

На правах рукописи



Линдт Татьяна Александровна

**МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АДАПТАЦИИ
ХОККЕИСТОВ НА ЭТАПАХ МНОГОЛЕТНЕЙ ПОДГОТОВКИ**

1.5.5. Физиология человека и животных

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени кандидата
биологических наук

Майкоп-2024

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта» Министерства спорта Российской Федерации

Научный руководитель: **Калинина Ирина Николаевна**
доктор биологических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Быков Евгений Витальевич**
доктор медицинских наук, профессор
ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет физической культуры»
заведующий кафедрой спортивной медицины и физической реабилитации, проректор по научно-исследовательской работе
(г. Челябинск)

Корягина Юлия Владиславовна
доктор биологических наук, профессор
ФГБУ «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр федерального медико-биологического агентства России»,
руководитель центра медико-биологических технологий (г. Ессентуки)

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК» (г. Москва)

Защита состоится 04 декабря 2024 года в 09.00 часов на заседании диссертационного совета 24.2.267.02 при ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет» по адресу: 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Пионерская, 260, конференц-зал научной библиотеки АГУ.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке им. Д.А. Ашхамафа ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет» по адресу: 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Пионерская, 260, и на сайте университета adygnet.ru/nauka/aspirantura-doktorantura-dissertatsionnye-sovety/dissertation/6207/

Автореферат разослан « ____ » _____ 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат биологических наук, доцент



Кузьмин
Андрей Александрович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. В настоящее время в системе многолетней подготовки спортсменов важное место занимают знания о возрастных и индивидуально-типологических особенностях адаптации организма к тренировочным воздействиям (А.В. Шаханова с соавт., 2015, 2019; Е.А. Гаврилова, 2015, 2016; Е.М. Бердичевская с соавт., 2018; А.А. Псеунок с соавт., 2020; Е.В. Быков с соавт., 2023 и др.), что приобретает особую значимость в приложении к юношескому спорту (Л.В. Булыкина с соавт., 2021; А.Р. Тугуз с соавт., 2022; К.Д. Чермит с соавт., 2022).

Занятия хоккеем, имеющим особое значение в регионах Сибири ввиду доступности и популярности, сопряжены с постоянно возрастающими от этапа начальной подготовки и до этапа высшего спортивного мастерства физическими нагрузками. Интенсивная мышечная деятельность не только вызывает морфофункциональные перестройки, специфические для этого вида спорта: высокий уровень развития кинестетической чувствительности, миофибриллярная гипертрофия, увеличение объема гликолитических волокон в скелетных мышцах и др. (J.A. Potteiger et al., 2010; J.F. Vigh-Larsen et al., 2019), но и подразумевает приспособление к определенным факторам среды. Изменения температуры окружающего воздуха при переходе из теплых помещений на лед, длительное нахождение в условиях низких температур и другие факторы при подготовке юных хоккеистов также лимитируют уровень биологической надежности организма, вызывая постоянные изменения диапазона функционального резерва (A. Lumme et al., 2003; A. Galazka-Franta et al., 2016; Н.А. Симонова с соавт., 2021). В этом плане занятия хоккеем представляют уникальную модель двигательной деятельности, успешность выполнения которой определяется биологической надежностью, реактивностью, резистентностью и оптимальным запасом резервных возможностей организма.

Мультифакторное влияние на организм и сложность такого вида спорта как хоккей обуславливают специфические особенности перестройки организма и формирование адаптивной функциональной системы (АФС), которая путем консолидации межсистемных и внутрисистемных связей в каждом конкретном случае сохраняет гомеостаз, обеспечивает оптимальный уровень функционирования в условиях взросления организма и значительных физических нагрузок (К.В. Судаков, 2000; П.К. Анохин, 1980, 2008; А.И. Пьянзин с соавт., 2014 и др.). Нельзя не учитывать, что при формировании специальной АФС для достижения успешного спортивного результата в качестве системообразующего фактора выступают потребность и мотивация. При этом одинаковая нагрузка на разной морфофункциональной основе может быть и абсолютно полезной, и чрезмерной, ведущей к перенапряжению организма и уходу из спорта (А.В. Шаханова, 1998). В работе А.В. Шахановой (1998) показано, что первая волна отсева имеет место на ранних этапах становления спортивного мастерства (в среднем 25%), вторая – в подростковый период (14%), когда адаптация к возросшим физическим нагрузкам на этапе спортивной специализации сопровождается большим напряжением регуляторно-адаптивных систем и более

медленным восстановлением. Неудовлетворительное самочувствие, отрицательные эмоции приводят к формированию активно-негативного отношения к тренировкам, потери мотивации и прекращению занятий спортом. В связи с этим возникает необходимость выяснения морфофункциональных характеристик адаптации организма хоккеистов с позиции системного подхода, т.к. именно в этом случае организм может рассматриваться как специальная адаптивная функциональная система, имеющая структурные и качественные особенности, обеспечивающая одновременно гомеостаз в процессе онтогенеза и находящаяся в то же время под влиянием факторов внешней среды в виде интенсивных физических нагрузок. Определение критериев морфофункциональной адаптации на этапах многолетней подготовки хоккеистов побудило к научному поиску и обусловило актуальность предпринятого диссертационного исследования.

Степень разработанности темы исследования. В современных литературных источниках отражены данные, затрагивающие вопросы изучения отдельных показателей физического развития (М.В. Панков, 2012; Е.Ф. Сурина-Марышева с соавт., 2017, 2021; Н.В. Павлова с соавт., 2017 и др.), сердечно-сосудистой системы (Ю.М. Иванова, 2017; М.В. Шайхелисламова с соавт., 2015-2018 и др.) и ее вегетативной регуляции (Е.Ф. Сурина-Марышева с соавт., 2021; Ф.А. Иорданская, 2021 и др.) у хоккеистов разного возраста, а также их физической работоспособности и ответной реакции организма на нее (Ф.А. Мавлиев с соавт., 2018; J.R. Leiter et al., 2018; M. Kokinda et al., 2020; Е.В. Быков с соавт., 2023). В то же время аспекты, касающиеся изучения адаптационных перестроек гемодинамики и системы внешнего дыхания в процессе многолетних тренировок у хоккеистов, представлены фрагментарно (И.В. Левшин с соавт., 2013; В.В. Селиверстова с соавт., 2016). Большинство работ, раскрывающих особенности физической работоспособности на этапах становления спортивного мастерства, обосновывают их лишь в части общей выносливости, тогда как в обеспечении мышечной деятельности в хоккее немаловажную роль играет развитие ее анаэробного компонента (J.R. Leiter et al., 2018; M. Kokinda et al., 2020; С.С. Жаворонков с соавт., 2023).

Несмотря на имеющиеся в современной физиологии спорта сведения, раскрывающие особенности функционирования организма юных хоккеистов, отсутствует комплексность знаний в части формирования долговременных адаптационных перестроек, и характеристик морфологической и функциональной адаптации, обеспечивающих приспособительный полезный результат при многолетней спортивной подготовке, хотя именно этот возрастной период является наиболее важным для становления спортивного мастерства. Недостаток проработанности проблемы в этой области, а также данных о влиянии многолетних мышечных нагрузок на растущий организм не позволяет спортивным физиологам, а также тренерам детских и юношеских хоккейных команд в полной мере оценить воздействие тренировочных нагрузок на морфофункциональное созревание организма спортсмена в физиологическом плане, что и обуславливает актуальность предпринятого исследования.

Цель исследования: выявить совокупность характеристик морфологической и функциональной адаптации хоккеистов на этапах многолетней подготовки с позиции системного адаптогенеза.

Задачи исследования:

1. Выявить возрастные особенности физического развития и функционального состояния организма хоккеистов 11-21 года.

2. Определить информативные морфофункциональные характеристики срочной и долговременной адаптации, а также критерии, лимитирующие оптимальное функционирование организма хоккеистов в условиях напряженной мышечной деятельности на этапах спортивной подготовки.

3. На основе комплекса морфофункциональных показателей разработать модель специальной адаптивной функциональной системы, характеризующую биологическую надежность организма хоккеистов в условиях многолетней спортивной подготовки.

Научная новизна исследования. Исследование вносит вклад в изучение закономерностей долговременной и срочной адаптации организма хоккеистов к напряженной мышечной деятельности. В работе впервые:

- определены наиболее значимые для каждого из этапов многолетней подготовки хоккеистов особенности долговременной адаптации, возрастные характеристики физического развития, гемодинамики, системы внешнего дыхания, регуляции сердечного ритма, аэробной и анаэробной работоспособности, определяющие биологическую надежность организма при занятиях хоккеем;

- установлено, что тренировочными этапами, на которых определяется оптимальное функциональное состояние организма хоккеистов, являются – этап спортивной специализации (ПНС, 11-12 лет), этап совершенствования спортивного мастерства (17-18 лет), что обеспечивается определенной структурой специальной АФС;

- выявлены критерии для каждого из этапов многолетней подготовки, ограничивающие эффективность долговременной адаптации к интенсивным мышечным нагрузкам и лимитирующие оптимальное функционирование организма хоккеистов в условиях напряженной мышечной деятельности хоккеистов;

- установлено, что срочная адаптация сердечно-сосудистой системы хоккеистов к дозированной физической нагрузке анаэробного характера характеризуется подавляющим преобладанием дистонического типа реакции во всех возрастных группах хоккеистов, кроме возраста 13-14 лет, в котором преобладающим является гипотонический тип (неблагоприятный);

- разработаны шкалы дифференцированной оценки и балльные значения наиболее информативных показателей срочной и долговременной адаптации для каждого из этапов многолетней подготовки, а также нормированное значение КЭА оптимального функционального состояния организма хоккеистов (КЭА = 0,16-0,20 усл.ед.);

- обоснована и количественно зафиксирована структура, составляющая модель специальной АФС хоккеистов, формирующаяся по принципу гетерохронности и консолидации, с выделением ведущего компонента, которая

обеспечивает долговременное приспособление в условиях многолетней спортивной подготовки.

Теоретическая значимость исследования. Полученные новые знания о морфофункциональных особенностях адаптации организма хоккеистов в процессе многолетней спортивной подготовки углубляют теорию общей адаптации и стресса; расширяют положения физиологии о закономерностях роста, развития организма человека и механизмах формирования специальной адаптивной функциональной системы при занятиях спортом. Примененные методы корреляционного и факторного анализа позволили выявить основные критерии морфофункционального состояния организма юного хоккеиста, определить их количественные характеристики, обуславливающие биологическую надежность и устойчивость организма к физическим воздействиям. Получены дополнительные факты, характеризующие качественные изменения в структуре специальной АФС хоккеистов от этапа спортивной специализации до этапа высшего спортивного мастерства, позволяющие расширить современные представления в области теории функциональных систем, которые дают возможность управлять изменениями стратегии адаптации и предупреждать процессы дезадаптации при занятиях спортом.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования результатов исследования в качестве маркеров оптимального функционального состояния организма хоккеистов в системе текущего и углубленного медицинского обследования на различных этапах многолетней подготовки. Полученные результаты исследования могут быть использованы при диагностике донозологических состояний организма спортсмена и острых физических перенапряжений в спорте. Разработанные шкалы дифференцированной оценки основных физиологических показателей хоккеистов позволяют осуществлять индивидуализацию тренировочного процесса и могут быть использованы в системе комплексного медико-биологического контроля. Представленные в работе модельные характеристики морфофункционального состояния организма юных хоккеистов могут быть положены в основу системы комплектования спортивных групп, перевода в группу высшего спортивного мастерства, а также для спортивного отбора потенциальных чемпионов.

Результаты исследования используются в тренировочном процессе бюджетного учреждения г. Омска «Спортивная школа А.В. Кожевникова» (г. Омск, 25.05.2022), в учебном процессе ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта» на кафедре теории и методики футбола и хоккея (г. Омск, 23.03.2022), ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма» на кафедре физиологии (г. Краснодар, 29.03.2022).

Теоретическую основу исследования составили: теория общей адаптации (Г. Селье, 1960; Ф.З. Меерсон, 1988; Н.А. Агаджанян, 2006; А.С. Солодков, 2006, 2013); концепция онтогенеза (А.А. Маркосян, 1969; А.Г. Щедрина, 2003 и др.); представления о диагностике и количественной оценке адаптационных возможностей человека (Н.А. Фомин, 2003; Н.А. Агаджанян, 2006; Н.И. Шлык, 2009 и др.); теория функциональных систем (П.К. Анохин, 1980; К.В. Судаков,

2000 и др.); представление о биологической надежности организма (А.А. Маркосян, 1969; Р.М. Баевский, 1985, 1997); теория и методика хоккея (Ю.В. Никонов, 2009; В.П. Савин, 2021).

Методологической основой исследования явились современные научные представления о системном подходе к оценке функционального состояния организма спортсмена; гетерохронности развития форм и функций человека; адаптации организма к двигательной деятельности с использованием методов анализа научно-методической литературы, комплекса физиологических и инструментальных методов оценки функционального состояния организма хоккеистов.

Организация и методы исследования. Исследования проводились в подготовительном периоде годичного тренировочного цикла тренировки на базе кафедры естественно-научных дисциплин и Научно-исследовательского института деятельности в экстремальных условиях ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта». В исследовании принимали участие 172 хоккеиста 5-ти возрастных групп (11-12 лет (n=36), 13-14 лет (n=34), 15-16 лет (n=34), 17-18 лет (n=37) и 19-21 год (n=31)), находящихся, соответственно, на этапе спортивной специализации (СС), этапе совершенствования спортивного мастерства (ССМ) и этапе высшего спортивного мастерства (ВСМ) многолетней подготовки. Распределение тренировочных средств общей и специальной подготовки возрастало по мере взросления от этапа к этапу в сторону увеличения доли специализированных нагрузок: специальной физической подготовки (от 10-11% до 13-14%), тактической подготовки (от 7-9% до 13-15%). Снижение доли общей физической подготовки наблюдалось от 10-11% до 3-4% и технической подготовки от 15-16% до 5-6%. Общее количество часов в год составляло: на этапе СС – 728 и 936 для возрастных групп 11-12 лет и 13-14 лет соответственно; на этапе ССМ – 1248 и 1456 для 15-16 лет и 17-18 лет соответственно; на этапе ВСМ – 1664. При этом доля физической нагрузки на этапе СС составляла 57-63% и 52-59% соответственно, ССМ – 48-59%, ВСМ – 49-55%. Контрольные группы составили лица, не занимающиеся спортом (n=211) того же возраста. Для всех исследуемых соблюдался принцип единства требований при проведении обследований и Международные биоэтические нормы согласно Хельсинской декларации.

Для изучения морфофункционального состояния хоккеистов использовался комплексный подход с оценкой:

- *уровня физического развития* – соматометрия, физиометрия, методы индексов (Г.А. Макарова, 2002; Э.Г. Мартиросов, 2010; Б.Х. Ланда, 2011);
- *функционального состояния дыхательной системы* – спирометрия, спирография («СпироС-100», Россия), гипоксические пробы Штанге и Генчи;
- *функционального состояния ССС, центральной гемодинамики и биоэлектрической активности сердца* – тетраполярная реография (W.G. Kubicek et al., 1966 в модификации Ю.Т. Пушкаря с соавт., 1977), ЭКГ, ЭхоКГ (ультразвуковой диагностический комплекс «LOGIC 5 General Electric», США);
- *вариабельности ритма сердца, спектрального анализа сердечного ритма* – «Поли-Спектр-12», расчетные методики;

- степени напряжения регуляторных механизмов (Р.М. Баевский, 1984);
- пульсометрии и тонометрии (Omron MX);
- типа кровообращения (Н.В. Иванов, 1988; А.Г. Дембо с соавт., 1989);
- физической работоспособности – ступенчато-возрастающая нагрузка на велоэргометре: тест PWC₁₇₀ (В.Л. Карпман, 1988) и тест W_{суб} – педалирование с максимальным темпом в течение 1 минуты при ЧСС свыше 180 уд/мин (Л.Г. Харитонова, 2007);
- аэробных возможностей организма – по величине максимального потребления кислорода (МПК) (В.Л. Карпман, 1988).

Для выявления взаимосвязей между изучаемыми показателями в каждой возрастной группе хоккеистов использовался метод корреляции Спирмена. Для оценки эффективности адаптации рассчитывался коэффициент эффективности адаптации (КЭА), который определялся по отношению числа сильных («жестких», $r > 0,7$) корреляционных связей к общему числу достоверных связей. Многофакторный анализ проводился с целью сокращения числа переменных и определения структуры взаимосвязей между переменными.

Положения, выносимые на защиту:

1. Увеличение биологической надежности организма хоккеистов является результатом долговременной адаптации организма к интенсивным мышечным нагрузкам, и проявляется в следующем: более раннее (на 1-2 года, относительно лиц, не занимающихся спортом) физическое развитие; повышение экономичности и резервных возможностей системы дыхания с высоким уровнем активности подкорковых нервных центров к этапу СС (13-14 лет); формирование гипокинетического типа кровообращения, увеличение парасимпатической активности в регуляции сердечного ритма и индекса централизации в управлении сердечным ритмом (ИЦ >2 усл.ед.) к этапу ССМ (15-16 лет); достижение высокого уровня анаэробной (к 15-16 годам) и аэробной физической работоспособности (к 17-18 годам), превышающей показатели взрослых нетренированных людей.

2. Консолидация специальной АФС организма хоккеистов с выделением центрального ведущего звена подчинена особенностям тренировочного процесса. С возрастом и повышением уровня тренированности увеличивается значимость её структурных компонентов: соматический и гормональный компонент адаптации (15-16 лет и 19-21 год); дыхательный компонент (в 13-14 лет); гемодинамический компонент (15-16 лет); возрастание влияния центрального контура регуляции (в 11-12 лет и 17-18 лет).

3. Эффективность срочного и долговременного приспособления организма хоккеистов к интенсивной мышечной деятельности проявляется уменьшением количества компонентов специальной АФС (с 33 до 9) и увеличением силы взаимосвязей ($r=0,71-0,99$) между структурными элементами от этапа к этапу многолетней подготовки. Критерием, определяющим оптимальный уровень функционирования специальной АФС у хоккеистов, является коэффициент эффективности адаптации, варьирующий в диапазоне КЭА=0,16-0,20, который характеризует формирование устойчивой адаптации к высокому уровню физических нагрузок и завершение морфофункциональных перестроек организма на этапе совершенствования спортивного мастерства (17-18 лет).

4. Модельные характеристики морфофункционального состояния организма хоккеистов базируются на основе показателей нормированных шкал дифференцированной оценки для каждого этапа многолетней подготовки хоккеистов. Оптимальным считается уровень морфофункционального состояния с диапазоном 88-145 баллов.

Степень достоверности результатов исследования:

Высокий уровень достоверности данных обеспечивался проведением исследования в лабораторных условиях, использованием апробированных и валидизированных методов и инструментальных методик (соматометрия, физиометрия, спирометрия, тетраполярная реополикардиография, кардиоинтервалография, спектральный анализ ритма сердца, ЭКГ, ЭхоКГ, велоэргометрия). Используются современные методы обработки полученной информации, включая теоретический анализ и обобщение данных специальной научно-методической литературы, традиционные методы математической статистики (в том числе t-критерий Стьюдента, U-критерий Манна-Уитни, метод ранговой корреляции Спирмена, многофакторный анализ). Представлен необходимый объем экспериментальных данных, обеспеченный репрезентативностью выборки.

Публикации по теме диссертационного исследования. Опубликовано 31 печатная работа, из которых 5 в рецензируемых журналах из перечня ВАК РФ. Четыре публикации относятся к категории К2 и одна к категории К3.

Апробация результатов исследования. Основные результаты исследования представлены и обсуждены на конференциях различного уровня, из них международные: «Современные проблемы формирования и укрепления здоровья» (Брест, 2015), «Современные проблемы спорта, физического воспитания и адаптивной физической культуры» (Донецк, 2016), «Олимпийский спорт и спорт для всех» (Санкт-Петербург, 2016), XXIII съезд Физиологического общества имени И.П. Павлова (Воронеж, 2017), Международный научно-практический конгресс, посвященный 100-летию ГЦОЛИФК (Москва, 2018), «Физическая культура и спорт. Олимпийское образование» (Краснодар, 2020, 2021), «Спорт, человек, здоровье» (Санкт-Петербург, 2017, 2021, 2023).

Личный вклад автора. Автор принимал непосредственное участие в планировании, организации и проведении исследования, обработке данных с использованием современных статистических методов, анализе и интерпретации результатов. Автором самостоятельно поставлены цель и задачи исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту, обоснованы выводы, осуществлен сбор результативного материала, подготовлен текст диссертации и автореферата, разработаны практические рекомендации. Личный вклад автора в выполнение исследования составил 90%.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 1.5.5. Физиология человека и животных в п. 4 – закономерности функционирования основных систем организма (нервной, внутренней секреции, иммунной, сенсорной, двигательной, крови, кровообращения, лимфообращения, дыхания, выделения, пищеварения, репродуктивной и др.) при различных состояниях организма; п. 6 –

системная организация физиологических функций на уровне клеток, тканей, органов и целого организма; п. 9 – физиологические механизмы адаптации к различным формам, видам и условиям деятельности, в том числе экстремальным. Разработка технологий адаптивного управления физиологическими функциями человека в экстремальных природно-климатических условиях.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 196 страницах компьютерного текста. Состоит из введения, четырех глав, обсуждения результатов исследования, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, приложений. Работа проиллюстрирована 31 таблицей и 28 рисунками. В списке литературы содержится 273 источника, из которых 59 иностранные.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Аспекты долговременной морфофункциональной адаптации организма хоккеистов на этапах многолетней подготовки

Надежность биологической системы, как способность сохранять целостность и выполнять свойственные ей функции в течение определенного времени под влиянием факторов внешней среды обеспечивается механизмами, позволяющими расширять или снижать границы жизненных возможностей (А.А. Маркосян, 1969). При занятиях спортом биологическая надежность обеспечивается приспособительными морфофункциональными перестройками организма к условиям мышечных нагрузок, которые осуществляются под контролем ЦНС благодаря формированию специальных функциональных систем адаптации, включающих корковые и подкорковые отделы головного мозга и эндокринные железы (Р.М. Баевский с соавт., 1997).

Для решения первой задачи исследования и определения особенностей долговременной адаптации в условиях интенсивной мышечной деятельности при занятиях хоккеем были изучены возрастные особенности физического развития и функционального состояния хоккеистов на каждом из этапов многолетней подготовки. Полученные данные сравнивались с данными юношей такого же возраста, не занимающихся спортом.

При изучении морфофункциональных особенностей организма хоккеистов 11-21 года на различных этапах многолетнего тренировочного цикла выявлено, что показатели ФР хоккеистов во всех возрастных группах превышают таковые значения контрольных групп (КГ) ($p < 0,05$). У хоккеистов 11-12 и 13-14 лет (этап СС: периоды начальной и углубленной специализации) в большинстве случаев преобладает мезоморфный тип развития (90%, 71%). К возрасту 17-18 лет и 19-21 год (этапы ССМ (свыше 2-х лет) и ВСМ) у хоккеистов встречается брахиморфный тип развития (81% и 96%). Максимальное увеличение ОГК у хоккеистов наблюдается в возрастном периоде с 13-14 до 15-16 лет (11%), в КГ имеется 2 ростовых скачка этого показателя – с 11-12 до 13-14 лет и с 13-14 до 15-16 лет (4% и 5%). Наибольший прирост абсолютных силовых показателей кистевой динамометрии левой и правой рук выявлен с 13-14 до 15-16 лет независимо от уровня двигательной активности: у хоккеистов прирост для правой и левой руки

составляет 54% и 51% соответственно, что значительно ($p < 0,05$) превышает значения КГ. Относительные значения силы мышц спины хоккеистов отличаются от данных КГ ($p < 0,05$), начиная с возраста 11-ти лет до 16-ти лет.

Установлено превосходство хоккеистов по показателям функций внешнего дыхания и гипоксических проб по отношению к данным КГ, обусловленное долговременным приспособлением к анаэробным условиям, возникающим во время игры, и постепенным увеличением доли анаэробных (скоростно-силовых) нагрузок в тренировках. Максимальные темпы прироста ЖЕЛ у хоккеистов отмечены с 11-12 до 13-14 лет и с 13-14 до 15-16 лет (25% и 21% соответственно); увеличение ЖИ происходит на этапе СС (период углубленной специализации) с 13-14 лет и сохраняется до 15-16 лет (Рисунок 1). Максимальное увеличение РОвд у хоккеистов отмечено в возрастных диапазонах с 11-12 до 13-14 лет и с 13-14 до 15-16 лет, что составило 28% и 30% соответственно, и достоверно превышает значения КГ ($p < 0,05$). Существенное увеличение РОвыд у хоккеистов также происходит в двух возрастных отрезках на этапах СС и ССМ: с 11-12 до 13-14 лет (на 25%) и от 15-16 до 17-18 лет (на 46%). Частота дыхания испытуемых с возрастом уменьшается, что рассматривается как проявление экономизации деятельности системы дыхания. У хоккеистов на всех этапах многолетней подготовки выявлены более высокие относительно возрастной нормы значения ДО и МОД. Значения МВЛ увеличиваются параллельно с возрастом и к 19-21 году возрастают примерно в два раза относительно значений 11-12-летних подростков, независимо от занятий спортом ($p < 0,05$) (Рисунок 1).

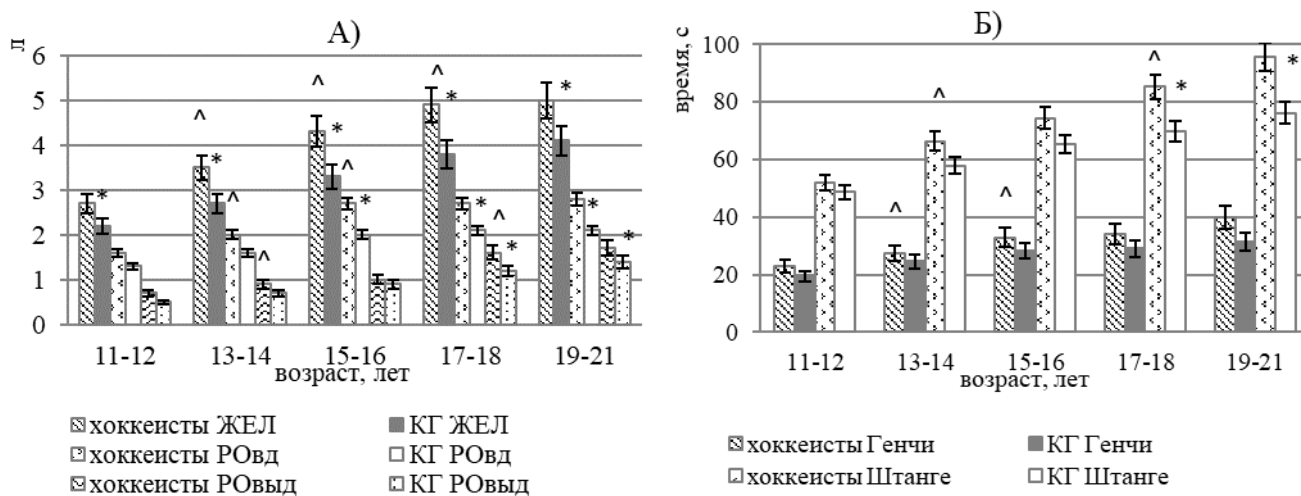


Рисунок 1 – Показатели системы дыхания (А) и гипоксических проб (Б) хоккеистов и лиц, не занимающихся спортом, 11-21 года

Примечание: различия достоверны при $p < 0,05$: ^ – по отношению к предыдущей возрастной группе хоккеистов; * – между хоккеистами и КГ

Начиная с периода углубленной специализации этапа СС (13-14 лет) у хоккеистов наблюдаются более высокие ($p < 0,05$) показатели гипоксических проб, чем у юношей КГ. При задержке дыхания на вдохе различия показателей достоверны среди хоккеистов на этапах ССМ (свыше 2-х лет) и ВСМ (17-18 лет и 19-21 год) ($p < 0,05$) ($85,2 \pm 2,8$ и $95,6 \pm 3,1$ соответственно). Максимальные темпы прироста значений показателей задержки дыхания на выдохе обнаруживаются у

хоккеистов от 11-12 до 13-14 лет и от 13-14 до 15-16 (19% и 18% соответственно); максимальное увеличение темпов прироста показателей пробы Штанге от 11-12 до 13-14 лет и составляет при этом 24% у хоккеистов и 17% у лиц КГ.

С возрастом и увеличением стажа занятий у хоккеистов в условиях относительного покоя снижается ЧСС (в среднем с 80 до 66 уд/мин); МОК (л), достигает к 17-18-летнему возрасту значений взрослых людей. Выявлено увеличение САД (до $120,8 \pm 1,3$ мм рт.ст.), ПД (до $46,8 \pm 1,2$ мм рт.ст.) и УО (до $69,4 \pm 1,2$ мл). Особенностью хоккеистов является формирование в возрастном диапазоне от 11-12 лет до 19-21 года более экономичного режима функционирования ССС за счет увеличения ОПСС, УПСС и снижения сердечного индекса. Полученные данные подтверждаются тем фактом, что параллельно с уровнем тренированности изменяется и тип кровообращения (Рисунок 2). На этапе СС (ПНС, 11-12 лет) преобладают спортсмены с ЭТК (65%), на этапе СС ПУС (13-14 лет) в равной степени встречаются ГТК и ГрТК (по 37%), на последующих этапах подготовки (15-16, 17-18 лет и 19-21 год) превалирует количество хоккеистов с ГТК (59%, 87% и 94% соответственно) (Рисунок 2А).

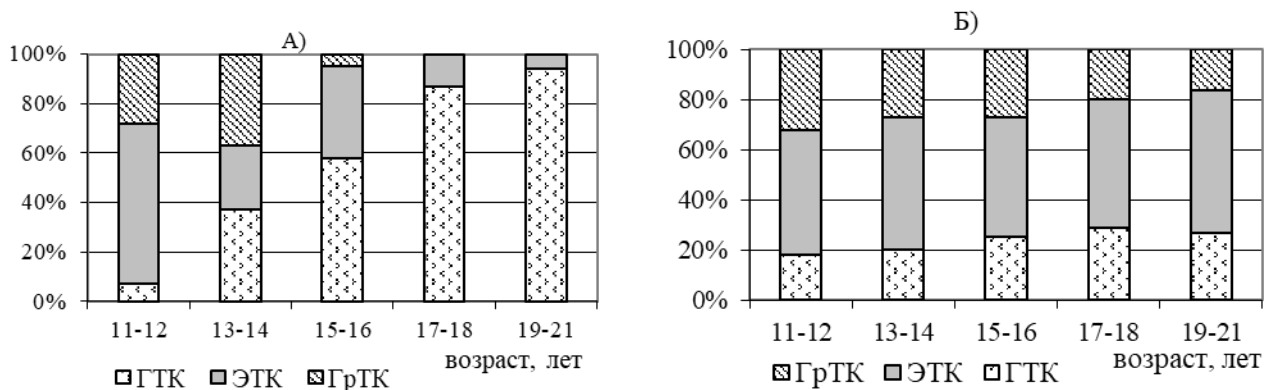


Рисунок 2 – Соотношение типов кровообращения у хоккеистов (А) и лиц, не занимающихся спортом, (Б) 11-21 года, %

По данным ЭхоКГ, выявлен достоверный прирост массы миокарда левого желудочка с $77,7 \pm 15,8$ г (11-12 лет) до $129,4 \pm 27,3$ г к 15-16 годам ($p < 0,05$), что составляет 60%. Максимальные увеличения темпов прироста структурно-функциональных показателей миокарда отмечаются в возрастном периоде от 11-12 лет до 13-14 лет. В этом же возрастном периоде конечный систолический объем (КСО) увеличивается на 31% (с 20,9 до 28,7 мл), КДО – на 24% (с 71,7 до 91,5 мл).

При анализе биоэлектрической активности миокарда в условиях относительного покоя у хоккеистов 11-21 года в 68% случаев выявлены отклонения в ЭКГ от нормы. В возрастных группах 11-12 и 15-16 лет чаще всего встречались нарушения автоматизма (59% и 47%), которые проявлялись в виде миграции водителя ритма и выраженной синусовой аритмии. В старших возрастных группах, а именно с 17 лет, у ряда спортсменов в 10% случаев отмечалась выраженная брадикардия. У хоккеистов 17-18 лет (этап ССМ, свыше 2-х лет) выявлены изменения в конечной части желудочкового комплекса, характеризующие процессы реполяризации, что может быть связано с электролитными изменениями и процессами метаболизма сердечной мышцы.

Характер нарушений биоэлектрической активности миокарда в разных возрастных группах менялся, что, вероятно, связано с увеличением биологической зрелости организма и стажа занятий спортом. В ответ на физическую нагрузку анаэробной направленности у спортсменов младших возрастных групп, по данным ЭКГ, в большем проценте случаев наблюдается благоприятная реакция (71%). Выявлена тенденция к снижению количества благоприятных реакций у хоккеистов с увеличением возраста, и в 19-21 год (этап ВСМ) она отмечается только у 41% спортсменов.

Суммарная активность нейрогуморальных влияний на СР имеет максимальные значения в 13-14 лет у хоккеистов ($TP = 7373 \pm 357,2 \text{ мс}^2$), у подростков КГ значения данного показателя значительно ниже ($5850 \pm 285,2 \text{ мс}^2$) ($p < 0,05$). С возрастом и ростом уровня тренированности у хоккеистов наблюдается тенденция к уменьшению TP ($p < 0,05$) с минимальными значениями в возрасте 19-21 год ($5355 \pm 334,7 \text{ мс}^2$). Распределение составляющих спектра ВРС во всех контрольных группах соответствует ненапряженному вегетативному балансу – $LF > VLF < HF$. У хоккеистов данное соотношение имеет различия в зависимости от возраста: в 11-12 лет ($1078 < 4075 > 1835 \text{ мс}^2$) и в 19-21 год ($1606 < 2192 > 1555 \text{ мс}^2$) – $VLF < HF > LF$ – относительная ваготония. В возрасте 15-16 и 17-18 лет (этап ССМ) наблюдается напряженный вегетативный баланс ($HF > LF < VLF$) ($3021 > 2016 < 2120$ и $2916 > 1971 < 2274 \text{ мс}^2$ соответственно), в 13-14 лет – ненапряженный вегетативный баланс $LF > VLF < HF$ ($2243 > 1426 < 3775 \text{ мс}^2$).

Установлено, что регуляция ритма сердца имеет возрастные особенности и связана с процессами долговременной адаптации к напряженной специфической мышечной деятельности для хоккея. В возрастной группе 11-12 лет (этап СС, ПНС) преобладают хоккеисты с ваготонией (62%), в 13-14 лет (этап СС, ПУС) – спортсмены с симпатикотонией (42%). В старших возрастных группах хоккеистов практически в равной степени наблюдаются эйтония и ваготония. Во всех возрастных диапазонах исследуемых КГ чаще отмечается состояние эйтонии (Рисунок 3).

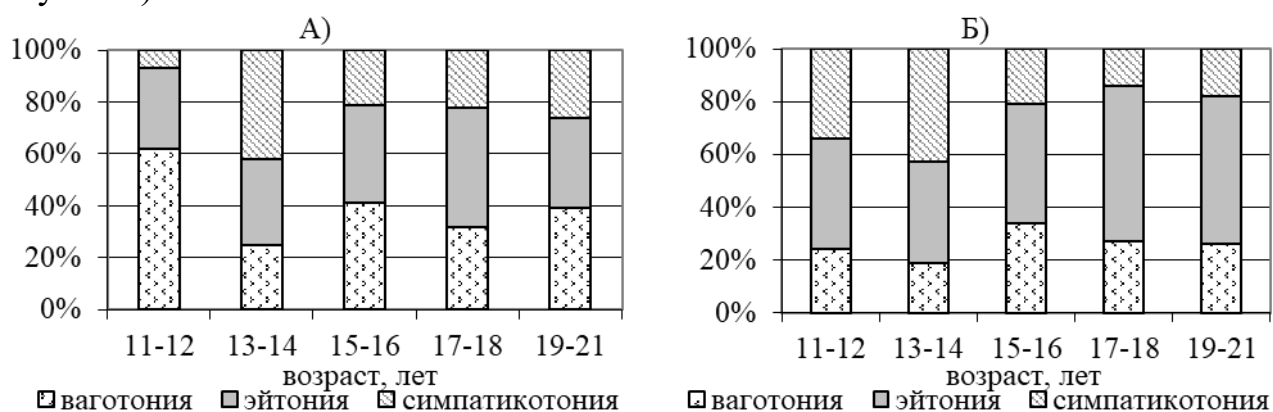


Рисунок 3 – Структура распределения исходного вегетативного тонуса по данным КИГ хоккеистов (А) и лиц, не занимающихся спортом, (Б) 11-21 года, %

Уровень управления сердечным ритмом у хоккеистов, оцениваемый по показателю индекса централизации, резко возрастает ($p < 0,05$) к возрасту 15-16 лет (2,3 усл.ед.), по сравнению с возрастными группами 11-12 и 13-14 лет (1,0 и 1,1

усл.ед. соответственно) ($p < 0,05$). В дальнейшем наблюдается его снижение: в 17-18 лет – 2,1 усл.ед. и в 19-21 год – 1,5 усл.ед. В КГ индекс централизации увеличивается с возрастом и достигает 2,95 усл.ед. к 15-16 годам.

Изменение ИАПЦ у всех исследуемых имеет одинаковую направленность, но у хоккеистов 11-12 и 13-14 лет (этап СС) данный показатель значительно выше (1,7 и 2,1 усл. ед. соответственно) ($p < 0,05$), чем в КГ (1,1 и 1,5 усл.ед.), что указывает на более высокую активность сердечно-сосудистого подкоркового центра. В возрастном периоде 15-16 лет (этап ССМ, до 2-х лет) у хоккеистов происходит его снижение до 1,3 усл.ед. и стабилизация показателей.

Срочная адаптация ССС хоккеистов к нагрузкам аэробной и анаэробной направленности на этапах многолетней подготовки

Уровень общей физической работоспособности (тест PWC_{170}), как абсолютной, так и относительной, у хоккеистов с возрастом увеличивается. Максимальных значений уровень абсолютной общей физической работоспособности достигает к этапу ВСМ (19-21 год); относительная физическая работоспособность наиболее высока у хоккеистов на этапе ССМ (свыше 2-х лет, 17-18 лет) (Рисунок 4). Аэробная физическая работоспособность выше ($p < 0,05$) у хоккеистов во всех возрастных группах по сравнению с КГ, такая же тенденция отмечена и для относительных показателей.

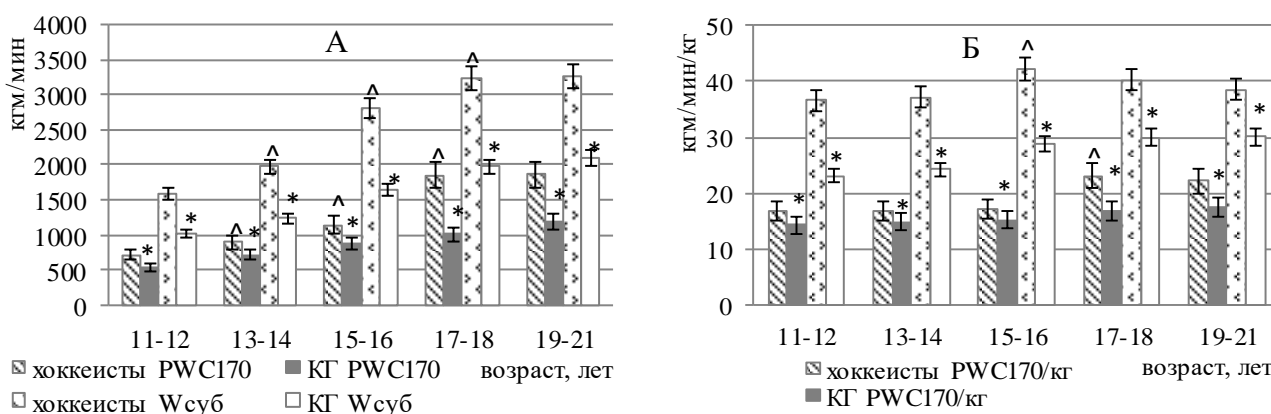


Рисунок 4 – Показатели абсолютной (А) и относительной (Б) аэробной и анаэробной физической работоспособности хоккеистов и лиц, не занимающихся спортом, 11-21 года

Примечание: различия достоверны при $p < 0,05$: ^ – по отношению к предыдущей возрастной группе хоккеистов; * – между хоккеистами и КГ

Максимальный прирост абсолютных и относительных показателей аэробной (общей) физической работоспособности у хоккеистов отмечается в возрастном диапазоне от 15-16 до 17-18 лет (на 47% и 30% соответственно), когда все более совершенствуется функция сердечно-сосудистой и дыхательной систем на фоне стабилизации физического развития. Значения $MПК_{абс}$ более высоки ($p < 0,05$) у хоккеистов всех возрастов по отношению к данным КГ. Значения $MПК_{отн}$ достоверно превышают значения КГ, начиная лишь с 15-16 лет ($54,0 \pm 1,06$

мл/мин/кг – у хоккеистов, $42,6 \pm 1,23$ мл/мин/кг – в ГС). Между тем у хоккеистов в возрастных периодах от 11-12 до 13-14 лет и от 17-18 лет до 19-21 года отмечается снижение значений $MPK_{отн}$ (на 4,0% и 4,8 % соответственно). Значительный прирост $MPK_{абс}$ происходит до возраста 17-18 лет (этап ССМ, свыше 2-х лет), при этом наиболее значимое увеличение данного показателя ($p < 0,05$) выявлено в возрастных диапазонах от 13-14 до 15-16 лет (на 26%), от 15-16 до 17-18 лет (35%).

Установлено, что увеличение уровня работоспособности у хоккеистов в условиях многолетних тренировочных занятий носит неравномерный поступательный характер. Абсолютные значения анаэробной физической работоспособности в субмаксимальной зоне мощности у хоккеистов во всех возрастных группах имеют значимые различия с показателями КГ и более высоки ($p < 0,05$). Относительные значения у хоккеистов достигают максимума к 15-16 годам (этап ССМ, до 2-х лет) с последующим их снижением вследствие увеличения МТ, в КГ данный показатель увеличивается постепенно от возраста к возрасту. Реакция ССС хоккеистов на анаэробную нагрузку характеризуется подавляющим преобладанием дистонического типа реакции ССС во всех возрастных группах кроме 13-14-летних хоккеистов (этап СС, ПУС), у которых в 54% случаев наблюдается ГТК (неблагоприятный тип). Выявлено, что стабилизация хронотропной функции сердца у хоккеистов происходит уже к 17-18 годам, что на 2-3 года раньше, чем у лиц КГ. Максимальный прирост ИХР (на 18,4%) при выполнении теста PWC_{170} у хоккеистов отмечен с 15-16 до 17-18 лет ($p < 0,05$), тогда как в КГ значимое увеличение ИХР происходит от 13-14 до 15-16 лет.

При выполнении физической работы в анаэробных условиях ИХР (усл.ед.) у хоккеистов максимально увеличивается на этапе ССМ в возрастном диапазоне от 15-16 до 17-18 лет (10,2%), в КГ выделяются два возрастных периода значительного прироста: от 11-12 до 13-14 лет и от 17-18 лет до 19-21 года. Увеличение ИИР (усл.ед.) в ответ на анаэробную физическую работу меньше, чем на аэробную в возрастных группах 13-14 лет (этап СС, ПУС), 15-16 лет (этап ССМ, до 2-х лет) и 19-21 года (этап ВСМ). У спортсменов 17-18 лет наблюдаются наиболее высокие значения ИИР, как на аэробную, так и на анаэробную физическую нагрузку. Максимальный прирост ИИР отмечен в возрастном диапазоне с 15-16 до 17-18 лет (этап ССМ). У лиц, не занимающихся спортом, максимальный прирост инотропной функции сердца в ответ на аэробную физическую нагрузку происходит с 13-14 до 15-16 лет, на анаэробную в два периода – с 13-14 до 15-16 лет и с 15-16 лет до 17-18 лет.

В ответ на физическую нагрузку анаэробной направленности у хоккеистов младших возрастных групп по данным ЭКГ в большем проценте случаев наблюдается благоприятная реакция (в 11-12 лет 71%, 13-14 лет – 58%, 15-16 лет – 65%), со снижением количества таковых случаев в последующие возрастные периоды (в 17-18 лет – 49%, 19-21 год – 41%).

Обоснование значения и состава морфофункциональных характеристик хоккеистов в структуре специальной адаптивной функциональной системы на этапах многолетней подготовки

Установлено, что эффективная долговременная адаптация организма хоккеистов к условиям напряженной мышечной деятельности характеризуется формированием специальной АФС с изменением количества и качества межсистемных и внутрисистемных элементов (показателей ССС, ее регуляторного звена, внешнего дыхания и др.) на разных этапах тренировочного процесса. Критерием, характеризующим данный процесс, является коэффициент эффективности адаптации (КЭА), варьирующий в диапазоне от 0,16 до 0,29 усл. ед. в зависимости от этапа многолетней подготовки.

Исходя из анализа функционального состояния организма спортсменов на каждом из этапов спортивной подготовки, динамики показателей от этапа к этапу, а также полученных результатов корреляционного и факторного анализа получены нижеприведенные данные.

На этапе СС (ПНС, 11-12 лет) сформированность специальной АФС определяется следующими морфофункциональными характеристиками: мезоморфия, более ранний прирост ДТ, высокие значения МОД, устойчивость к гипоксии по сравнению со сверстниками ГС. Неблагоприятными факторами, лимитирующими «цену адаптации», являются: проявление нарушений биоэлектрической активности миокарда по данным ЭКГ в условиях относительного покоя при высоком проценте благоприятных реакций на дозированную физическую нагрузку. Специальная АФС на этом этапе включает взаимодействующие между собой наиболее значимые факторы с общей долей дисперсии 34,3%: 12 показателей ФР, 10 переменных, относящихся к ДС, 3 показателя ССС и 8 показателей, отражающих регуляцию СР. Общее количество корреляционных взаимосвязей – 464. КЭА – 0,16 усл.ед., что свидетельствует об оптимальном уровне функционирования ФС.

На этапе СС (ПУС, 13-14 лет) основными критериями, определяющими эффективность морфофункциональной адаптации, являются: увеличение обхватных размеров грудной клетки с последующим повышением функциональных возможностей ДС, в том числе бронхиальной проходимости и устойчивости к гипоксии; прирост массы тела с увеличением силовых показателей; высокие темпы прироста показателей ССС и постепенный переход регуляции ВРС на автономный уровень; начало формирования ГТК. Специальная АФС содержит 12 показателей ФР, 7 переменных ДС и 6 показателей ССС, с общей долей дисперсии – 24,7%, что проявляется недостаточной эффективностью адаптации (КЭА – 0,29 усл.ед.) и указывает на напряжение адаптационных механизмов. Этап СС период углублённой специализации (13-14 лет) характеризуется наибольшим количеством взаимосвязей между показателями физического развития, гемодинамики и дыхательной системы (893).

Этап ССМ (до 2-х лет, 15-16 лет) характеризуется устойчивостью специальной АФС. Структурно-функциональные показатели миокарда (морфометрические) приближаются к показателям взрослых лиц. Увеличивается

количество хоккеистов, имеющих ГТК. Уровень относительной анаэробной работоспособности самый высокий. В первый по значимости фактор специальной АФС включается 9 переменных, относящихся к ФР, 4 показателя ДС и 2 показателя ССС, с общей долей дисперсии 15,0%. КЭА составляет 0,21 усл. ед.

Этап ССМ (свыше 2-х лет, 17-18 лет) так же, как и у хоккеистов 11-12 лет, является оптимальным по уровню функционирования специальной АФС (КЭА – 0,16 усл. ед.). Первый по значимости фактор включает в себя 8 переменных, относящихся к ФР. С долей общей дисперсии 11,0%. Морфофункциональными критериями специальной АФС являются: максимальные относительные значения аэробной физической работоспособности; увеличение МПК; высокий прирост ДТ и МТ, увеличение ДО и устойчивости к гипоксии. Между тем наблюдается напряженный вегетативный баланс, значительное увеличение инотропной и стабилизация хронотропной функции сердца при выполнении аэробной и анаэробной физической нагрузки. Выявлено, что показатели ВРС с другими изучаемыми показателями наибольшее количество взаимосвязей дают в возрастной группе 17-18 лет, т.е. на этапе ССМ, что указывает на формирование механизмов регуляции сердечного ритма в этот возрастной период.

На этапе ВСМ (19-21 год) формирование специальной АФС лимитируется 9 показателями ФР с долей общей дисперсии 10,4% и определяется малым количеством корреляционных взаимосвязей и увеличением их силы («жесткости»). КЭА – 0,25 усл.ед.

На основании вышеизложенного, была обоснована и количественно зафиксирована модель специальной адаптивной функциональной системы хоккеистов, формирующаяся по принципу гетерохронности в процессе долговременного приспособления к высокому уровню мышечных нагрузок для каждого из этапов подготовки (Рисунок 5).

Исходя из полученных результатов, на основе корреляционного и факторного анализа, были разработаны модельные характеристики морфофункционального состояния хоккеистов для каждого из этапов спортивной подготовки, которые базируются на значениях нормированных шкал дифференцированной оценки ($\mu \pm 0,5\sigma$). Оценка показателей физического развития, системы внешнего дыхания, сердечно-сосудистой системы, вариабельности сердечного ритма и уровня работоспособности проводится по балльной системе по следующим критериям: неудовлетворительный, включающий оценки «низкий» (1 балл) и «ниже среднего» (2 балла); удовлетворительный – оценка «средний», (3 балла); оптимальный уровень – оценки «выше среднего» (4 балла) и «высокий» (5 баллов). Морфофункциональное состояние хоккеистов и их физическая работоспособность оценивается по количеству набранных баллов: оптимальный уровень – 88-145 баллов, удовлетворительный – 59-87 баллов, неудовлетворительный – 29-58 баллов.

Предложенные шкалы дифференцированной оценки позволяют построить индивидуальный профиль спортсмена и сравнить его показатели с данными хоккеистов того же возраста, а также с более ранними данными самого спортсмена, что существенно облегчает получение информации в процессе текущего и этапного контроля.

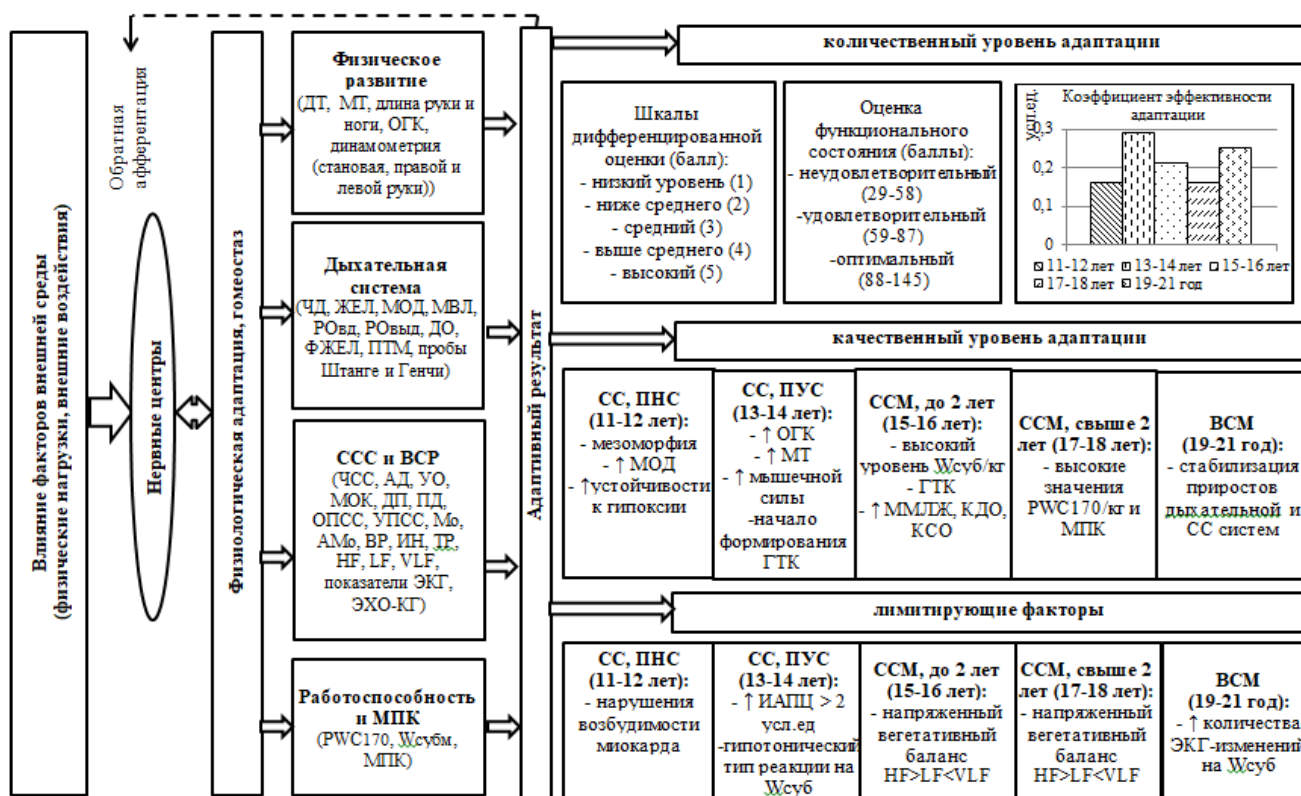


Рисунок 5 – Модель специальной адаптивной функциональной системы хоккеистов (Примечание: ↑ - увеличение)

В качестве примера на Рисунке 6 приведен индивидуальный профиль хоккеиста Ш. 11 лет, обучающегося на этапе спортивной специализации, период начальной специализации, который в настоящее время играет в одной из команд континентальной хоккейной лиги, и его сверстника, не занимающегося спортом. Данные, полученные при нормировании по шкалам дифференцированной оценки, накладывались на среднегрупповой профиль хоккеистов соответствующего возраста, далее была проведена оценка функционального состояния организма по предложенной нами схеме.

Исходя из полученных результатов, хоккеист Ш. набрал по показателям физического развития 17 баллов, по силовым возможностям – 12 баллов, по показателям дыхательной системы – 10 баллов, по гипоксическим пробам – 8 баллов, по показателям сердечно-сосудистой системы и ее вегетативной регуляции – 38 баллов, физической работоспособности и аэробных возможностей – 10 баллов. Общая сумма баллов, набранная по всем предложенным параметрам, составила 95 баллов, что соответствует оптимальному функциональному уровню. Таким образом, у спортсмена Ш. выявлено оптимальное функциональное состояние по показателям физического развития, силовых возможностей, гипоксических проб, аэробных возможностей и сердечно-сосудистой системы, тогда как по показателям физической работоспособности и дыхательной системы – удовлетворительный уровень. Для сравнения был построен индивидуальный профиль сверстника, не занимающегося спортом. В результате оценки всех предложенных показателей определено, что его морфофункциональное состояние соответствует удовлетворительному уровню, так как было набрано 69 баллов.

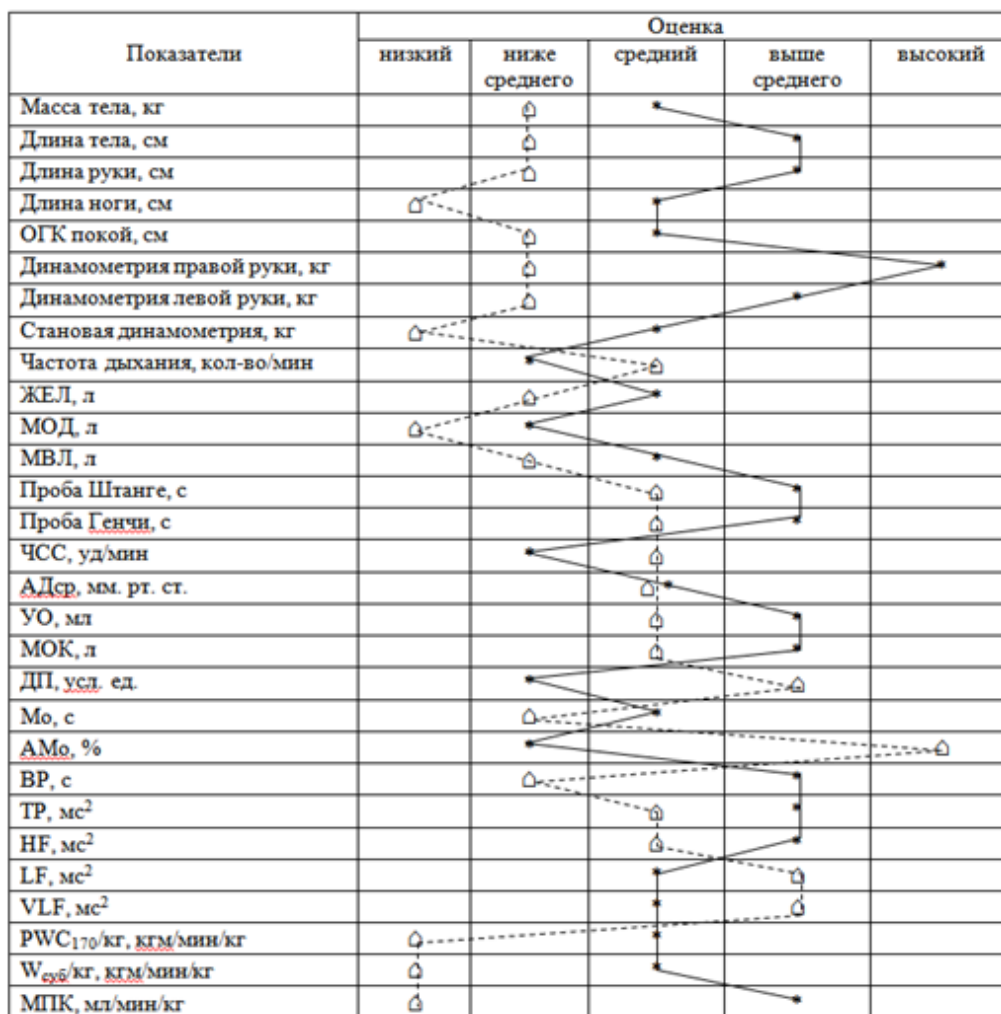


Рисунок 6 – Профили дифференцированной оценки морфофункционального состояния и физической работоспособности хоккеиста, обучающегося на этапе СС и сверстника, не занимающегося спортом

Следует отметить, что только при оценке функционального состояния ССС у данного подростка был выявлен оптимальный уровень, устойчивость к гипоксии оценена как удовлетворительная, по всем остальным параметрам оценка была неудовлетворительная.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены возрастные особенности физического развития и функционального состояния организма хоккеистов на этапах многолетней подготовки, которые являются результатом долговременной адаптации и определяют биологическую надежность организма:

- на этапе спортивной специализации, ПНС (11-12 лет) – мезомоморфия, увеличение минутного объема дыхания, устойчивость к гипоксии, в периоде углубленной специализации (13-14 лет) – увеличение обхватных размеров грудной клетки, массы тела, увеличение мышечной силы, начало формирования гипокинетического типа кровообращения;

- на этапе ССМ (15-16 лет) – высокий уровень относительной анаэробной работоспособности, значительное увеличение массы левого желудочка сердца; к

17-18 годам – максимальные относительные значения аэробной физической работоспособности, увеличение максимального потребления кислорода;

- на этапе ВСМ (19-21 год) – стабилизация приростов показателей дыхательной и сердечно-сосудистой системы.

2. Критериями, ограничивающими эффективность долговременной адаптации к интенсивным мышечным нагрузкам и лимитирующими оптимальное функционирование организма хоккеистов в условиях напряженной мышечной деятельности хоккеистов, являются:

- на этапе спортивной специализации ПНС (11-12 лет) нарушения, биоэлектрической активности миокарда выявленные по данным ЭКГ покоя и значительное увеличение активности подкорковых нервных центров (ИАПЦ \geq более 2 усл.ед.) с возрастанием КЭА до 0,29 усл. ед. к периоду углубленной специализации (13-14 лет);

- на этапе совершенствования спортивного мастерства (15-16 и 17-18 лет) – напряженный вегетативный баланс (HF>LF<VLF);

- на этапе высшего спортивного мастерства (19-21 год) – увеличение количества неблагоприятных ЭКГ-изменений в ответ на физическую нагрузку анаэробной направленности (в 59% случаев).

3. Срочная адаптация ССС на физическую нагрузку анаэробного характера характеризуется преобладанием дистонического типа реакции (от 69 до 91%) во всех возрастных группах хоккеистов, кроме возраста 13-14 лет, когда в 54% случаев выявляется гипотонический тип реакции (неблагоприятный). Смена ведущих гемодинамических механизмов при обеспечении мышечной деятельности с формированием устойчивой адаптации к специфике игры в хоккей наблюдается на этапе ССМ (17-18 лет) и характеризуется завершением прироста, дальнейшей стабилизацией ИХР с возрастанием ИИР в ответ на аэробную и анаэробную физическую нагрузку.

4. Высокий уровень биологической надежности организма и функционирования специальной АФС достигается к этапу совершенствования спортивного мастерства (17-18 лет), что сопряжено с оптимальным уровнем тренированности и снижением доли «жестких» (сильных) взаимосвязей ($r=0,71-0,99$), снижением количества переменных в ее структуре при доле общей дисперсии значимых факторов до 11%.

5. На основе корреляционного и факторного анализа, нормированных шкал дифференцированной балльной оценки определены модельные характеристики морфофункционального состояния хоккеистов для каждого из этапов спортивной подготовки. Неудовлетворительным уровнем морфофункционального состояния и физической работоспособности хоккеистов 11-21 года считается 29-58 баллов.

6. Разработана модель специальной АФС организма хоккеистов, обеспечивающая биологическую надежность организма хоккеистов в условиях многолетней спортивной подготовки.

7. Критерием, характеризующим эффективность долговременной адаптации организма хоккеистов к условиям напряженной мышечной деятельности и определяющим уровень оптимального функционирования специальной АФС,

является коэффициент эффективности адаптации (КЭА 0,16-0,20). Оптимальный уровень адаптации наблюдаются у хоккеистов 11-12 лет и в 17-18 лет.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Результаты работы рекомендуется использовать для контроля морфофункционального состояния хоккеистов 11-21 года на этапах многолетней подготовки, а также при отборе наиболее подготовленных и отвечающих виду спорта спортсменов в команды различного уровня, переводе их на следующий этап подготовки.

2. Для сопоставления полученных результатов в условиях относительного покоя для хоккеистов на разных этапах подготовки (11-21 год) рекомендуется использовать разработанные шкалы дифференцированной оценки морфофункциональных показателей, что позволяет составить индивидуальный профиль спортсмена, выявить «слабые звенья» и провести коррекцию.

3. Для адекватной оценки функционального состояния хоккеистов на разных этапах многолетней подготовки при организации комплексного контроля рекомендуется проводить функциональные пробы, позволяющие определять не только уровень аэробной физической работоспособности (PWC_{170}), но и анаэробной работоспособности ($W_{суб}$), а также оценку показателей центральной гемодинамики и вариабельности сердечного ритма в покое и в процессе срочного восстановления.

4. Полученные данные рекомендуется использовать при подготовке учебных и методических пособий, разработке специальных курсов физиологического и педагогического характера, в системе подготовки специалистов в области общей и спортивной физиологии, спортивных тренеров.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях согласно перечню ВАК РФ

1. Линдт Т.А. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы хоккеистов к физической нагрузке / Т.А. Линдт // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2015. – № 5 (131). – С. 7-11. **(категория К2)**

2. Калинина И.Н. Спектральный анализ сердечного ритма хоккеистов в возрастном аспекте / И.Н. Калинина, Т.А. Линдт // Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2017. – № 2. – С. 63-67. **(категория К2)**

3. Линдт Т.А. Адаптация организма хоккеистов с позиции формирования функциональных систем / Т.А. Линдт, И.Н. Калинина, Н.В. Лунина // Современные вопросы биомедицины. – 2021. – Том 5. – № 1 (14). – С.10. – DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_01_10. **(категория К3)**

4. Калинина, И.Н. Особенности функции внешнего дыхания и устойчивости к гипоксии хоккеистов в многолетнем тренировочном процессе / И.Н. Калинина, Т.А. Линдт // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – № 2. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_10. **(категория К2)**

5. Линдт Т.А. Морфофункциональные критерии адаптации хоккеистов в многолетнем тренировочном процессе / Т.А. Линдт, И.Н. Калинина // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. – 2023. – № 3 (71). – С. 7-16. **(категория К2)**

Статьи и тезисы в сборниках материалов международных и российских научных конференций

6. Линдт Т.А. Показатели биоэлектрической активности миокарда хоккеистов 11-21 года по данным ЭКГ / **Т.А. Линдт**, И.М. Макарова // Традиции и инновации в системе подготовки спортсменов и спортивных кадров: материалы I Всероссийской отраслевой научной интернет-конференции преподавателей спортивных ВУЗов в режиме on-line 16-18 октября 2013 г. – М.: ФГБОУ ВПО «РГУФКСМиТ», 2013. – С. 87-91.

7. Линдт Т.А. Работоспособность хоккеистов в разных пульсовых режимах / **Т.А. Линдт** // Спортивная медицина: наука и практика: материалы IV Всероссийского конгресса с международным участием «Медицина для спорта – 2014». – Казань, 2014. – № 1. – С. 124-126.

8. Линдт Т.А. Анализ variability сердечного ритма у хоккеистов 11-21 года / **Т.А. Линдт** // Variability сердечного ритма: теоретические и прикладные аспекты: материалы Всероссийской заочной научно-практической конференции с международным участием / отв. ред. Д.А. Дмитриев. – Чебоксары: ЧГПУ – 2014. – С. 94-98.

9. Линдт Т.А. Возрастные аспекты адаптации хоккеистов к физическим нагрузкам [Электронный ресурс] / **Т.А. Линдт** // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/127-22231>.

10. Линдт Т.А. Физическое развитие хоккеистов подросткового и юношеского возраста / **Т.А. Линдт** // Современные проблемы формирования и укрепления здоровья: материалы V Международной научно-практической конференции, Брест, 2015 г. – С. 226-230.

11. Линдт Т.А. Состояние системы дыхания у хоккеистов 11-21 года / **Т.А. Линдт** // Спортивная медицина: наука и практика: материалы X Международной научной конференции по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений «СпортМед-2015». – Москва, 2015. – С. 48-49.

12. Калинина И.Н. Уровень функционирования системы кровообращения хоккеистов 18-21 года / И.Н. Калинина, **Т.А. Линдт**, В.А. Блинов // Спортивная медицина: наука и практика: материалы X Международной научной конференции по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений «СпортМед-2015». – Москва, 2015. – С. 32-33.

13. Линдт Т.А. Оценка функциональных возможностей системы дыхания у хоккеистов 11-21 года / **Т.А. Линдт** // Физическая культура и спорт на современном этапе: проблемы, поиски, решения: материалы Всероссийской научно-практической конференции – Томск: ТПУ, 2015. – С. 161-164.

14. Линдт Т.А. Показатели физического развития хоккеистов в возрасте от 11 лет до 21 года / **Т.А. Линдт** // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2016. – № 1 (133). – С. 12-17.

15. Линдт Т.А. Комплексная оценка функционального состояния хоккеистов 19-21 года / **Т.А. Линдт**, И.Н. Калинина // Современные проблемы спорта, физического воспитания и адаптивной физической культуры: материалы I Международной научно-практической конференции / под ред. Л.А. Деминской; ДИФКС. – Донецк, 2016. – С. 273-280.

16. Линдт Т.А. Функциональное состояние и адаптация сердечно-сосудистой системы хоккеистов 13-14 лет с различным исходным вегетативным тонусом к физическим нагрузкам / **Т.А. Линдт** // Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсменов: материалы VI Всеросс. симп. / Отв. ред. Н.И. Шлык, Р.М. Баевский. – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2016. – С. 171-175.

17. Линдт Т.А. Функциональное состояние организма хоккеистов на учебно-тренировочном этапе многолетней подготовки / **Т.А. Линдт**, И.Н. Калинина // Олимпийский

спорт и спорт для всех. XX Международный конгресс. 16-18 декабря 2016 г., Санкт-Петербург, Россия: Материалы конгресса: [в 2 ч.] – Ч. 2. – СПб., Издательско-полиграфический центр Политехнического университета, 2016. – С. 360-364.

18. Кудря О.Н. Показатели центральной гемодинамики спортсменов 11-17 лет, занимающихся хоккеем / О.Н. Кудря, **Т.А. Линдт**, А.Ю. Фадеева // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2017. – № 3 (141). – С. 4-9.

19. Калинина И.Н. Функциональное состояние дыхательной системы хоккеистов в возрасте 13-16 лет / И.Н. Калинина, **Т.А. Линдт** // Материалы научной и научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма (23-30 мая 2017 года, г. Краснодар): материалы конференции / ред. коллегия: С.М. Ахметов, А.А. Тарасенко, Г.Д. Алексанянц, Ю.К. Чернышенко, М.М. Шестаков, А.И. Погребной. – Краснодар: КГУФКСТ, 2017. – С. 178-180.

20. Калинина И.Н. Функциональное состояние сердечнососудистой системы хоккеистов 17-21 года // И.Н. Калинина, **Т.А. Линдт** // Материалы XXIII съезда Физиологического общества имени И.П. Павлова. – Воронеж: Издательство «ИСТОКИ», 2017. – С. 2100-2102.

21. Линдт Т.А. Особенности гемодинамики игроков в хоккей при физических нагрузках // **Т.А. Линдт**, И.Н. Калинина // VIII Международный Конгресс «Спорт, человек, здоровье» 12-14 октября 2017 г., Санкт-Петербург, Россия: Материалы Конгресса / Под ред. В.А. Таймазова. – СПб., Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2017. – С. 273-276.

22. Линдт Т.А. Долговременная адаптация организма хоккеистов 17-21 года к физическим нагрузкам / **Т.А. Линдт** // Научно-педагогические школы в сфере физической культуры и спорта: материалы Международного научно-практического конгресса, посвященного 100-летию ГЦОЛИФК, 30-31 мая 2018 г. – Ч. 1 / под общей ред. А.А. Передельского и др. – М.: РГУФКСМиТ, 2018. – С. 38-41.

23. Линдт Т.А. Физическое развитие хоккеистов в возрастном аспекте / Т. А. Линдт // Актуальные проблемы адаптивной физической культуры и спорта : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Омск, 19-20 февраля 2019 года. – Омск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет физической культуры и спорта", 2019. – С. 448-456.

24. Линдт Т.А. Адаптация сердечно-сосудистой системы хоккеистов 17-21 года к физическим нагрузкам / **Т.А. Линдт** // Спортивные студенческие события: Инновации для наследия и устойчивого развития. Всемирная конференция Международной федерации университетского спорта «Инновации – Образование – Спорт» (Красноярск, Россия, 5-7 марта 2019 г.): Тезисы докладов / АНО «Дирекция Красноярск 2019»; [Отв.ред. М.С. Злотников]. – Красноярск: ООО РПК «АртСтиль», 2019. – С. 58-60.

25. Калинина И.Н. Мониторинг функционального состояния хоккеистов / И.Н. Калинина, **Т.А. Линдт**, М.А. Зуб // Материалы научной и научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма (18-20 сентября 2019 года, г. Краснодар): материалы конференции / ред. коллегия С.М. Ахметов [и др.]. – Краснодар: КГУФКСТ, 2019 – С. 186-190.

26. Линдт Т.А. Корреляционные взаимосвязи основных показателей функционального статуса хоккеистов / **Т.А. Линдт**, И.Н. Калинина // Физическая культура и спорт. Олимпийское образование : материалы Междунар. научно-практ. конф. (Краснодар, 12 февраля 2020 г.) / Редколлегия: А.И. Погребной [и др.]. – Краснодар: Издательство Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма. – 2020. – С. 222-224.

27. Comparative analysis of hemodynamic parameters and heart rate variability in football and hockey players at the stage of sports improvement / V. Lavrichenko, **T. Lindt**, I. Kalinina, A. Zolotarev // BIO Web Conf., 26 (2020) 00078. DOI: 10.1051/bioconf/20202600078.

28. Линдт Т.А. Формирование функциональных систем организма хоккеистов с позиции долговременной адаптации к мышечной деятельности /**Т.А. Линдт**, И.Н. Калинина// Физическая культура и спорт. Олимпийское образование: материалы Международной научно-практической конференции (Краснодар, 18 февраля 2021 г.) – Краснодар: Издательство Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма. – 2021. – С. 192-194.

29. Калинина И.Н. Совокупность характеристик морфологической и функциональной адаптации хоккеистов на этапах многолетней подготовки / И.Н. Калинина, **Т.А. Линдт** // X Международный Конгресс «Спорт, человек, здоровье» 08-10 декабря 2021г., Санкт-Петербург, Россия: Материалы Конгресса / Под ред. В.А. Таймазова. – СПб., Изд-во «Олимп-СПб», 2021. – С. 225-227.

30. Линдт Т. А. Адаптация к физическим нагрузкам хоккеистов 17-21 года с учетом игрового амплуа / **Т.А. Линдт**, И.Н. Калинина // Спортивная медицина и реабилитация: традиции, опыт и инновации : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 29 апреля 2022 года / Редколлегия Е.М. Бердичевская, Н.И. Дворкина, И.Н. Калинина, С.П. Лавриченко. – Краснодар: Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, 2022. – С. 80-84.

31. Калинина И.Н. Структура адаптивной функциональной системы хоккеистов на этапах многолетней подготовки / И.Н. Калинина, **Т.А. Линдт** // XI Международный Конгресс «Спорт, человек, здоровье» 26-28 апреля 2023 г., Санкт-Петербург, Россия: Материалы Конгресса / под ред. С.И. Петрова. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. – С. 133-135.

Список сокращений

АДср – среднее артериальное давление; АФС – адаптивная функциональная система; ВНС – вегетативная нервная система; ВСМ – этап высшего спортивного мастерства; ГК – грудная клетка; ГрТК – гиперкинетический тип кровообращения; ГТК – гипокинетический тип кровообращения; ДАД – диастолическое артериальное давление; ДП – двойное произведение; ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ЖИ – жизненный индекс; ИАПЦ – индекс активации подкорковых центров; ИН – индекс напряжения регуляторных систем; ИЦ – индекс централизации; КГ – контрольная группа; КДО - конечный диастолический объем; КСО – конечный систолический объем; КЭА – коэффициент эффективности адаптации; МВЛ – максимальная вентиляция легких; МОК – минутный объем кровообращения; МПК – максимальное потребление кислорода; ОГК – окружность грудной клетки; ПД – пульсовое давление; ПНС – период начальной специализации; ПТМ – пневмотахометрия; ПУС – период углубленной специализации; САД – систолическое артериальное давление; СС – этап спортивной специализации; ССМ – этап совершенствования спортивного мастерства; ССС – сердечно-сосудистая система; УО – ударный объем; ЧСС – частота сердечных сокращений; ЭТК – эукинетический тип кровообращения; HF – высокочастотная составляющая спектра; LF – низкочастотная составляющая спектра; TP – общая мощность спектра; VLF – очень низкочастотная составляющая спектра.