоставимого сегмента контрлатеральной связки – диагностируют лигаментоз крестцово-бугорной связки только при выявлении следующих трех признаков: перилигаментозного отека, дезорганизации фасцикулярного паттерна и участков дистрофии межуточного вещества на отрезке; при наличии изменений, предполагающих функциональную перегрузку крестцово-бугорной связки, и отсутствии диагностически значимого увеличения вентродорсального размера крестцово-бугорной связки на симптоматической стороне – диагностируют лигаментоз крестцово-

бугорной связки только при положительном эффекте диагностической блокады (критерий: интенсивность боли должна существенно уменьшиться или во время введения, или сразу после введения под сонографическим контролем 1–2 мл 2 % раствора лидокаина в область, сопредельную с дистальным энтезом).

Заключение

Применение вышеприведенных алгоритмов позволяет существенно сократить время диагностического поиска и минимизировать риск диагностических ошибок, поскольку учитываются особенности строения, пространственного положения и динамика ассоциированных с возрастом и индексом массы тела дистрофических изменений подвздошно-поясничных, крестцово-бугорных и задних длинных крестцово-подвздошных связок.

Список использованных источников

1. Юрковский, А.М. Подвздошно-поясничная связка: анатомический базис для лучевого диагноста (обзор литературы) / А.М. Юрковский // Проблемы здоровья и экологии. – 2010. – № 4. – С. 84–89.

2. Юрковский, А.М. Связки, ассоциированные с крестцово-подвздошным сочленением: анатомический базис для лучевого диагноста (обзор литературы) / А.М. Юрковский, С.Л. Ачинович, В.Я. Латышева // Проблемы здоровья и экологии. – 2013. – № 4. – С. 67–72.

3. Юрковский, А.М. Подвздошно-поясничные, задние длинные крестцово-подвздошные и крестцово-бугорные связки в различные возрастные периоды: сонографические и гистологические сопоставления / А.М. Юрковский, С.Л. Ачинович, А.И. Кушнеров // Медицинский журнал. – 2015. – № 3. – С. 137–140.

4. Юрковский, А.М. Диагностическая ценность изменений костной ткани в зонах энтезов подвздошно-поясничных связок, задних длинных крестцово-подвздошных связок, крестцово-бугорных связок: сопоставление данных гистологических, сонографических и КТ-исследований / А.М. Юрковский, И.В. Назаренко, Н.В. Бобович // Неврология и нейрохирургия. Вост. Европа. – 2018. – Т. 8, № 3. – С. 400–406.

5. Юрковский, А.М. Диагностическая блокада под сонографическим контролем при пояснично-крестцовых лигаментозах / А.М. Юрковский, И.В. Назаренко, С.Л. Ачинович // Проблемы здоровья и экологии. – 2020. – № 2. – С. 57–63.

6. MR imaging findings in spinal ligamentous injury / P.F. Benedetti [et al.] // Am. J. of Roentgenol. – 2000. – Vol. 175, № 3. – P. 661–665.

21.10.2020

УДК 617.3

ВЛИЯНИЕ ТИПА АНТИКОАГУЛЯНТА НА ГОМОГЕННОСТЬ АУТОЛОГИЧНОЙ ПЛАЗМЫ, ОБОГАЩЕННОЙ ТРОМБОЦИТАМИ, ПОЛУЧАЕМОЙ ПУТЕМ ДВУХЭТАПНОГО ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ ИЗ МАЛОГО ОБЪЕМА КРОВИ ДЛЯ ЛЕЧЕБНЫХ ЦЕЛЕЙ

А. С. Ясюкевич,
Г. М. Загородный, канд. мед. наук, доцент,
Н. П. Гулевич, А. А. Пучко
Республиканский научно-практический центр спорта

Аннотация

В статье описан метод получения гомогенной аутологичной плазмы, обогащенной тромбоцитами, получаемой путем двухэтапного центрифугирования из небольшого объема крови. Данный метод был разработан на основании результатов серии опытов получения обогащенной тромбоцитами плазмы с использованием различного типа антикоагулянтов. По результатам исследования был определен оптимальный вид антикоагулянта, режимы центрифугирования и способы введения получаемой плазмы. Была изучена местная и общая реакция пациентов на введение обогащенной тромбоцитами плазмы, приготовленной с использованием различного типа антикоагулянтов.

THE IMPACT OF THE ANTICOAGULANT TYPE ON THE HOMOGENEITY OF AUTOLOGOUS PLATELET-ENRICHED PLASMA OBTAINED BY TWO-STAGE CENTRIFUGATION FROM SMALL AMOUNTS OF BLOOD FOR THERAPEUTIC PURPOSES

Abstract

The article describes a method for obtaining homogeneous autologous plasma enriched with platelets, extracted by two-stage centrifugation from a small amount of blood. This method was developed based on a series of experiments to obtain platelet-enriched plasma using various types of anticoagulants. The results of the study determined the optimal type of anticoagulant, centrifugation modes and ways of injecting the obtained plasma. The local and general reaction of patients to the introduction of platelet-enriched plasma prepared with various types of anticoagulants was studied.

Введение

Обогащенная тромбоцитами плазма (ОТП, PRP-platelet rich plasma) содержит концентрацию тромбоцитов 1 млн/мкл и более. Получить ОТП можно только из несвернувшейся крови, т.е. из крови, в которую накануне добавлен антикоагулянт [1–3].

Антикоагулянты – вещества, тормозящие свертывание крови. По химической структуре и механизму действия выделяют несколько групп антикоагулянтов:

– прямого быстрого действия. Наибольшее распространение из них получил гепарин. Механизм его действия основан на способности угнетать активность фермента тромбина, вызывающего переход растворимого в плазме фибриногена в нерастворимый фибрин;

– непрямого действия: синтетические производные 4-гидроксикумарина, например дикумарин, фенилиндандиона-фенилин (II), омефин (III) и др. Они угнетают синтез факторов свертывания крови, действуют как антагонисты витамина К [4, 5].

Особая группа антикоагулянтов – соединения редкоземельных элементов (Sc, La и др.), которые снижают свертывание крови как при прямом контакте с ней, так и при введении в организм [6].

Антикоагулянты для забора и/или хранения крови, использования ее компонентов содержатся в специальных емкостях (пакеты, шприц-пробирки и т. д.), которые тормозят свертывание крови, что обеспечивает отсутствие изменений ее компонентов. Свертывание крови предотвращается путем связывания ионов кальция. Твердые или жидкие антикоагулянты, находящиеся в вакуумных пробирках, должны быть смешаны с кровью немедленно после забора крови [7].

Вакуумные шприц-пробирки производятся из пластика и стекла. Недостатком пластиковых пробирок является то, что при длительном хранении некоторые жидкие наполнители в них могут испаряться, поэтому в случаях длительного неиспользования необходимо использовать только стеклянные пробирки. Все вакуумные пробирки стерильные и предназначены для одноразового использования, выпускаются разных объемов – от 1,8 до 10 мл. Объем забираемой пробы обеспечивается точно дозированным вакуумом, под действием которого кровь поступает в пробирку в процессе венепункции. В качестве наполнителей в вакуумных пробирках используются активаторы свертывания (тромбин, кремнезем), антикоагулянты (ЭДТА, цитрат натрия, гепарин и т.д.), разделительные гели и др. Колпачок вакуумной пробирки закодирован цветом, который говорит о типе антикоагулянта [7].

Зарубежные патенты на использование аутологичной плазмы предполагают технологии с использованием пластикового мешка с антикоагулянтом. Однако такой мешок не помещается в стандартную лабораторную центрифугу, обычно используемую в лечебных учреждениях. Поэтому вакуумные шприц-пробирки наиболее удобны для приготовления ОТП в поликлинических условиях.

Концентрация тромбоцитов напрямую коррелирует как с объемом собранной крови, так и с центробежной силой устройства [8].

Результаты активации тромбоцитов in vivo часто искажаются активацией, вызванной in vitro во время препаративных процедур. Учеными изучена активация тромбоцитов ex vivo (базальная) и in vitro (индуцированная тромбином) в образцах цельной крови цитрата

натрия, этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) и цитрата теофиллина, дипиридамола, аденозина (CTAD). Средняя плотность тромбоцитов составила 25,7 +/- 0,9 г/дл (цитрат натрия), 27,9 +/- 0,9 г /дл (ЭДТА) и 24,8 +/- 1,2 г/дл (CTAD). Добавление тромбина вызывало достоверное значительное изменение MPC для цитрата натрия (21,9 +/- 1,9 г/дл) и EDTA (23,2 +/- 0,9 г/дл); при этом изменений не выявлено в пробирке с CTAD. Процент тромбоцитов, экспрессирующих анти-CD62P, увеличивался в образцах с цитратом натрия (с 9,2 +/- 7,0 до 55,5 +/- 23,1%) и с ЭДТА (с 1,9 +/- 1,7 до 64,6 +/- 12,4%); однако, с CTAD значительных изменений не было. Тромбоциты в CTAD, будучи защищенными, оставались «функциональными» после его удаления. CTAD демонстрирует ингибирование активации тромбоцитов in vitro и может быть полезным для стабилизации активации тромбоцитов ex vivo [9, 10].

Среднее значение pH и концентрация ионизированного Ca значительно выше у 3,8 % цитрата натрия, чем у ACD-A. Агрегация тромбоцитов, индуцированная АДФ и гамма-тромбином, была заметно снижена в ACD-A по сравнению с цитратом натрия. Вместе с тем исследовано влияние антикоагулянтов ACD-A, EDTA и гепарина на регенеративное качество PRP. ЭДТА вызывала набухание и активацию тромбоцитов, но давала наибольшее количество тромбоцитов. Не наблюдалось значительных различий в уровнях PDGF-BB среди протестированных антикоагулянтов. ACD-A дает большую возможность количественного определения и лучшую морфологию тромбоцитов при исследовании мазка [8, 11, 12].

Непрерывное встряхивание на мешалке не вызывает значительного изменения процентного содержания CD62-положительных тромбоцитов во время хранения.

Целью исследования является получение гомогенной взвеси аутологичных тромбоцитов в обогащенной тромбоцитами плазме, пригодных для ex tempore введения спортсменам с травмами.

Задачи:

1. Определить опытным путем критические параметры гомогенности аутологичной плазмы, обогащенной тромбоцитами, получаемой путем двухэтапного центрифугирования из малого объема крови.
2. Определить оптимальный антикоагулянт.
3. Выбрать оптимальный шприц и размер игл для приготовления ОТП.
4. Оценить реакции спортсменов на введение плазмы.

Материалы и методы

В наших исследованиях использовали лабораторную центрифугу Thermo IEC centra CL3R с радиусом центрифугирования 14 см и наборы вакуумных шприц-пробирок:

1) BD Vacutainer (размер – 16/100 мм) с крышкой Hemogard 8,0 мл без антикоагулянта;

2) BD Vacutainer 6,0 мл с буферным раствором 3,2 % цитрата натрия (соотношение кровь/цитрат – 9/1).

В настоящее время по рекомендациям Института клинических лабораторных стандартов (CLSI) предпочтительным является применение 3,2 % (0,109 М) цитрата натрия. Исследования показали, что использование 3,8 % (0,129 М) приводит к удлинению протромбинового времени [7, 13];

3) BD Vacutainer 8,0 мл с разделительным гелем и гепарином лития в качестве антикоагулянта. Антикоагулянт гепарин инактивирует тромбопластин, снижает образование и активность тромбина, активирует антитромбины и тем самым блокирует каскад свертывания крови. Литий гепарин нанесен на сепарационные гранулы; концентрация гепарина соответствует 16 МЕ на 1 мл крови. Сепарационные гранулы во время центрифугирования образуют слой между плазмой и клетками, облегчая дальнейшее аликвотирование плазмы [4, 6];

4) BD Vacutainer 4,0 мл содержащих антикоагулянт К3ЭДТА (этилендиаминтетраацетат нанесен на внутренние стенки пробирки в виде равномерного мелкодисперсного напыления, благодаря чему он полностью легко растворяется при перемешивании). В качестве антикоагулянта этилендиаминтетрауксусная кислота трикалиевая кислота ингибирует агрегацию тромбоцитов более эффективно, чем раствор кислой цитратной декстрозы, что приводит к более высокому неагрегированному выходу тромбоцитов и конечному содержанию PDGF-BB, однако есть данные о негативном влиянии на стенки тромбоцитов [13];

5) BD Vacutainer 8,5 мл с раствором ACD – A: (Тринатрия цитрат (2.59 мг/мл), лимонная кислота (0.94 мг/мл), декстроза (2.88 мг/мл), сорбат калия (0.024 мг/мл). Цитрат связывает ионы кальция, благодаря чему кровь не свертывается, а декстроза и буферы поддерживают метаболизм тромбоцитов. При этом ACD-A ингибирует агрегацию тромбоцитов обратимо, при этом не повреждается клеточная мембрана. Именно этот антикоагулянт используется в банках крови для хранения тромбоцитарной массы для инфузий [7]. Цитрат фосфат декстрозный антикоагулянт (CPD) также может быть использован, однако следует принимать во внимание, что по сравнению с ACD-A он на 10 % менее эффективен;

6) BD Vacutainer 6,0 мл с раствором ACD – B: (Тринатрия цитрат (2.20 мг/мл), лимонная кислота (0.80 мг/мл), декстроза (2.45 мг/мл), сорбат калия (0.033 мг/мл);

7) 3,5мл шприц-пробирки VACUETTE premium с антикоагулянтом СТАД (цитрат натрия (0.105 М), теофиллин, аденозин и дипиридамол. Три последние вещества предотвращают активацию тромбоцитов за счет повышения концентрации ЦАМФ (циклоаденозинмонофосфата), что препятствует как агрегации тромбоцитов, так и высвобождению БАВ, например, тромбоцитарных факторов свертывания. «Стабилизация» тромбоцитов за счет СТАД предотвращает искусственное высвобождение тромбоцитарных факторов в плазму [4, 11].

Подсчет количества тромбоцитов и других форменных элементов крови осуществлялся на профессиональном анализаторе «Micros 60 OT» (Horiba ABX) непосредственно после каждого этапа эксперимента и для каждого антикоагулянта.

Оценку гомогенности ОТП производили:

– визуально;

– под оптическим микроскопом «BA410E Motic China Group».

При работе с кровью руководствовались положениями Инструкции о порядке предоперационной заготовки аутологичной крови и ее компонентов, утвержденной приказом Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 03.09.2012 № 981. Все пациенты предоставляли данные обследования крови на ВИЧ, ВГВ, ВГС, сифилис. От каждого спортсмена было получено информированное согласие. Каждая процедура приготовления PRP сопровождалась задокументированным проведением этих исследований.

Забор крови осуществлялся утром натощак из кубитальной вены после двойной обработки антисептиком «Септоцид-Р плюс» в условиях специального кабинета при постоянной температуре окружающей среды 21–24°С. Температурный режим забора крови для приготовления ОТП был определен согласно рекомендациям AABB (American Association of Blood Banks, 2012) [4]. Одновременно с опытными исследованиями проводился общий анализ крови для исключения лейкоцитоза (менее 9×10^9/л) и определения исходного уровня тромбоцитов (не менее 150×10^9/л). За две недели до забора крови был исключен прием антикоагуляционных и/или антитромботических препаратов (например, аспирина и гепарина), а также нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВС), чтобы не были нарушены агрегационные свойства элементов крови.

Результаты и обсуждение

Объем забираемой крови в среднем составлял 20–35 мл для каждого из выбранных антикоагулянтов, что необходимо для получения 2,0 мл конечного продукта. Одна доза для инъекций – 2,0 мл – тот объем ОТП, чаще всего используемый для локальной инъекционной терапии травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата [1, 7].

После первого центрифугирования (250–400G, 5–8 минут) инъекционным шприцом 5,0 мл «Луер» с иглой 22 G, отступая 2–3 мм от слоя эритроцитов, осуществлялся забор плазмы в шприц-пробирку 8,0 мл без антикоагулянта. Попадание эритроцитов нежелательно, т.к. они при повторном центрифугировании адсорбируют на своей поверхности около 20 % тромбоцитов, образуя плохо дезагрегируемые гранулы [14]. Далее переходили ко второму этапу центрифугирования (2100 G 15 минут), после которого производили ресуспендирование тромбоцитарно-фибринового сгустка двумя (2-я) миллилитрами плазмы (остальную часть удаляли) до гомогенного состояния. При этом нами рассмотрены три метода ресуспендирования [14].

Ручной метод, предложенный R. Dhurat, заключается в аккуратном встряхивании и перемешивании оставшейся плазмы и осадка до гомогенного состояния [5].

Автоматический метод заключается во встряхивании и перемешивании оставшейся плазмы с помощью термошейкера для пробирок «Biosan PST-60 HL plus» при 37°С и 700 об/мин 30 минут до гомогенного состояния.

Предложенный нами ручной метод ресуспендирования заключается в заборе плазмы в количестве 2,0 мл в шприц и повторном струйном выпускания ее по стенкам пробирки в осадок до исчезновения видимых глазом сгустков, но без образования пены, т.к. при вспенивании основная часть тромбоцитов переходит из жидкой части плазмы в пену, образуя конгломерат, который длительно не оседает обратно. Использование инъекционного шприца 2,0 мл обусловлено тем, что его диаметр позволяет проходить в пробирку размером 16/100 мм (используется при втором центрифугировании независимо от типа антикоагулянта). Производили замену иглы шприца на 20 G, т.к. при меньшем диаметре иглы возникала вероятность обтурации иглы сгустками или образования пены, как следствие турбулентного тока плазмы из шприца в пробирку и обратно. Некоторые авторы (Lippi G, Salvagno G. и др.) не рекомендуют использовать иглы с малым диаметром ввиду возможного негативного влияния на мембраны тромбоцитов. Авторы в своих исследованиях пропускали ОТП, помеченную моноклональными антителами CD62P, через иглы диаметром больше 30 G и меньше [14, 15]. Часть ОТП оставляли в пробирке и использовали для контроля. Качественные и количественные показатели тромбоцитов оценивали на анализаторе FC-500 cytometer (Beckman Coulter). Не было выявлено статистически значимых различий (повреждений мембран тромбоцитов) в контрольной и опытной пробах.

Для гепарина лития, 3,2 % цитрата натрия и ACD – B не удалось достичь гомогенного состояния плазмы при ресуспендировании осадка после второго центрифугирования ни одним из вышеописанных способов: в плазме оставались видимые глазом сгустки. Можно предположить, что натрия цитрат связывает ионы кальция в мощный хелатный комплекс [5], что в дальнейшем делает невозможным их участие в процессах активации мембран тромбоцитов и, как следствие, дегрануляции α-гранул.

Для антикоагулянтов К3ЭДТА, СТАД и ACD – A после повторного центрифугирования автоматический способ ресуспендирования с помощью термошейкера для пробирок «Biosan PST-60 HL plus» и ручной метод [14] были не эффективны, однако удалось достичь визуально гомогенного состояния плазмы, с концентрацией тромбоцитов более 1000×10^9/л, после ресуспендирования по предложенной нами и описанной выше методике. Отсутствие сгустков было проверено и подтверждено на оптическом микроскопе BA410E Motic после предварительного окрашивания по Романовскому-Гимзе.

Оптимальные режимы, при которых возможно получение 2,0 мл ОТП, соответствовали критериям: минимальный объем забираемой крови (20 мл для К3ЭДТА, 21 мл для СТАД и 35 мл для ACD – A), минимальное время центрифугирования и наименьшее относительное центробежное ускорение (ОЦУ). Было проведено по три серии опытов для каждого параметра и антикоагулянта. Результаты опыта представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Комплексная характеристика параметров центрифугирования для антикоагулянтов К3ЭДТА, СТАД и ACD-A

Относительное центробежное ускорение в G	ACD-A				СТАД				К3ЭДТА			
	1-е центрифугирование тромбоциты, 10^9/л	Объем плазмы после 1-го центрифугирования, мл	2-е центрифугирование 2100g 15 мин, надосадочная часть, тромбоциты, 10^9/л	2-е центрифугирование 2100g 15 минут	1-е центрифугирование, тромбоциты, 10^9/л	Объем плазмы после 1-го центрифугирования	2-е центрифугирование 2100g 15 минут, надосадочная часть, тромбоциты, 10^9/л	2-е центрифугирование 2100g 15 мин	после 1-го центрифугирования, тромбоциты, 10^9/л	Объем плазмы после 1-го центрифугирования, мл	2-е центрифугирование 2100g 15 минут, надосадочная часть, тромбоциты10^9/л	2-е центрифугирование 2100g 15 мин
250g – 8 мин.	634±14	1,4	9±3	1288±34	–	–	–	–	600±25	1,1	10±2	1399±38
300g – 7 мин.	459±19	1,4	11±5	1276±41	–	–	–	–	589±19	1,2	12±4	1240±29
300g – 8 мин.	–	–	–	–	329±23	0,8	12±5	1250±33	–	–	–	–
350g – 6 мин.	368±17	1,4	7±2	1285±27	–	–	–	–	445±15	1,2	11±3	1307±43
350g – 7 мин.	–	–	–	–	348±27	0,7	16±5	1176±31	–	–	–	–
400g – 5 мин.	466±21	1,2	7±2	928±32	–	–	–	–	653±24	1,2	10±3	1500±34

Из таблицы 1 видно, что для антикоагулянта К3ЭДТА получение ОТП возможно на всех предложенных режимах. Оптимальным ОЦУ для первого центрифугирования является 400G 5 минут. Для антикоагулянта ACD – A на режиме 400G 5 минут не удалось достичь концентрации тромбоцитов 1000×10^9/л, т.е. получить ОТП. Режимы 250G 8 минут, 300G 7 минут и 350G 6 минут соответствуют

заявленным критериям. Оптимальные режимы для СТАД: на первом этапе – 300G 8 минут и 350G 7 минут, на втором – 2100G 15 минут.

Полученные данные в отношении антикоагулянтов показывают, что К3ЭДТА имел значительно большие ингибирующие эффекты на свертывание и агрегацию тромбоцитов, чем ACD – A и СТАД, что в результате приводит к более высокой концентрации тромбоцитов в конечном продукте при меньшем объеме забираемой крови.

Введение ОТП осуществлялось под ультразвуковым контролем. Непосредственно перед введением производили активацию тромбоцитов 2 % раствором хлорида кальция 0,1 мл на 2,0 мл ОТП. PRP-терапия (при внесуставном введении) является достаточно болезненной процедурой для пациента, а использование анестетиков и их влияние на функцию и структуру тромбоцитов изучено недостаточно. Так, Bausset O. et all., провели исследования влияния лидокаина на тромбоциты и пришли к выводу о негативном воздействии на агрегационные и некоторые другие свойства [15]. Поэтому локальные анестетики нами не использовались.

Оценивали болевой синдром от введения плазмы по визуальной аналоговой шкале боли – ВАШ (VAS). Данные представлены в таблице 2, где были указаны: выраженность боли, место введения и тип антикоагулянта, используемый при приготовлении ОТП.

Таблица 2 – Среднеарифметическое значение субъективного ощущения боли в момент введения ОТП по шкале ВАШ

Антикоагулянт для ОТП	Среднеарифметическое значение ВАШ	
	при внутрисуставном введении	при локальном (внесуставном) введении
ACD-A (15 пациентов)	2,1	6,5
К3ЭДТА (10 пациентов)	5,6	8,4
СТАД (7 пациентов)	1,9	6,8

Из таблицы 2 видно, что боль при введении обогащенной тромбоцитами плазмы, приготовленной с использованием антикоагулянта ACD-A и СТАД, была достоверно значительно ниже, чем при введении обогащенной тромбоцитами плазмы, приготовленной с использованием антикоагулянта К3ЭДТА, как для внутрисуставного введения, так и при локальной инъекционной терапии. Полагаем, что это можно объяснить раздражающим действием 3-х замещенной калиевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты на ткани организма.

Заключение

ACD-A в качестве антикоагулянта для приготовления ОТП наиболее предпочтителен. Болевая реакция при введении плазмы на его основе значительно меньше, чем при использовании К3ЭДТА, а стоимость шприц-пробирок с ACD-A значительно ниже, чем СТАД. ACD-A оптимально поддерживает метаболизм тромбоцитов и ингибирует их агрегацию обратимо, не повреждая клеточной

мембраны; связывает кальций крови, не нарушая соотношения форменных элементов и плазменных факторов свертывания. Именно этот антикоагулянт используется в банках крови для хранения тромбоцитарной массы для инфузий.

Вывод:

Актуальными параметрами для получение гомогенной ОТП ручным способом из малого объема крови являются:

– двухэтапное центрифугирование;

– оптимальное количество вакуумных шприц-пробирок с антикоагулянтом ACD-A, СТАД или К3ЭДТА. Так, для получения 2,0 мл конечной плазмы необходимо 35 мл крови (пять шприц-пробирок) для антикоагулянта ACD-A, 20 мл крови (пять шприц-пробирок) для К3ЭДТА и 21 мл крови (семь шприц-пробирок) для СТАД;

– ресуспендирование осадка, которое целесообразно выполнять с помощью инъекционного шприца 2,0 мл с заменой иглы 23 G на 20 G.

Для всесторонней оценки эффективности использования антикоагулянтов и плазмы в целом целесообразны дальнейшие клинико-экспериментальные исследования.

Список использованных источников

1. Отечественный и зарубежный опыт применения PRP-терапии в медицине и спортивной практике (обзор литературы) / Г.М. Загородный [и др.] // Прикладная спортивная наука. – 2017. – № 1(5). – С. 83–91.

2. Mlynarek, R.A. Platelet-Rich Plasma (PRP) in Orthopedic Sports Medicine / R.A. Mlynarek, A.W. Kuhn, A. Bedi // Am J Orthop (Belle Mead NJ). – 2016. – N 45(5). – P. 290–326.

3. Marx, R. Platelet-reach plasma (PRP): what is PRP and what is not PRP? / R. Marx // Implant dentistry. – Vol. 10, N 4. – 2001. – P. 225–228.

4. Collection, Transport, and Processing of Blood Specimens for Testing Plasma Based Coagulation Assays and Molecular Hemostasis Assays; Approved Guideline [Electronic resource] / Dorothy M. Adcock [et al.]. – 5 th ed. // Clinical and Laboratory Standards Institute. – 2018. – Vol. 28, N 5. – Mode of access: http://www.renam.ru/citrat-natriya-vybor-koncentracii-3-2-ili-3-8.

5. Dhurat, R. Principles and Methods of Preparation of Platelet-Rich Plasma: A Review and Author's Perspective / R. Dhurat, M.S. Sukesh // J Cutan Aesthet Surg. – 2014. – N 7(4). – P. 189–197.

6. Чазов, Е.И. Антикоагулянты и фибринолитические средства / Е.И. Чазов, К.М. Лакин // Фармакология и токсикология. – 1981. – № 4. – С. 484–493.

7. Организация преаналитического этапа при централизации лабораторных исследований / А.А. Кишкун [и др.] // Реальные клинико-диагностические лабораторные услуги: степень соответствия стандартам лабораторной медицины, качество, себестоимость и цена: Общерос. науч.-практ. конф., Москва, 2–4 окт. 2012 г. – Режим

доступа: http://www.transfusion.ru/2016/08-31-2.pdf. – Дата доступа: 01.10.2020.

8. Fadadu, P. Review of concentration yields in commercially available platelet-rich plasma (PRP) systems: a call for PRP standardization Reg Anesth Pain Med / P. Fadadu, A. Mazzola. – 2019. Apr 16 PMID: 30992411.

9. Ahnadi, Ch. Assessment of platelet activation in several different anticoagulants by the Advia 120 Hematology System, fluorescence flow cytometry, and electron microscopy / Ch. Ahnadi, E. Chapman, M. Lépine. – 2003. – № 90(5). – P. 940–948.

10. Zeiler, T. The effect of ASA on platelet activation during apheresis and on in-vitro properties of stored platelet concentrates / T. Zeiler, D. Gritzka // Transfusion. – 2004. – N 44(9). – P. 1300–1305.

11. Aizawa, H.A Comparative Study of The Effects of Anticoagulants on Pure Platelet-Rich Plasma Quality and Potency / H. Aizawa, H. Kawabata, A. Sato // Biomedicines. – 2020. – Vol. 25, N 8(3). – P. 42.

12. Callan, M. Effects of anticoagulant on pH, ionized calcium concentration, and agonist-induced platelet aggregation in canine platelet-rich plasma / M. Callan, F. Shofer, L. James // Am J Vet Res. – 2009. – N 70(4). – P. 472–477.

13. Optimized preparation method of platelet-concentrated plasma and noncoagulating platelet-derived factor concentrates: maximization of platelet concentration and removal of fibrinogen / J. Araki [et al.] // Tissue Eng Part C Methods. – 2012. – Vol. 18(3). – P. 176–185.

14. Influence of the needle bore size on platelet count and routine coagulation testing / G. Lippi [et al.] // Blood Coagul Fibrinolysis. – 2006. – N 17(7). – P. 557–561.

15. Impact of local anaesthetics and needle calibres used for painless PRP injections on platelet functionality / O. Bausset [et al.] // Muscles Ligaments Tendons. – 2014. – N 4(1). – P. 18–23.

13.11.2020

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПУБЛИКАЦИЯМ В МЕЖДУНАРОДНОМ НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОМ ЖУРНАЛЕ «ПРИКЛАДНАЯ СПОРТИВНАЯ НАУКА»

Международный научно-теоретический журнал «Прикладная спортивная наука» включен в перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по трем отраслям наук:

– *педагогические* (теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры; техническое обеспечение физической культуры и спорта);

– *биологические* (восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия);

– *медицинские* (восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия).

Материалы в журнал представляются по следующим направлениям:

• Психолого-педагогические вопросы подготовки спортсменов и аспекты спортивной тренировки.

• Медико-биологические аспекты спортивной тренировки.

• Спортивная медицина: профилактика патологий, сохранение здоровья спортсменов.

Редакционная коллегия принимает статьи, написанные на высоком научно-теоретическом и методическом уровне, соответствующие современному состоянию рассматриваемой проблемы.

Статьи оформляются в соответствии с требованиями, изложенными в Инструкции по оформлению диссертации, автореферата и публикаций по теме диссертаций, утвержденной постановлением Президиума Государственного высшего аттестационного комитета Республики Беларусь от 24 декабря 1997 г. № 178 «Об утверждении Инструкции по оформлению диссертации и автореферата» (изменения и дополнения: постановление Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 22 февраля 2006 г. № 2 и постановление Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 15 августа 2007 г. № 4), и Межгосударственном стандарте «Общие требования к текстовым документам», ГОСТ 2.105-95.

Для публикации необходимо направить:

– текст статьи в печатном оригинале (2 экземпляра) и электронную версию публикации. Второй экземпляр подписывается автором(ами), число которых не должно быть более 5 человек;

– официальное направление учреждения, в котором выполнена работа, содержащее сведения о возможности опубликования данных материалов ввиду отсутствия в них секретных сведений, не подлежащих разглашению;

– заявку на публикацию с указанием фамилии, имени, отчества автора(ов), полного названия организации, адреса, телефона, названия научного направления журнала, к которому относится статья.

Научная статья должна включать следующие элементы:

– индекс УДК;

– название статьи;

– фамилию и инициалы автора (авторов), ученую степень и звание, полное название организации;

– аннотацию;

– введение;

– основную часть, содержащую цель, методы, организацию, результаты исследований и их обсуждение;

– заключение, завершаемое четко сформулированными выводами;

– список использованных источников;

– дату поступления статьи в редакцию.

Оформление статьи должно удовлетворять следующим требованиям:

Текст научной статьи должен быть набранным в редакторе Word, шрифт Times New Roman, 12 пунктов через 1 интервал с абзацным отступом 1,25 см.

Объем научной статьи должен составлять не менее 0,35 авторского листа (14 000 печатных знаков), но не более 10 страниц.

Принятые сокращения расшифровываются непосредственно в тексте статьи. Не следует употреблять сокращенных слов, кроме общепринятых (т.е., т.д. и т.п.).

Название статьи печатается прописными буквами жирным шрифтом посередине первой строки без переноса. Ниже, через одну строку, по центру – инициалы и фамилия

автора(ов), ученая степень и звание, полное название организации. Далее с абзаца через строку следует аннотация и затем основной текст статьи.

Аннотация (до 10 строк) должна ясно излагать содержание статьи и быть пригодной для опубликования в аннотациях к журналам отдельно от статьи.

Структура основного текста статьи. Такие элементы статьи, как «Введение», «Цель исследования», «Методы и организация исследования», «Результаты исследования и их обсуждение», «Заключение» должны быть выделены курсивом и начинаться с нового абзаца.

В разделе «*Введение*» должен быть дан краткий обзор литературы по данной проблеме, указаны нерешенные ранее вопросы, сформулирована и обоснована цель работы и, если необходимо, указана ее связь с важными научными и практическими направлениями. Во введении следует избегать специфических понятий и терминов. Содержание введения должно быть понятным также и неспециалистам в соответствующей области.

Основная часть статьи должна содержать цель работы, описание методик, аппаратуры, объектов исследования и подробно освещать содержание исследований, проведенных автором (авторами). Полученные результаты должны быть обсуждены с точки зрения их научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными.

Таблицы (не более 2) применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей и располагают после первого упоминания в тексте. Все таблицы должны иметь название и порядковый номер. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире (*например:* Таблица 1 – Результаты педагогического тестирования). Примечание в таблице помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы. На все таблицы должны быть приведены ссылки в тексте. Текст таблицы печатается шрифтом Times New Roman, 10 пунктов.

Иллюстрации – рисунки, графики, диаграммы, фотографии (не более 2) располагают после первого упоминания в тексте. Все иллюстрации должны иметь наименование и при необходимости пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают посередине строки (*например:* Рисунок 1 – Детали прибора).

Формулы, уравнения и сноски, встречающиеся в статье, должны быть пронумерованы в соответствии с порядком цитирования в тексте.

В ссылках слова «таблица», «рисунок», «формула» приводятся полностью (без сокращения).

В разделе *«Заключение»* должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения. При необходимости должны быть также указаны границы применимости полученных результатов.

Список использованных источников следует располагать в конце статьи в порядке появления ссылок в тексте либо в алфавитном порядке.

Список использованных источников должен быть составлен в соответствии с ГОСТ 7.1–2003. Список использованных источников в объем статьи не включается.

Автор несет личную ответственность за направление в редакцию ранее опубликованных статей или статей, принятых к печати другими изданиями.

В одном номере журнала может быть опубликовано не более двух статей одного и того же автора, включая статьи, написанные в соавторстве.

Все представляемые научные материалы подвергаются обязательному рецензированию и проверяются с помощью сервиса antiplagiat.ru. Доля авторского текста должна составлять не менее 70 %.

Публикация статей бесплатная.

Материалы, не удовлетворяющие вышеуказанным требованиям и тематике, не рассматриваются и обратно не высылаются.

Материалы представляются по адресу:

220062, г. Минск, ул. Нарочанская, 8, каб. 504.

e-mail: post@medsport.by

тел. (+375 17) 308 00 11, тел./факс (+375 17) 308 00 01.