

ФИЗИОЛОГИЯ

УДК 796.01:612
DOI: 10.26456/vtbio314

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ АДАПТАЦИИ ХОККЕИСТОВ В МНОГОЛЕТНЕМ ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ

Т.А. Линдт¹, И.Н. Калинина²

¹Сибирский государственный университет физической культуры и спорта,
Омск

²Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и
туризма, Краснодар

Проведено комплексное обследование 172 хоккеистов в возрасте от 11 лет до 21 года, в процессе которого изучалось физическое развитие, показатели дыхательной и сердечно-сосудистой систем, вегетативная регуляция сердечного ритма, уровень аэробной и анаэробной работоспособности. Результаты исследований подверглись многофакторному и корреляционному анализу. Показатели, имеющие средний и высокий коэффициент корреляции, использованы для составления шкал дифференцированной оценки функционального состояния хоккеистов. Обоснован количественный и качественный состав адаптивной функциональной системы хоккеистов на каждом из этапов многолетнего тренировочного процесса.

Ключевые слова: хоккей, этапы подготовки, коэффициент эффективности адаптации, адаптивная функциональная система.

Введение. Адаптация организма к изменениям окружающей среды, в том числе и к воздействию высоких двигательных нагрузок, происходит на основе реализации определенных приспособительных механизмов. С возрастом и повышением уровня адаптированности увеличивается биологическая надежность, причем механизмы ее изменения достаточно разнообразны. Особенностью биологической надежности организма спортсмена является то, что в обычных условиях организм и все его системы функционируют не на пределе своих возможностей, а сохраняют определенный резерв, который может быть использован в экстремальных ситуациях. В этом случае достигается экономизация функций организма, снижается цена адаптации, совершенствуется вегетативное обеспечение сердечной деятельности (Маркосян, 1969; Криволапчук, 2015; Ванюшин с соавт., 2019). В процессе многолетней тренировки в организме спортсмена происходят морфофункциональные изменения, направленные на

адаптацию организма к повышенным мышечным нагрузкам (Доева, 2018). Возникает морфофункциональная адаптация спортсмена и к определенной специфике вида спорта - так называемая специфичность адаптации. Подготовка спортсмена высокого класса в любом виде спорта – длительный, рационально организованный процесс, в котором необходимо учитывать множество разных аспектов: вид спорта, возрастные особенности развития систем организма, двигательных качеств и т.п.

Известно, что организм человека приспосабливается к внешним и внутренним факторам среды непрерывно, происходит преобразование взаимосвязей между системами и органами. В результате такого приспособления в каждый момент времени в организме формируются комплекс взаимосвязей, образующих функциональную систему (ФС) которая обеспечивает необходимые функции. Согласно теории П.К. Анохина (1980), ФС является временным объединением различных систем организма для достижения результата в процессе адаптации. Однако образование новых ФС при срочной адаптации под влиянием впервые воздействующих факторов несовершенно. Стойкие функциональные системы формируются в случае многократного или длительного воздействия таких факторов. В организме человека одновременно функционирует несколько таких систем, которые находятся в непрерывном взаимодействии, и их работа направлена на достижение определенного результата. Необходимо отметить, что в организме спортсмена, помимо возрастных изменений происходят и адаптационные, которые обусловлены также и приспособлением к интенсивной мышечной деятельности (Калинина с соавт., 2021; Линдт с соавт., 2021).

В связи с вышеизложенным, целью нашего исследования явилось обоснование количественного и качественного состава адаптивной функциональной системы хоккеистов на этапах многолетней подготовки.

Методика. Исследование, в котором принимали участие 172 хоккеиста в возрасте от 11 лет до 21 года, разделенных на 5 возрастных групп согласно этапам многолетней подготовки, проводилось базе кафедры естественно-научных дисциплин и в НИИ деятельности в экстремальных условиях ФГБОУ ВО СибГУФК с соблюдением Международных биоэтических норм. В комплексном исследовании морфофункционального состояния хоккеистов определялся уровень физического развития (ФР), функционального состояния дыхательной (ДС) и сердечно-сосудистой систем (ССС), оценивалась вариабельность сердечного ритма (ВРС), а также

изучался уровень физической работоспособности, в аэробных и анаэробных условиях.

Для изучения физического развития использовались общепринятые методики и методы (Ланда, 2011): измерение длины и массы тела, окружности грудной клетки; оценивались кистевая динамометрия левой и правой руки (ДК), стантовая динамометрия (ДС). Для исследования функционального состояния дыхательной системы использовался спирометр «Спиро-С100» фирмы «Альтоника» (Россия) и пневмотахометр ПТ-1. Определялся ряд показателей, позволяющих оценить вентиляцию легких: ЖЕЛ, дыхательный объем (ДО), резервный объем вдоха (Ровд) и резервный объем выдоха (Ровыд), форсированную ЖЕЛ (ФЖЕЛ), минутный объем дыхания (МОД), максимальную вентиляцию легких (МВЛ), пневмотахометрию вдоха и выдоха. Проводились пробы Штанге (задержка дыхания на вдохе) и Генчи (задержка дыхания на выдохе). Показатели центральной гемодинамики и вариабельности сердечного ритма изучались с помощью аппаратно-программного комплекса «Поли-спектр» фирмы «Нейрософт» (г. Иваново, Россия). Определялись основные гемодинамические показатели: пульсовое давление (ПД), среднее артериальное давление (АД ср), ударный объем сердца (УО), минутный объем крови (МОК), двойное произведение (ДП). Для оценки степени напряжения регуляторных механизмов применялся метод вариационной пульсометрии по методике Р.М. Баевского с соавт. (1997). Также были использованы показатели спектрального анализа: общая мощность спектра (ТР, $мс^2$), абсолютная мощность высокочастотных колебаний (HF, $мс^2$), абсолютная мощность низкочастотных колебаний (LF, $мс^2$), абсолютная мощность очень низкочастотных колебаний (VLF, $мс^2$). Определялась доля высокочастотных (%HF), низкочастотных (%LF) и очень низкочастотных колебаний (%VLF) в общей мощности спектра. В качестве физической нагрузки испытуемые выполняли трехступенчатую работу на велоэргометре.

Полученные данные статистически обрабатывались с помощью программного обеспечения Microsoft Excel-2007 и пакета прикладных программ «Statistica 6.0». Для выявления характера и уровня взаимосвязей между изучаемыми показателями в состоянии относительного покоя в группах хоккеистов использовался метод ранговой корреляции Спирмена. Рассчитывался коэффициент эффективности адаптации (КЭА) (Бондарь, 2000).

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований был получен массив из 49 показателей для каждой возрастной группы, которые были использованы для проведения многофакторного и корреляционного анализа. Показатели, попавшие в

группы наиболее значимых и имеющие средний и высокий коэффициент корреляции, использованы для разработки шкал дифференцированной оценки физического развития, дыхательной и сердечно-сосудистой систем, работоспособности, и послужили критериями определения уровня сформированности адаптивной функциональной системы, а также характеристиками морфофункциональной адаптации организма хоккеистов на разных этапах многолетней спортивной подготовки.

Согласно предложенной схеме, интегральная комплексная оценка состояния организма хоккеистов должна проводиться на основе показателей физического развития, дыхательной и сердечно-сосудистой систем, а также уровня физической работоспособности по дифференцированным шкалам, которые имеют 5 уровней оценки: «низкий», «ниже среднего», «средний», «выше среднего» и «высокий».

Для определения уровня функционирования АФС была разработана балльная система оценки, включающая показатели, отражающие модельные характеристики хоккеистов и соответствующая следующим критериям:

- неудовлетворительный, включающий оценки «низкий» и «ниже среднего», которые оцениваются в 1 и 2 балла соответственно;
- удовлетворительный – оценка «средний», оценивается в 3 балла;
- оптимальный уровень – оценки «выше среднего» и «высокий», оцениваются в 4 и 5 баллов соответственно.

Общая оценка уровня функционирования АФС спортсмена складывается из суммы баллов по предложенным показателям. Количество баллов, которое возможно получить для оценки качественного уровня составляет: физическое развитие и сердечно-сосудистая система – 5-25, силовые возможности и физическая работоспособность – 3-15, дыхательная система – 4-20, гипоксические пробы – 2-10, вариабельность сердечного ритма – 7-35. Функциональный уровень организма хоккеистов определяется, исходя из общего количества набранных баллов следующим образом: 29-58 баллов оценивается как неудовлетворительный, 59-87 баллов – удовлетворительный и 88-145 баллов – оптимальный.

В качестве примера, можно привести следующий: хоккеист Шев был обследован первично в возрасте 11 лет. Для определения уровня морфофункционального состояния организма и физической работоспособности использованы шкалы дифференцированной оценки морфофункционального состояния, разработанные для хоккеистов 11-12 лет. Его данные накладывались на среднегрупповой профиль хоккеистов данного возраста и сверстника, не занимающегося спортом, далее была проведена оценка функционального состояния

организма по предложенной нами схеме. Исходя из полученных результатов, хоккеист 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 данного спортсмена 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.

В результате оценки всех предложенных показателей сверстника, не занимающегося спортом, определено, что его функциональное состояние соответствует удовлетворительному уровню (69 баллов). При оценке сердечно-сосудистой системы подростка, был выявлен оптимальный уровень, устойчивость к гипоксии оценена как удовлетворительная, по всем остальным параметрам оценка была неудовлетворительная.

Исходя из данных, представленных на рисунке 1, можно заключить, что показатели функционального состояния хоккеиста Ш-ва 11 летнего возраста значительно отличаются от показателей подростка, не занимающегося спортом, и от среднегрупповых значений шкал дифференцированной оценки хоккеистов такого же возраста. Хотелось бы отметить, что, используя в качестве прогноза такой подход, можно судить о перспективности данного игрока. Проследив путь «спортивных успехов» хоккеиста Ш-ва до нынешнего времени, мы выяснили, что наш прогноз оказался правильным, поскольку данный игрок в настоящее время выступает в профессиональной команде.

Предложенные среднегрупповые профили определения оптимального функционирования АФС хоккеистов на каждом из этапов многолетней подготовки с использованием шкал дифференцированной оценки морфофункционального состояния и физической работоспособности позволяют дифференцированно подойти к определению адаптации игрока и оптимизировать тренировочный процесс с целью достижения высоких спортивных результатов.

Анализ корреляционных матриц позволил выявить, что в группе хоккеистов, находящихся на этапе спортивной специализации,

периоде начальной специализации (11-12 лет), общее количество корреляционных взаимосвязей между изучаемыми показателями в состоянии относительного покоя составило 464.

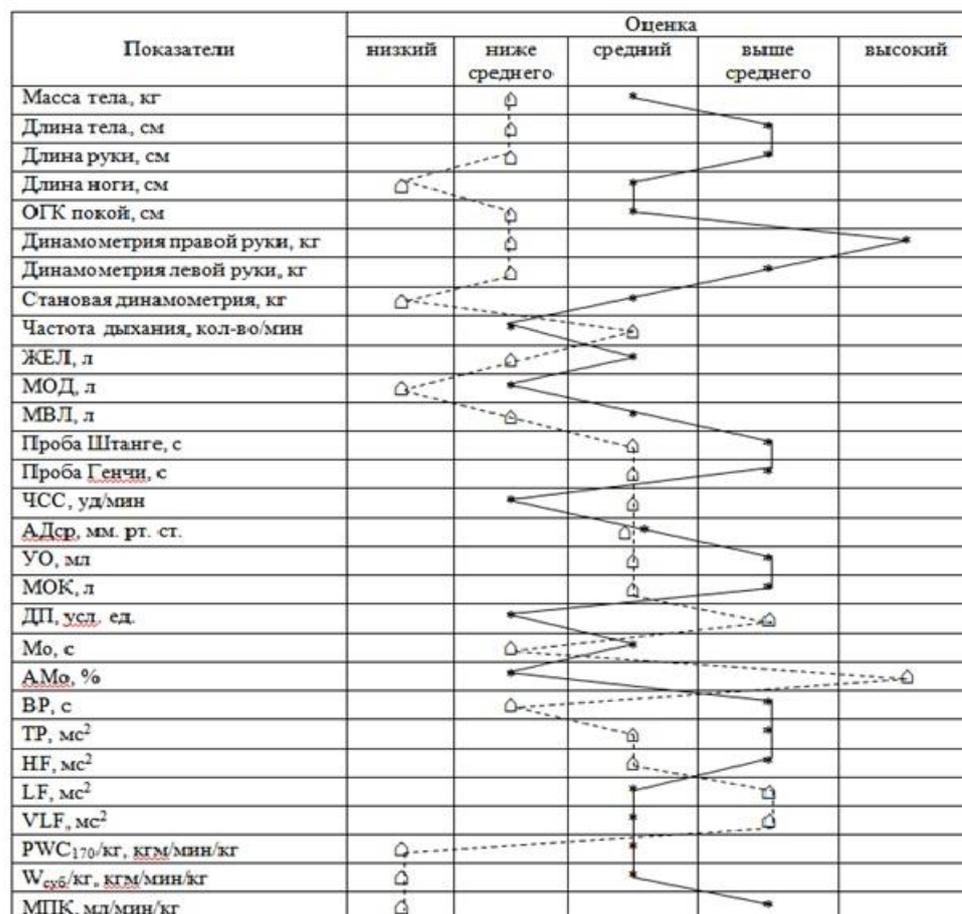


Рис. 1. Профили дифференцированной оценки морфофункционального состояния и физической работоспособности хоккеиста, обучающегося на этапе начальной специализации и сверстника, не занимающегося спортом:

* – хоккеист 11 лет Ш-ев, в настоящее время играющий в профессиональной хоккейной команде и профиль подростка, не занимающегося спортом – △.

Максимальное количество корреляционных взаимосвязей между показателями обнаружено у хоккеистов на этапе спортивной специализации, периоде углубленной специализации, 1-2 год обучения и составило 893. На последующих этапах многолетней подготовки число достоверных корреляционных связей имеет тенденцию к снижению: этап спортивной специализации, период углубленной специализации (3-4 год обучения) – 457, совершенствования спортивного мастерства – 527 и высшего спортивного мастерства –

378. Высокое количество корреляционных связей с показателями физического развития отмечено нами в группах хоккеистов 13-14 лет (165) и 15-16 лет (143), тогда как в других возрастных группах их количество варьирует от 80 до 113.

Анализ полученных корреляционных матриц показал усиление роли дыхательной системы в формировании АФС хоккеистов 13-14 лет, что проявляется в увеличении частоты взаимодействий и силы корреляционных взаимосвязей данных показателей. Необходимо отметить, также некоторое повторное увеличение значимости данного компонента АФС, при последующей отрицательной динамике в возрасте 19-21 год. Если оценивать наибольшее количество взаимосвязей в общей структуре, исходя из возрастных групп, то у хоккеистов 15-16 лет обнаружено самое большое количество взаимосвязей с показателями дыхательной системы.

Значимость показателей гемодинамики в условиях относительного покоя также варьирует с возрастом. Максимальное число корреляционных взаимосвязей с показателями ССС наблюдается в возрасте 13-14 лет, что характеризует пик напряжения и адаптивных перестроек этой системы, минимальное – у хоккеистов 19-21 года. Показатели вегетативной регуляции сердечного ритма с другими изучаемыми системами наибольшее количество взаимосвязей образуют в возрастных группах 11-12 лет и 17-18 лет, также высокое их количество отмечается в возрасте 13-14 лет, что также, вероятно, отражает уровень напряжения в регуляции деятельности системы кровообращения.

Для оценки количественных взаимоотношений между изучаемыми морфофункциональными показателями в формируемой на различных этапах многолетней подготовки адаптивной функциональной системы хоккеистов нами был использован коэффициент эффективности адаптации. Данный показатель отражает отношение количества сильных ($r \geq 0,7$) связей к числу общих. Увеличение КЭА свидетельствует о росте степени инертности и напряжения функционирования системы (Бондарь, 2000).

При возрастном анализе КЭА выявлено, что увеличение данного показателя наблюдается в группах хоккеистов 13-14 лет (КЭА = 0,29) и в 19-21 год (КЭА = 0,25), что указывает на напряжение процессов адаптации. На наш взгляд, большое количество слабых и средних ($r \leq 0,7$) межсистемных взаимосвязей в возрасте 13-14 лет свидетельствует о том, что организм ищет возможные пути для адаптации к изменяющимся условиям внешней (в том числе физической нагрузке) и внутренней (пубертат) среды. В этом возрасте адаптация организма идет за счет образования большого количества слабых и средних внутри- и межсистемных взаимосвязей, что

позволяет организму быть более лабильным. Наиболее низкие значения КЭА отмечены в 11-12 и 17-18 лет. В этом возрасте адаптация организма идет за счет образования большого количества слабых и средних внутри- и межсистемных взаимосвязей, что позволяет организму быть более лабильным. В 19-21 год также происходит увеличение количества корреляционных связей между показателями морфофункционального состояния. Вероятно, именно эти возрастные группы являются наиболее чувствительными к внешним воздействиям, так как на этих этапах происходит серьезная перестройка организма в связи с переходом в подростковый и первый взрослый период постнатального онтогенеза согласно возрастной периодизации.

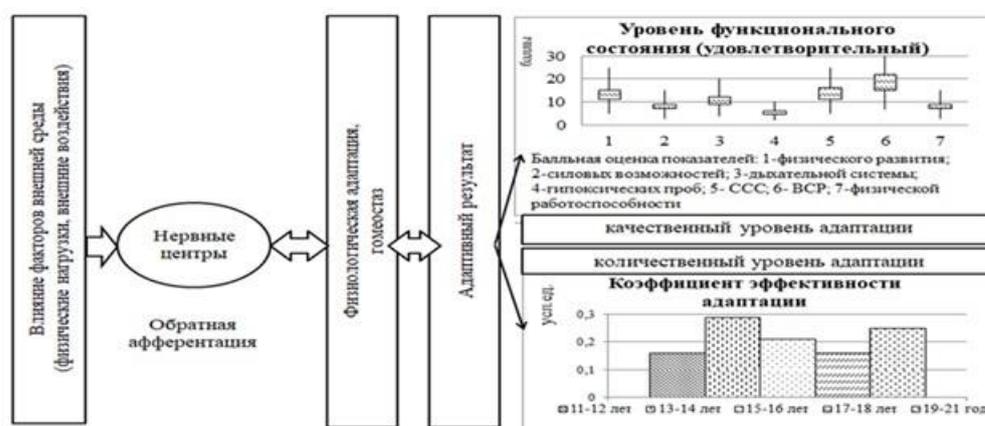


Рис. 2. Структура адаптивной функциональной системы хоккеистов на этапах многолетней подготовки

На основании выше изложенного, нами была предложена структура адаптивной функциональной системы хоккеистов на этапах многолетней подготовки (рис. 2). Данная структура АФС содержит качественный и количественный уровень адаптации хоккеистов разных возрастных групп, которые отражают их вклад в адаптивный результат.

Заключение. Таким образом, данный подход к определению состояния АФС организма спортсмена с использованием шкал дифференцированной оценки функционального состояния и физической работоспособности позволяет грамотно подойти к определению перспективности игрока и оптимизировать тренировочный процесс с целью достижения высоких спортивных результатов.

Список литературы

- Анохин П.К.* 1980. Узловые вопросы теории функциональной системы. М.: Наука. 195 с.
- Баевский Р.М., Берсенева А.П.* Оценка адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний. М.: Медицина, 1997. 236 с.
- Бондарь Н.В.* 2000. О критериях эффективности адаптации сердечно-сосудистой системы // Физиология развития человека: Материалы международной конференции, посвящ. 55-летию Института возрастной физиологии РАО. М.: Изд-во НПО «Образование от А до Я». С. 112-114.
- Ванюшин Ю.С., Федоров Н.А., Хузина Г.К., Яруллин А.Г.* 2019. Критерии биологической надежности растущего организма и взрослых спортсменов // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. Т. 14. № 2. С. 97-102.
- Доева А.Н.* 2018. Определение понятия «Адаптация на физическую нагрузку» // Вестник АГУ. Выпуск 2 (218). С. 115-118.
- Калинина И.Н., Линдт Т.А.* 2021. Совокупность характеристик морфологической и функциональной адаптации хоккеистов на этапах многолетней подготовки // Спорт, Человек, Здоровье : Материалы X Международного Конгресса, посвященного 125-летию со дня создания НГУ им. П. Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, 08-10 декабря 2021 года. Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого". С. 225-227.
- Криволапчук И.А.* 2015. Педагогическое сопровождение роста и развития детей в процессе физического воспитания: сообщение III. Биологическая надежность, обусловленность развития полом и уровнем двигательной активности, рекомендации // Сибирский педагогический журнал. №3. С. 19-25.
- Ланда Б.Х.* 2011. Методика комплексной оценки физического развития и физической подготовленности. М.: Советский спорт. 348 с.
- Линдт Т.А., Калинина И.Н., Лунина Н.В.* 2021. Адаптация организма хоккеистов с позиции формирования функциональных систем // Современные вопросы биомедицины. Т. 5. № 1 (14). С. 10.
- Маркосян А.А.* 1969. Основы морфологии и физиологии организма детей и подростков / Под ред. акад. А.А. Маркосяна; Ин-т возрастной физиологии АПН СССР. М.: Медицина. 575 с.

MORPHOFUNCTIONAL CRITERIA FOR ADAPTATION OF HOCKEY PLAYERS IN A LONG-TERM TRAINING PROCESS

T.A. Lindt¹, I.N. Kalinina²

¹Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk

²Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar

A comprehensive examination of 172 hockey players aged 11 to 21 years was conducted, during which physical development, indicators of the respiratory and cardiovascular systems, autonomic regulation of heart rhythm, the level of aerobic and anaerobic performance were studied. The research results were subjected to multifactorial and correlation analysis. Indicators with medium and high correlation coefficients were used to compile scales of differentiated assessment of the functional state of hockey players. The quantitative and qualitative composition of the adaptive functional system of hockey players at each stage of the long-term training process is substantiated.

Keywords: *hockey, training stages, coefficient of adaptation efficiency, adaptive functional system.*

Об авторах:

ЛИНДТ Татьяна Александровна – старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», 644071, Омск, ул. Масленникова, д. 144, e-mail: lta@bk.ru.

КАЛИНИНА Ирина Николаевна – доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», 350015, Краснодар, ул. им. Буденного, 161; e-mail: kalininirina@yandex.ru.

Линдт Т.А. Морфофункциональные критерии адаптации хоккеистов в многолетнем тренировочном процессе / Т.А. Линдт, И.Н. Калинина // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2023. № 3(71). С. 7-16.

Дата поступления рукописи в редакцию: 06.04.23

Дата подписания рукописи в печать: 04.09.23