

# ФИЗИОЛОГИЯ СПОРТА:

## МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОДГОТОВКИ ЮНЫХ ХОККЕИСТОВ

*Учебное пособие*



СПОРТ

Л. В. Михно

**Физиология спорта. Медико-  
биологические основы  
подготовки юных хоккеистов**

«Спорт»

2016

ББК 75.0

**Михно Л. В.**

Физиология спорта. Медико-биологические основы  
подготовки юных хоккеистов / Л. В. Михно — «Спорт»,  
2016

ISBN 978-5-906839-43-5

Настоящее учебное пособие раскрывает понятие о функциональном состоянии и физической работоспособности юных хоккеистов, дает методическую основу их определения с учетом возраста и специфики профессиональной подготовки в различные периоды учебно-тренировочного процесса. Предназначена для тренеров и врачей детских и юношеских хоккейных команд, а также для специалистов по спортивной физиологии и медицине.

ББК 75.0

ISBN 978-5-906839-43-5

© Михно Л. В., 2016  
© Спорт, 2016

# Содержание

Предисловие	6
Введение	9
Глава 1	10
Глава 2	24
Конец ознакомительного фрагмента.	29

**Л. В. Михно, А. Н. Поликарпочкин,  
И. В. Левшин, С. М.  
Ашкинази, Д. Г. Елистратов  
Физиология спорта. Медико-  
биологические основы  
ПОДГОТОВКИ ЮНЫХ ХОККЕИСТОВ**

**Национальный государственный университет физической культуры, спорта и  
здоровья им. П.Ф. Лесгафта, г. Санкт-Петербург**

**Высшая школа тренеров по хоккею**

*Рецензенты:*

*Мясников А. А.* – профессор, доктор медицинских наук;

*Самсонова А. В.* – профессор, доктор педагогических наук

## Предисловие

Задачи, стоящие перед теорией и практикой физического воспитания и обучения, требуют от медико-биологических наук раскрытия особенностей формирования организма юных спортсменов с учетом возраста, пола, закономерностей и механизмов адаптации к мышечной деятельности. Формирование различных органов и систем, двигательных качеств и навыков, их совершенствование в процессе физического воспитания может быть успешным при условии научно обоснованного применения различных средств и методов повышения тренированности, а также при необходимости интенсификации или снижения мышечных нагрузок. При этом следует учитывать возрастно-половые и индивидуальные особенности юных хоккеистов, резервные возможности их организма на разных этапах онтогенеза. Знание тренерами таких закономерностей оградит практику физического воспитания от применения как недостаточных, так и чрезмерных мышечных нагрузок, опасных для здоровья детей.

Система подготовки хоккеистов в нашей стране складывалась годами и, несомненно, дает свои результаты. Российские спортсмены успешно выступают на международных матчах, активно приглашаются в зарубежные хоккейные клубы. Однако при всех успехах российских хоккеистов приходится признать, что порой эти достижения даются очень большой ценой. Одна из главных проблем современного российского хоккея – отсутствие четкой системы мониторинга функционального состояния и работоспособности молодых спортсменов – будущего российского хоккея – на различных этапах учебно-тренировочного и соревновательного процессов, а также малоэффективные методики отбора перспективных спортсменов в юном возрасте. В какой-то степени это обусловлено недостатком квалифицированных тренерских кадров.

Высшая школа тренеров могла бы решить проблему подготовки кадров для ДЮСШ, но не каждый тренер имеет возможность пройти обучение в этом учебном заведении, да и возможности школ не безграничны. В результате процесс обучения юных хоккеистов зачастую оказывается в руках тренеров, имеющих недостаточную специальную подготовку, составляющих планы учебно-тренировочного процесса на основе собственного игрового опыта или эмпирически, на основе своей интуиции. Это приводит к тому, что юные спортсмены получают неадекватные их возрасту и физическому состоянию нагрузки, к появлению травм, развитию патологии костно-суставной системы, позвоночника, сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Планы учебно-тренировочного процесса либо отсутствуют, либо составляются без учета физиологических особенностей спортсменов. Тренеры, не руководствуясь научными методами проведения тренировок и оценки функционального состояния юных спортсменов, нередко отчисляют из команды перспективных игроков, основываясь лишь на своих, не всегда верных выводах. Обычная для наших спортивных школ статистика такова: при наборе детей в возрасте 5–6 лет в команде может быть до 50 человек, к возрасту 12 лет остаются около 20, в команде 16-летних – 12–15 юных спортсменов, а в команду мастеров переходят от силы 1–2 человека. Как правило, это происходит из-за неправильной оценки тренерами потенциала спортсменов и отсутствия полноценного медицинского обеспечения учебно-тренировочного процесса. Одним из аспектов отсутствия учета индивидуального развития юных хоккеистов является применение неадекватных физических нагрузок, что приводит к ухудшению профессиональных показателей спортсмена и его отчислению из команды. При построении плана учебно-тренировочного процесса с учетом индивидуальных особенностей и мониторинга функциональных показателей в течение тренировочного сезона можно было бы избежать перетренированности и ухудшения показателей. Это позволило бы оптимизировать нагрузки, уделить больше внимания тем моментам

в развитии спортсмена, которые потребовали особого внимания, и улучшить результаты, а вместе с тем и уменьшить отсев, сохранив перспективных ребят в команде.

Зарубежный опыт работы с хоккеистами (Канада, США) интересен тем, что там во многих штатах хоккей входит в обязательную программу физического воспитания общеобразовательных школ. Количество детей, играющих в хоккей, значительно больше как в количественном, так и в процентном отношении, что позволяет тренерам отбирать перспективных спортсменов из большого числа детей. Поскольку образование является платным, и родители платят деньги за обучение своих детей, тренеры понимают всю ответственность, возложенную на них за здоровье юных хоккеистов, и работают над повышением своей квалификации. В результате растет качество учебно-тренировочного процесса, количество детей с расстройствами здоровья вследствие неадекватных нагрузок минимально, отсев из команды происходит не по причине ухудшения показателей из-за недо- или перетренированности, а исключительно по причине отсутствия способностей конкретного ребенка к данному виду спорта.

Научные принципы физического воспитания юных спортсменов базируются на физических закономерностях роста и совершенствования человека на разных этапах его индивидуального развития, что крайне важно понимать тренерам. Им также необходимы знания по возрастным основам психофизиологии спорта с учетом индивидуально-типологических особенностей человека. В процессе физического воспитания следует не только повышать двигательную подготовленность и тренированность, но и формировать необходимые психофизиологические свойства и качества личности, обеспечивающие ее готовность к труду, к активной деятельности в условиях современного мира.

В течение жизни организм человека претерпевает ряд закономерных морфологических, функциональных и биохимических изменений, которые носят неравномерный и неодновременный характер. Периоды ускоренного роста и развития чередуются с этапами замедления и относительной стабилизации. В процессе развития организма одни функции формируются раньше, другие – позднее, однако это не свидетельствует о неполноценности растущего организма. Здоровый организм человека на каждом этапе своего развития является гармонически целым и совершенным. Учет этих положений особенно актуален при физическом воспитании и спортивном совершенствовании детей.

В настоящее время успехи в большом спорте могут достигать лишь спортсмены, у которых высокий уровень физической, технической, тактической, моральной и волевой подготовленности сочетается с адекватным функциональным состоянием и хорошими теоретическими знаниями.

Воспитание интеллектуальных способностей, необходимых в избранном виде спорта, а также приобретение достаточных знаний позволяют юным хоккеистам правильно оценивать социальную значимость спортивной деятельности и определять свое отношение к ней, понимать объективные закономерности спортивной тренировки, осознанно относиться к занятиям, выполнению указаний тренера, проявляя самостоятельность и творчество во время тренировок и соревнований.

С каждым годом требования к уровню интеллекта спортсменов возрастают. Интеллектуальные способности влияют как на учебно-тренировочный процесс, так и на результаты выступлений на соревнованиях. В хоккее это выражается, например, в игровой культуре спортсменов, скорости выполнения технико-тактических действий, степени концентрации внимания, скорости восприятия и переработки информации, творческой реализации запланированных тактических комбинаций и др. Поэтому хорошее теоретическое обучение, направленное на развитие интеллекта, следует рассматривать как одну из важнейших составных частей подготовки.

Теоретическая подготовка юных хоккеистов должна включать усвоение системы знаний специализированных учебных и научных дисциплин, сложившихся в сфере избранного вида спорта. Сюда должны входить гуманитарные, естественнонаучные, медико-биологические и психолого-педагогические дисциплины, а также система интеллектуальных умений и навыков, ведущих к формированию убеждений и развитию познавательных способностей в процессе спортивной деятельности.

Ученое пособие, посвященное медико-биологическим особенностям тренировки юных хоккеистов, – первое в своем роде издание. Его содержание соответствует современным требованиям подготовки высококлассных спортсменов. При этом особое внимание уделяется сохранению их здоровья. В связи с тем, что подобное пособие издается впервые, авторы с благодарностью примут все замечания и предложения по его совершенствованию.

## Введение

Подготовленность хоккеистов, а следовательно, высокие спортивные результаты в современном хоккее – понятие интегральное, предусматривающее органическое единство и оптимальное соотношение физической, технической, тактической, волевой и теоретической подготовленности. Фундаментом системы формирования хоккеистов высшей квалификации является эффективная подготовка резервов в детско-юношеском спорте. Тренировочная деятельность формирует адаптацию организма к выполнению интенсивных физических нагрузок, совершенствует физическую подготовленность и улучшает здоровье юных хоккеистов. При этом физическая подготовка представляет собой основу, на которой складывается мастерство хоккеиста. Физическая подготовка решает важнейшие задачи:

- улучшение здоровья и расширение резервных возможностей организма спортсмена;
- развитие основных физических качеств по отдельности (скорость, выносливость, сила, координация, ловкость и гибкость) и их органическое единство, отвечающее специфике хоккея.

Состояние оптимальной работоспособности у спортсменов характеризуется достижением ими «спортивной формы». Во время этого этапа возможны относительно кратковременные ее улучшения и формирование «пика спортивной формы». Также возможны периоды ухудшения функционального состояния и физической работоспособности спортсменов и образование «функциональной ямы». Следует отметить, что интенсивный тренировочный процесс может ухудшать функциональное состояние и здоровье хоккеистов и приводить к переутомлению и перетренированности.

При этом важнейшей задачей, стоящей перед тренером и врачом команды, является своевременная объективная оценка функционального состояния, здоровья и уровня работоспособности, диагностика преморбидных состояний и осуществление, при необходимости, профилактики существенных спадов работоспособности и образования «функциональных ям» у спортсменов в разные периоды тренировочно-соревновательного периода. Подобная деятельность способствует и облегчает точное построение тренировочного и соревновательного процессов и позволяет избегать неадекватных физических нагрузок, а также дает основание для прогнозирования достижения хоккеистом «пика спортивной формы» или формирования у него «функциональной ямы». Особенно актуальной является подготовка юных хоккеистов, поскольку организм в детском и юношеском возрасте продолжает формироваться, и чрезмерные физические и психические нагрузки могут изменить этот естественный процесс.

Такой подход позволит проводить не только комплекс лечебно-профилактических мероприятий, но также эффективно и количественно поддерживать функциональное состояние и работоспособность, а значит, и здоровье юных хоккеистов.

## Глава 1

# Понятие о функциональном состоянии и работоспособности спортсменов ситуационного вида деятельности на примере хоккеистов

Термин *«функциональное состояние»* является важнейшим понятием в современной науке о человеке и особенно широко используется в общей и спортивной физиологии, психофизиологии и других областях знаний о человеке. При этом дается оценка деятельности отдельных систем организма человека, таких как дыхание, кровообращение, центральная нервная, пищеварительная, или его «функционального состояния» в целом.

Функциональное состояние большинство специалистов определяют как совокупность наличных характеристик физиологических и психофизиологических процессов, во многом определяющих уровень активности функциональных систем организма, особенности жизнедеятельности, работоспособность и поведение человека. Следует отметить, что функциональные состояния – это прежде всего физиологические состояния организма и его систем. Любое состояние является функциональным, т. е. отражает уровень функционирования организма в целом или отдельных его систем, а также само выполняет функции адаптации к данным условиям существования.

Термин *«состояние»* служит характеристикой объекта реальности в определенный момент времени и является своеобразной фиксацией параметров объекта. Понятие «состояние» как общенаучная категория применительно к человеческому организму означает совокупность происходящих в нем процессов, а также степень развития и целостности структур организма. Сущность нормального жизнепроявления состоит в том, чтобы путем тонких, точных и адекватных физиологических реакций организма на внешние и внутренние раздражители поддерживать уравновешенность как между отдельными частями, так и всем организмом в целом и окружающими условиями.

Термин *«состояние»*, обуславливающий поведение человека, представляет собой системное понятие. Это прежде всего совокупность трех составляющих:

- 1) внутренняя среда организма;
- 2) внешняя среда, в том числе и социальная;
- 3) факторы деятельности.

Следует заметить, что термин *«функциональное состояние»* можно признать как наиболее абстрактную категорию, а физиологи привыкли к употреблению конкретных терминов, которые имеют точную структурно-функциональную проекцию на организм. К сожалению, также возникают сложности с пониманием сути этого термина при переводе его на английский и другие языки мира. В большей мере такая ситуация складывается в спортивной физиологии и медицине, когда специалисты в области спорта, характеризуя функциональное состояние спортсмена, чаще используют термин *«кондиция»* или *«статус»*. По сути эти воззрения в данном случае становятся синонимами.

В спорте функциональное состояние спортсмена является важнейшим критерием, позволяющим ему достичь или не достичь максимальных спортивных результатов. Оптимизация функционального состояния атлетов достигается за счет применения системы кондиционной подготовки. Последняя предполагает формирование у спортсменов оптимального соотношения энергетической и пластической (структурной) составляющей адаптации организма к выполнению максимальных физических нагрузок (рис. 1). Е.Р. Яхонтов предлагает рассматривать тренировку, направленную на повышение уровня функционального состоя-

ния (кондиции) спортсменов, в виде построения пирамиды или восхождения по ступеням пирамиды.

Функциональному состоянию соответствуют пять групп основных компонентов. В первую группу входят энергетические компоненты реализуемой деятельности, а именно функции, обеспечивающие требуемый уровень энергоснабжения. Вторую группу составляют сенсорные компоненты деятельности, которые характеризуют наличные возможности приема и первичной переработки получаемой информации. Третья группа включает в себя информационные компоненты, обеспечивающие дальнейшую обработку поступившей информации и принятие решений на ее основе. Четвертая группа содержит эффекторные компоненты деятельности, ответственные за реализацию принятых решений в поведенческих актах. В пятую группу объединяют активационные компоненты деятельности, обуславливающие направленность и степень выраженности последней (Медведев В.И., 1983).



Рис. 1. Пирамида кондиционной подготовки

В качестве основных элементарных структур или звеньев функционального состояния выступают функции и процессы разных уровней: физиологического, психологического и поведенческого. На физиологическом уровне особое место занимают структуры, обеспечивающие двигательный и вегетативный компоненты состояния. На психическом – состояние описывается характеристиками основных психических процессов, а для поведенческого ведущими являются количественные и качественные показатели деятельности и особенности ее реализации. Функциональное состояние формируется благодаря совместному функционированию указанных звеньев, поэтому конкретные проявления деятельности отдельных элементарных структур всегда взаимообусловлены.

Таким образом, понятие «функциональное состояние» является одной из наиболее интегральных характеристик организма человека, его здоровья, резервных возможностей и характеризует успешность функционирования систем организма, выступая в качестве важнейшего фактора, обуславливающего успешность и продуктивность деятельности в области спорта, познании, общении, что в существенной мере определяет качество его специ-

фической деятельности. Правильное употребление понятия «функциональное состояние» в практике очень важно, потому что на определенных этапах деятельности тактика и стратегия поведения должна базироваться на совершенно разных принципах. Определяя функциональное состояние, исследователь формирует наиболее вероятный прогноз достижения спортивных результатов.

Другим не менее важным термином, используемым в физиологии спорта, является термин «*работоспособность спортсмена*». Спортивная работоспособность – одна из важнейших составляющих спортивного успеха. Это качество является также определяющим во многих видах производственной деятельности, необходимым в повседневной жизни, тренируемым и косвенно отражающим состояние физического развития и здоровья человека.

*Физическая работоспособность* – это категория, характеризующая возможности человека к выполнению конкретной деятельности. К основным компонентам комплексной характеристики физической работоспособности следует отнести: состояние здоровья, функциональное, физическое и психическое состояние организма и характер энергопродукции. Под физической работоспособностью специалисты понимают способность человека выполнять в заданных параметрах и конкретных условиях профессиональную деятельность, сопровождающуюся обратимыми в сроки регламентированного отдыха функциональными изменениями в организме. Работоспособность следует оценивать по критериям профессиональной деятельности и состоянию функций организма, другими словами, с помощью «прямых» и «косвенных» ее показателей.

Производительность труда спортсменов чаще всего определяется временем выполнения отдельных физических упражнений; надежность характеризуется вероятностью их безошибочного исполнения, а точностью работы следует считать степень отклонения от заданных параметров спортивного упражнения, т. е. от их модальных характеристик. Интегральной составляющей надежности и точности деятельности спортсменов являются их ошибочные действия. Ошибкой считается всякое допускаемое спортсменом во время тренировок или соревнований несоответствующее предусмотренным требованиям действие или невыполнение такового.

Адаптируя приведенное выше определение работоспособности к практике спорта, следует указать, что прямые показатели у спортсменов позволяют оценивать их спортивную деятельность как с количественной (метры, секунды, килограммы, очки и т. д.), так и с качественной (надежность и точность выполнения конкретных физических упражнений) стороны. С этой точки зрения все методики исследования прямых показателей работоспособности подразделяются на количественные, качественные и комбинированные. С помощью комбинированных методик исследования можно оценивать как производительность, так и надежность и точность спортивной деятельности.

В зависимости от сложности (законченности) алгоритма профессиональной деятельности методики исследования прямых показателей работоспособности делят на элементарные, операционные и интегральные. С помощью *элементарных методик* производится оценка одного, но предельно простого элемента упражнения. Применяемые для этой цели методики позволяют довольно просто учитывать и оценивать незначительное число факторов, определяющих выполнение данного элемента работы. Особенностью этих методик является то, что они позволяют оценивать количественно приемы выполнения какого-то элемента упражнения, но не характеризуют качество спортивной деятельности в целом. Операционные методики позволяют оценивать уже комплекс элементарных действий. Они могут более полно характеризовать работоспособность спортсменов и дают возможность исследовать не только количественную, но и качественную ее сторону. Интегральные методики дают возможность оценивать законченный алгоритм спортивной деятельности. Эти методики учитывают эффективность выполнения определенных упражнений и такие взаимо-

связи спортсменов, как коллективные действия. Кроме того, в интегральных методиках полностью отражаются и те мотивы, которые определяют деятельность спортсменов в реальных условиях тренировок и соревнований.

К косвенным критериям работоспособности относят различные клинико-физиологические, биохимические и психофизиологические показатели, характеризующие изменения функций организма в процессе работы. Другими словами, косвенные показатели представляют собой реакции организма на определенную нагрузку и указывают на то, какой физиологической ценой для человека обходится эта работа, т. е. чем, например, организм спортсмена расплачивается за достигнутые секунды, метры, килограммы и т. д. Помимо этого установлено, что косвенные показатели работоспособности в процессе труда ухудшаются существенно раньше, чем прямые критерии. Это дает основание использовать различные физиологические методики для прогнозирования работоспособности человека, а также для выяснения механизмов адаптации в конкретной профессиональной деятельности, оценке развития утомления и анализа других функциональных состояний организма.

Применение значительного количества косвенных показателей для более полной оценки функционального состояния организма приводит нередко к противоречивым результатам: в одно и то же время одни константы могут свидетельствовать о снижении работоспособности, другие – как бы о ее повышении, третьи – не обнаруживать никаких изменений. Это объясняется главным образом тем, что работоспособность во многом зависит не только от состояния функций организма, но и от ряда других факторов (характер и условия труда, мотивация, режим отдыха, питания и т. д.). Кроме того, сдвиги функций организма бывают в разной степени выражены в физиологических системах, обеспечивающих данную конкретную деятельность, и в тех, которые в этой деятельности почти не участвуют.

Таким образом, работоспособность спортсменов оценивается с помощью прямых и косвенных ее показателей. Прямыми показателями в спорте являются: метры, километры, секунды, минуты, килограммы, очки и т. д. Косвенные критерии представлены параметрами клинико-физиологических, психофизиологических, биохимических, иммунологических и других констант, которые свидетельствуют о том, какой биологической «ценой» для организма обходятся прямые показатели.

Косвенные показатели имеют ряд преимуществ. В частности, они изменяются раньше, чем прямые, по ним можно судить о развитии адаптации, утомления, восстановления и других функциональных состояний; они позволяют прогнозировать дальнейший уровень работоспособности.

При оценке работоспособности и функционального состояния человека необходимо также учитывать его субъективное состояние (усталость), являющееся довольно информативным показателем. Ощущая усталость, человек снижает темп работы или вовсе ее прекращает. Этим самым предотвращается функциональное истощение различных органов и систем и обеспечивается возможность быстрого восстановления организма человека. А.А. Ухтомский считал ощущение усталости одним из наиболее чувствительных показателей снижения работоспособности и развития утомления.

Обобщенные данные по оценке прямых и косвенных показателей работоспособности человека с учетом его субъективного и функционального состояний представлены в таблице 1. Располагая такими данными и сопоставляя их с фактически наблюдаемыми сдвигами у человека в период любой его деятельности, можно с достаточной достоверностью судить о динамике работоспособности, утомления и переутомления и при необходимости рекомендовать проведение соответствующих оздоровительных мероприятий.

С позиции общей теории адаптации работоспособность следует рассматривать как динамический процесс взаимосвязи и взаимодействия организма и факторов среды. В дина-

мике спортивной работоспособности выделяются предстартовые состояния и разминка, вратывание, устойчивое (истинное и условное) состояние, утомление и восстановление.

Таблица 1

**Стадии физической работоспособности (Солодков А.С., 1995)**

Периоды работоспособности	Субъективное состояние	Клинико-физиологические показатели	Психо-физиологические показатели	Профессиональная работоспособность	Функциональное состояние организма
Вратывание	Улучшается	Улучшаются	Улучшаются	Улучшается	Нормальное состояние (утомление)
Стабильная работоспособность	Хорошее	Устойчивость показателей	Устойчивость показателей	Сохраняется на стабильном уровне	Нормальное состояние (утомление)
Неустойчивая работоспособность	Ухудшается	Разнонаправленные сдвиги вегетативных функций	Разнонаправленные сдвиги показателей	Незначительное снижение	Переходное состояние (хроническое утомление)
Прогрессирующее снижение работоспособности	Постоянное ощущение усталости, не проходящее после дополнительного отдыха	Однонаправленное ухудшение всех показателей	Однонаправленное ухудшение показателей	Выраженное снижение, появление грубых ошибок	Патологическое состояние (переутомление)

При правильно построенном тренировочном процессе в организме развивается состояние тренированности, в основе которого лежат механизмы срочной и долговременной адаптации к физическим нагрузкам. Физиологическая сущность тренированности – это такой уровень функционального состояния организма, который характеризуется совершенствованием механизмов регуляции, увеличением физиологических резервов и готовностью к их мобилизации, что выражается в его повышенной устойчивости к длительным и интенсивным физическим нагрузкам и высокой работоспособности.

Во время рационально построенных тренировочных нагрузок возможности организма не только восстанавливаются до исходных констант, но и закрепляются на новом уровне, обеспечивая повышение и расширение функциональных резервов организма (состояние суперкомпенсации). Биологический смысл этого феномена огромен. Повторные нагрузки, приводящие к суперкомпенсации, обеспечивают повышение рабочих возможностей организма. В этом и состоит основной эффект систематических тренировок.

С физиологической точки зрения тренированность представляет собой уровень функционального состояния организма, возникающего в процессе систематических тренировок и характеризующегося повышением функциональных резервов и готовностью к их мобилизации, что проявляется увеличением работоспособности человека. При этом в организме на основе механизма саморегуляции за счет обратных биологических связей совершенствуются функциональные возможности органов и систем и их энергетическое обеспечение. Другими словами, тренированность спортсмена характеризуется уровнем его специальной физической работоспособности, прогнозировать которую можно показателями физиологических функций как в состоянии относительного покоя, так и при дозированных физических нагрузках, о чем сказано выше.

При адаптации спортсменов в процессе тренировок ведущими являются повторность и возрастание физических нагрузок, что за счет обратных биологических связей позволяет совершенствовать функциональные возможности органов и систем и их энергетическое обеспечение на основе механизма саморегуляции. С этих позиций тренировка сводится к активизации механизмов адаптации, включению физиологических резервов, благодаря

которым организм человека легче и быстрее приспосабливается к повышенным нагрузкам, совершенствуя свои физические, физиологические и психические качества, повышая состояние тренированности.

Развившееся в процессе тренировки состояние тренированности по своим физиологическим механизмам и морфофункциональной сути соответствует стадии адаптированности организма к физическим нагрузкам.

Адаптация организма к физическим нагрузкам заключается в мобилизации и использовании его функциональных резервов, в совершенствовании имеющихся физиологических механизмов регуляции. Никаких новых функциональных явлений и механизмов в процессе адаптации не наблюдается, просто уже имеющиеся начинают работать совершеннее, интенсивнее и экономичнее. В основе адаптации к физическим нагрузкам лежат нервно-гуморальные механизмы, включающиеся в деятельность и совершенствующиеся при работе двигательных единиц (мышц и мышечных групп). При адаптации спортсменов происходит усиление деятельности ряда функциональных систем за счет мобилизации и использования их резервов, а системообразующим фактором при этом является приспособительный полезный результат – выполнение поставленной задачи, т. е. конечный спортивный результат.

Физиологические факторы при долговременной адаптации обязательно сопровождаются следующими процессами: а) перестройкой регуляторных механизмов, б) мобилизацией и использованием физиологических резервов организма, в) формированием специальной функциональной системы адаптации к конкретной трудовой (спортивной) деятельности человека. По сути дела, эти три физиологические реакции являются главными и основными составляющими процесса адаптации, а общебиологическая закономерность таких адаптивных перестроек относится к любой деятельности человека.

Функциональная система, ответственная за адаптацию к физическим нагрузкам, включает в себя три звена: афферентное, центральное регуляторное и эффекторное (Солодков А.С., 1988).

Приспособительные изменения в здоровом организме бывают двух видов: изменения в привычной зоне колебаний факторов среды, когда функциональная система функционирует в обычном составе; изменения при действии чрезмерных факторов с включением в систему дополнительных элементов и механизмов. Первая группа изменений является обычными физиологическими реакциями и не сопровождается существенными функциональными перестройками в организме, которые, как правило, не выходят за пределы физиологической нормы. Вторая группа отличается значительным напряжением регуляторных механизмов, использованием физиологических резервов и формированием функциональной системы адаптации, в связи с чем их называют адаптационными сдвигами.

Адаптивные перестройки – динамический процесс, поэтому в динамике адаптационных изменений у спортсменов целесообразно выделять четыре стадии (преадаптации, адаптированности, дизадаптации и реадаптации), каждой из которых присущи свои функционально-структурные изменения и регуляторно-энергетические механизмы. Естественно, основными, имеющими принципиальное значение в спорте, следует считать две первые стадии. Применительно к общей схеме адаптации такие стадии, очевидно, свойственны людям в процессе приспособления к любым условиям деятельности.

Высокий уровень тренированности в состоянии относительного покоя характеризуется функциональными и структурными изменениями, которые отражают нарастающую экономичность физиологических функций, повышение потенциальных возможностей организма к выполнению тренировочных и соревновательных нагрузок. В конечном итоге существо проблемы тренированности сводится к вопросу о механизмах ее развития и о преимуществах тренированного организма перед нетренированным. Эти преимущества

характеризуются четырьмя основными свойствами (Солодков А.С., 1988). Тренированный организм:

*во-первых*, может выполнять физические нагрузки такой продолжительности или интенсивности, которые не под силу нетренированному;

*во-вторых*, отмечается более экономным функционированием различных органов и систем в покое, при умеренных физических нагрузках и способностью достигать при максимальных нагрузках такого уровня их деятельности, который недоступен для нетренированного организма;

*в-третьих*, способен более совершенно осуществлять управление двигательной деятельностью, быстрее и полнее мобилизовать и эффективнее использовать свои резервные возможности;

*в-четвертых*, может продолжать работу при более глубоких изменениях гомеостаза и характеризуется более высокими функциональными резервами и эффективными восстановительными процессами.

Состояние спортсмена в период его высшей специальной тренированности называется *спортивной формой*. Основными физиологическими предпосылками достижения спортивной формы является повышение общего уровня функциональных возможностей организма и целесообразные морфологические перестройки. Оптимальную функциональную готовность отдельные органы и системы организма достигают не всегда одновременно. Физическая работоспособность в своем развитии может опережать техническую и тактическую подготовленность, или наоборот.

Спортивная форма в хоккее достигается в результате больших тренировочных нагрузок на протяжении 5–6 месяцев, поэтому ее пик не может поддерживаться более 3 месяцев, но в течение года он может возникать неоднократно. Тренеры, как правило, планируют проведение соревнований на пике спортивной формы, что иногда приводит к ее резкому снижению, которое обозначается «функциональной ямой».

Двигательная активность спортсменов ситуационного характера деятельности, и в частности хоккеистов, протекает в сложных условиях, когда необходимо в короткий промежуток времени совершать максимальные ускорения, оперативно принимать решения, преодолевать силы, противодействующие выполнению задания (противодействие соперника), совершать мышечную работу максимальной интенсивности в течение относительно короткого времени, проявляя взрывную силу. Длительная работа в режиме переменной мощности предъявляет высокие требования к функциональному состоянию как регулирующих, так и транспортных систем организма, моторной составляющей действий спортсменов ситуационных видов спорта.

Важнейшими качествами, характеризующими способность хоккеистов к эффективной и качественной адаптации к физическим нагрузкам в ходе учебно-тренировочного процесса, являются следующие три группы параметров:

1. Уровень развития силовых качеств сочетается с тренировкой анаэробной и аэробной производительности, включающих в себя характеристики вегетативных систем (сердечно-сосудистой, дыхательной, тканевого дыхания), обеспечивающих эффективность обменных процессов.

2. Характеристики работы нервной системы и динамики ее функциональных состояний (возбуждение, торможение).

3. Психические, физические и соматические характеристики. С учетом обобщенной модели личности профессионально действующего спортсмена может быть построен вариант концептуальной модели, связывающей процесс обработки получаемой спортсменом информации с основными характеристиками его личности.

В практической деятельности определение уровня физической работоспособности у человека ограничивается применением тестов с максимальными и субмаксимальными мощностями физических нагрузок. В тестах с максимальными мощностями физических нагрузок испытуемый выполняет работу с прогрессивным увеличением ее мощности до отказа. Применение этих тестов имеет и определенные недостатки: пробы небезопасны для испытуемых и потому должны выполняться при обязательном присутствии врача; кроме того, момент произвольного отказа – критерий субъективный и зависит от мотивации и других факторов.

Тесты с субмаксимальной мощностью нагрузок осуществляются с регистрацией физиологических показателей во время работы или после ее окончания. Они технически проще, но их показатели зависят не только от определенной работы, но и от особенностей восстановительных процессов.

Принципиальная особенность этих проб заключается в том, что между мощностью мышечной работы и длительностью ее выполнения имеется обратно пропорциональная зависимость, и с целью определения физической работоспособности для таких случаев построены специальные номограммы. Одним из распространенных и точных методов является определение физической работоспособности по величине максимального потребления кислорода (МПК). Этот метод высоко оценивает Международная Биологическая Программа, которая рекомендует для оценки физической работоспособности использовать информацию о величине аэробной производительности.

Как известно, величина потребляемого мышцами кислорода эквивалентна производимой ими работе. Следовательно, потребление организмом кислорода возрастает пропорционально мощности выполняемой работы. МПК характеризует собой то предельное количество кислорода, которое может быть использовано организмом в единицу времени.

Аэробная возможность (аэробная мощность) человека определяется прежде всего максимальной для него скоростью потребления кислорода. Чем выше МПК, тем больше (при прочих равных условиях) абсолютная мощность максимальной аэробной нагрузки. МПК зависит от двух функциональных систем: кислород-транспортной системы (органы дыхания, кровь, сердечно-сосудистая система) и системы утилизации кислорода, главным образом – мышечной.

Исследование физической работоспособности спортсмена (особенно высшей квалификации) дает уникальный фактический материал для оценки и анализа функций организма в зоне видовых предельных напряжений. Поэтому можно считать, что лимитирующими факторами работоспособности спортсмена являются индивидуальные пределы использования им структурно-функциональных резервов своих различных органов и систем.

В таблицах 2 и 3 представлены основные сведения по характеристике функциональных резервов и лимитирующих факторов при физической работе разной мощности у представителей циклического вида деятельности. Из материала этих таблиц следует, что основными резервами и лимитирующими факторами являются функциональные возможности ЦНС, нервно-мышечного аппарата, кардиореспираторной системы, метаболические и биоэнергетические процессы.

#### *Таблица 2*

#### **Функциональные резервы при физической работе различной мощности**

Мощность работы				Авторы
Максимальная	Субмаксимальная	Большая	Умеренная	
Резервы нервно-мышечной системы	Резервы нейрогуморальной регуляции	Резервы кардиореспираторной системы	Резервы водно-солевого обмена	А.С. Мозжухин, 1979.
Запасы АТФ и КрФ	Аэробно-анаэробный обмен	Аэробный обмен, глюкоза крови	Аэробный обмен, запасы гликогена	Н.А. Степочкина, 1984.
Анаэробный обмен, запасы АТФ и КрФ	Анаэробный обмен, потребление кислорода	Кардиореспираторная система	Резервы энергоресурсов	Н.А. Фомин, 1984
Фосфагенная энергетическая система	Аэробно-анаэробный обмен	Запасы глюкозы и гликогена	Емкость окислительной системы, использование жиров	Я.М. Коц, 1986
Алактатный энергетический резерв	Лактатный энергетический резерв	Резервы аэробно-анаэробного обмена	Резервы окислительного фосфорелирования, использование жиров	В.М. Калинин, 1992
Анаэробные процессы, запасы АТФ и КрФ	Аэробно-анаэробный обмен, буферные системы, резервная щелочность крови	Резервы кардиореспираторной системы, запасы углеводов	Резервы терморегуляции, водно-солевого обмена, использование жиров	А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб, 2001

Таблица 3

**Лимитирующие факторы при физической работе различной мощности**

Мощность работы				Авторы
Максимальная	Субмаксимальная	Большая	Умеренная	
Продукты анаэробного обмена, функции ЦНС	Аэробно-анаэробный обмен, нарушение обмена углеводов	Накопление продуктов метаболизма, терморегуляция	Истощение углеводов, водно-солевой обмен	В.С. Фарфель, 1975
Нервно-мышечный аппарат, запасы АТФ и КрФ	Сдвиги pH крови, уровень лактата	Кислородный запрос, гликоген мышц	Энергетические запасы, терморегуляция	Н.А. Степочкина, 1984
Продукты анаэробного обмена, ЦНС	Кислородный долг, метаболические сдвиги	Недостаток энергоресурсов, нарушение гомеостаза	Гипотикемия, ухудшение функций вегетативной и эндокринной систем	Н.А. Фомин, 1984
Функции ЦНС, нервно-мышечный аппарат, запасы АТФ и КрФ	Уменьшение энергетических запасов	Мощность гликолитической системы	Запасы углеводов, мощность окислительных процессов	Я.М. Коц, 1986
Функции ЦНС, уровень АТФ и КрФ	Накопление лактата, снижение pH крови	Гипотикемия, снижение функций кардиореспираторной системы	Охранительное торможение в ЦНС, истощение запасов углеводов	А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб, 2001

Изменения работоспособности хоккеистов в годичном цикле могут быть представлены критериями, включающими уровень максимального потребления кислорода, кислородного долга, кислородного запроса, кислотно-основным состоянием, которые дают возможность оценки подготовленности юных спортсменов к достижению планируемого результата.

При мышечной деятельности изменение работоспособности в существенной мере обеспечивается гормональной деятельностью. Гормоны участвуют в регуляции энергетического обмена, регламентируют процессы утомления и восстановления, формируют тренированность, регулируют функции вегетативных систем.

При работе максимальной мощности ввиду ее кратковременности (10–30 с) главным энергетическим резервом и лимитирующим фактором являются анаэробные субстраты: запас фосфагенов, мышечный гликоген и глюкоза, а также ферменты этих реакций. Поскольку работа максимальной мощности сопряжена в спорте с развитием таких качеств,

как сила и быстрота, рационально построенный тренировочный процесс позволяет мобилизовать и расширить резервы и этих физических качеств.

Во время работы субмаксимальной мощности, длящейся от 30 с до 3–5 мин, биологически активные вещества метаболизма в большом количестве поступают в кровь. Действуя на хеморецепторы сосудов и тканей, они рефлекторно вызывают существенное повышение функций сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Еще большему системному повышению артериального тонуса и одновременно увеличению капиллярного кровотока способствуют вазодилататоры гипоксического происхождения. Несмотря на усиленное потребление кислорода, его дефицит за этот период может достигать 20 л и более, тогда как при работе максимальной мощности кислородный долг составляет около 8 л.

Факторами, лимитирующими работу субмаксимальной интенсивности, выступают: резкое снижение рН крови, недостаток кислорода и расход анаэробных ресурсов, невозможность сохранения высокого темпа деятельности двигательной системы и нервно-мышечного аппарата в целом. Соответственно функциональными резервами при работе субмаксимальной мощности являются: буферные системы и резервная щелочность крови – важнейшие факторы, тормозящие нарушение гомеостаза в условиях гипоксии и интенсивного гликолиза; функциональное состояние кардиореспираторной системы. Значимым остается гликолитический вклад в биоэнергетику работающих мышц.

Работа большой мощности продолжается от 3–5 до 2030 мин. Лимитируют продолжительность деятельности в данной зоне снижение уровня глюкозы и накопления лактата в крови, недостаток гликогена в мышцах, дискоординация моторных и вегетативных функций. Ее физиологические резервы схожи с резервами при субмаксимальной работе, но первостепенное значение имеют: поддержание высокого (околопредельного) уровня работы кардиореспираторной системы; оптимальное перераспределение крови; резервы воды и механизмы физической терморегуляции. Очевидно резервами такой работы могут быть не только аэробные, но и анаэробные процессы, в том числе и метаболизм жиров.

Физическая работа умеренной мощности имеет наименее четко обозначенные временные границы – от 20–30 мин и более. Такая длительность объясняет, почему возможно практически полное соответствие запроса потреблению кислорода. Именно при работе такой мощности выходят на оптимальный уровень функционирования системы, обеспечивающие доставку и утилизацию кислорода. Лимитируют работу в данной зоне в связи с большим суммарным расходом энергии 30004000 ккал и более запасы глюкозы и гликогена, развитие гипогликемического состояния с различными функциональными нарушениями органов и систем. Резервами в этом плане служат не только запасы глюкозы и гликогена, но также жиры и процессы глюконеогенеза, интенсивно усиливающиеся при стрессе. К важным условиям длительного обеспечения такой работы относят также резервы воды и солей и эффективность процессов физической теплоотдачи.

Восстановление после выполнения физической нагрузки представляет собой неотъемлемую часть тренировочного процесса не менее важную, чем сама тренировка. Во время мышечной деятельности в организме спортсменов преимущественно происходят катаболические процессы, и реакции расщепления приводят к расходованию энергоресурсов, формированию кислородного долга, накоплению продуктов распада, разбалансированию нейроэндокринной и вегетативной систем. Наблюдаемые изменения выступают в роли пусковых элементов обратной связи, которая после прекращения трудовой деятельности активизирует процессы ассимиляции. Вся совокупность происходящих в этот период физиологических, биохимических и структурных изменений, которые обеспечивают переход организма от рабочего уровня к исходному (дорабочему) состоянию, и объединяется понятием «восстановление» (Солодков А.С., Сологуб Е.Б., 2005).

Восстановительные реакции включаются практически сразу вслед за формированием изменений после начала выполнения физической работы и продолжаются до тех пор, пока присутствуют сдвиги в деятельности систем. В ряде случаев они могут длиться значительный период времени и после завершения выполнения физических нагрузок. Однако с практической точки зрения протекающие процессы восстановления в организме могут быть разделены на три отдельных периода (рис. 2).

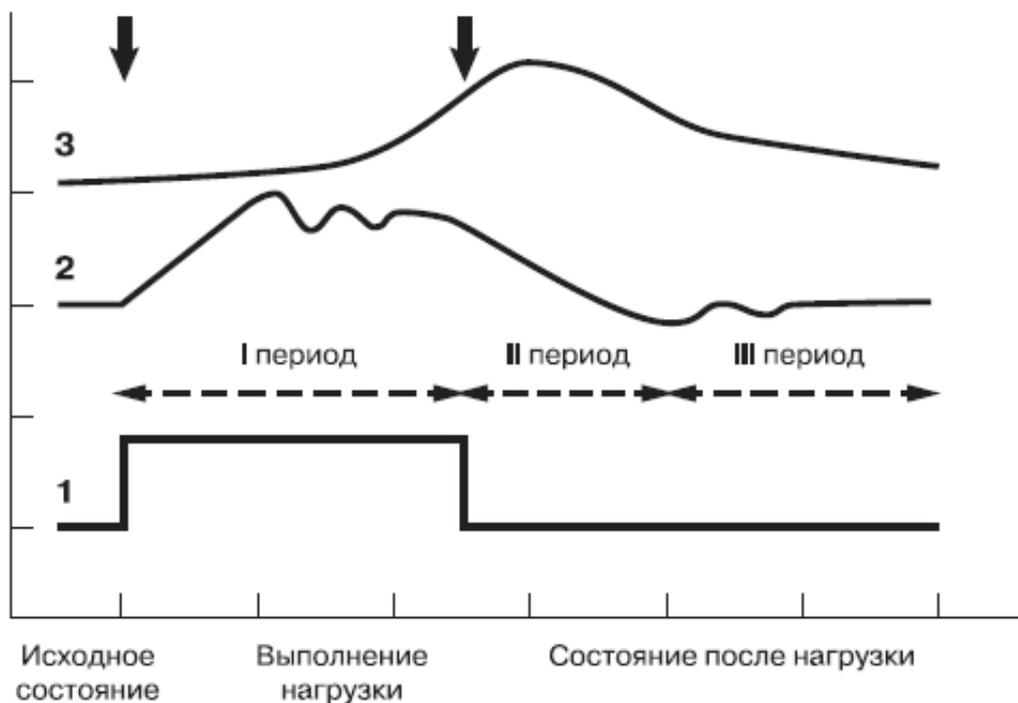


Рис. 2. Динамика процессов в организме во время физической нагрузки и после ее выполнения (пояснения в тексте)

*Примечание.* Стрелки указывают начало и завершение работы. Цифрами обозначены следующие кривые:

- 1 – уровень физической нагрузки;
- 2 – состояние систем, обеспечивающих выполнение физической нагрузки;
- 3 – состояние восстановительных процессов.

К *первому (рабочему) периоду* относят те восстановительные реакции, которые осуществляются уже в процессе самой мышечной работы (восстановление АТФ, креатинфосфата, переход гликогена в глюкозу и ресинтез глюкозы из продуктов ее распада – глюконеогенез). Рабочее восстановление поддерживает нормальное функциональное состояние организма и допустимые параметры основных гомеостатических констант в процессе выполнения мышечной нагрузки.

*Второй (ранний) период* восстановления наблюдается непосредственно после окончания работы легкой и средней тяжести в течение нескольких десятков минут и характеризуется восстановлением ряда уже названных показателей, а также нормализацией кислородной задолженности, гликогена, некоторых физиологических, биохимических и психофизиологических констант. Раннее восстановление лимитируется главным образом временем погашения кислородного долга.

*Третий (поздний) период* восстановления отмечается после длительной напряженной работы, затягивается на несколько часов и более. В это время нормализуется большинство

физиологических и биохимических показателей организма, удаляются продукты обмена веществ, восстанавливается водно-солевой баланс, гормоны и ферменты.

Протекание восстановительного процесса подчиняется следующим физиологическим закономерностям: они неравномерны, гетерохронны, имеют фазовый характер восстановления работоспособности, избирательны и совершенствуемы в процессе многократного повторения, т. е. тренируемы.

Неравномерность восстановительных процессов впервые была установлена А. Хиллом (1926) при анализе ликвидации кислородной задолженности организма. Автор показал, что сразу после окончания работы восстановление идет быстро, а затем скорость его снижается и наблюдается фаза медленного восстановления. В последующем было показано, что наличие указанных двух фаз восстановления отмечается, как правило, после тяжелой физической работы. После умеренных нагрузок погашение кислородного долга носит однофазный характер, т. е. наблюдается только фаза быстрого восстановления. Факт неравномерного восстановления в дальнейшем был отмечен в динамике показателей сердечно-сосудистой системы, органов дыхания, нервно-мышечного аппарата, картины периферической крови и обмена веществ.

В основе гетерохронности восстановления лежит принцип саморегуляции, свидетельствующий в данном случае о том, что неодновременное протекание различных восстановительных процессов обеспечивает наиболее оптимальную деятельность целостного организма. В частности, многолетний опыт наблюдений за спортсменами показывает, что сразу после окончания физических нагрузок восстанавливаются алактатная фаза кислородного долга и фосфагены. Через несколько минут отмечается нормализация пульса, артериального давления, ударного и минутного объемов крови, скорости кровотока, то есть тех показателей, которые обеспечивают восстановление лактатной фазы кислородного долга. Спустя несколько часов после нагрузок восстанавливаются показатели внешнего дыхания, глюкоза и гликоген. Обмен веществ, периферическая кровь, водно-солевой баланс, ферменты и гормоны восстанавливаются через несколько суток. Таким образом, в различные временные интервалы восстановительного периода функциональное состояние организма неоднозначно. Это следует принимать во внимание, планируя характер нагрузок и реабилитационные мероприятия.

Следующей особенностью после рабочих изменений является фазность восстановления, которая, в частности, выражается в изменении уровня работоспособности. В динамике восстановления работоспособности различают несколько периодов.

Сразу после напряженной работы наблюдается тенденция к восстановлению до исходного уровня, что соответствует фазе пониженной работоспособности. Повторные нагрузки в этот период вырабатывают выносливость.

В дальнейшем восстановление продолжает увеличиваться, наступает сверхвосстановление, соответствующее периоду повышенной работоспособности; повторные нагрузки в эту фазу повышают тренированность. При этом важно подчеркнуть, что вследствие функциональных и структурных перестроек, происходящих в процессе восстановления, функциональные резервы организма расширяются и наступает сверхвосстановление (суперкомпенсация).

Восстановление до исходного уровня соответствует периоду исходной работоспособности; повторные нагрузки в это время мало эффективны и лишь поддерживают состояние тренированности (рис. 3).

Зависимость между физическим утомлением и возрастанием сил известна людям давно. Например, в основу физического воспитания воинов армии А.В. Суворовым был положен принцип: «Утомлять тело свое, чтобы укрепить оное больше».

Различный характер деятельности человека оказывает избирательное влияние на отдельные функции организма, на разные стороны энергетического обмена. Избирательность восстановительных процессов подчиняется этим же закономерностям. Понимание избирательного характера тренировочных и соревновательных нагрузок, а также восстановления позволяет целенаправленно и эффективно управлять двигательным аппаратом, вегетативными функциями и энергетическим обменом. Избирательность восстановительных процессов после тренировочных и соревновательных нагрузок определяется и характером энергообеспечения. После работы преимущественно аэробной направленности восстановительные процессы показателей внешнего дыхания, фазовой структуры сердечного цикла, функциональной устойчивости к гипоксии происходят медленнее, чем после нагрузок анаэробного характера. Такая особенность прослеживается как после отдельных тренировочных занятий, так и после недельных микроциклов.

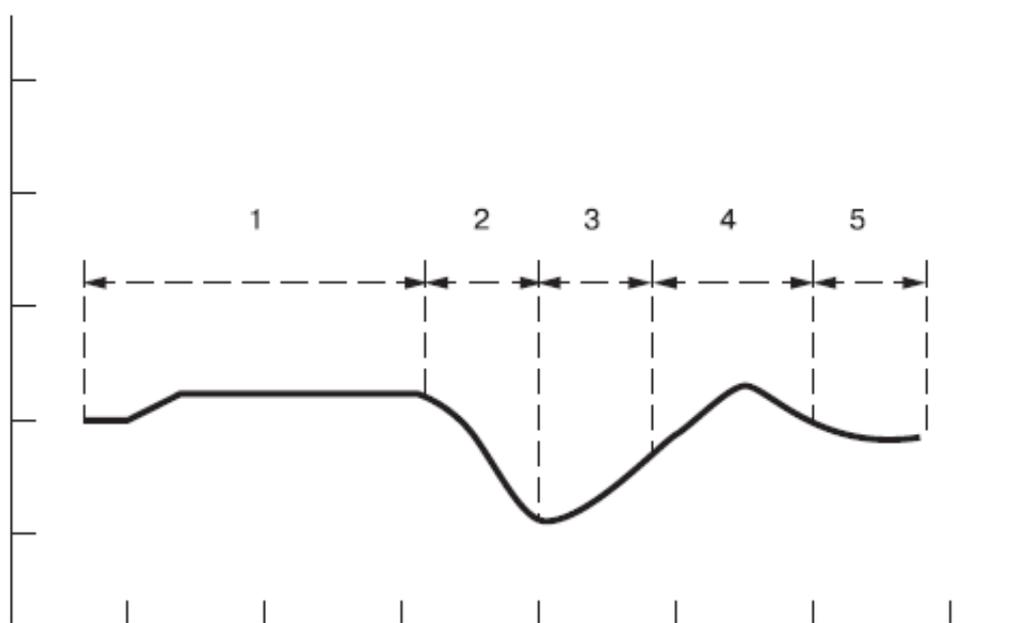


Рис. 3. Уровень работоспособности спортсмена на разных этапах деятельности

*Примечание.* Цифрами обозначены следующие периоды:

- 1 – период вработываемости и оптимальной работоспособности;
- 2 – понижение работоспособности из-за развивающегося утомления;
- 3 – восстановление работоспособности;
- 4 – повышенная работоспособность вследствие суперкомпенсации;
- 5 – нормальная работоспособность.

Развитие и совершенствование долговременной адаптации во время тренировок к физическим нагрузкам проявляется на разных этапах спортивной деятельности (вработывание, устойчивая работоспособность), а также и в период восстановления. Восстановительные процессы, происходящие в различных органах и системах, подвержены тренируемости. Другими словами, в ходе развития адаптированности организма к нагрузкам восстановительные процессы улучшаются, повышается их эффективность. У нетренированных лиц восстановительный период удлинен, а фаза сверхвосстановления выражена слабо. У высококвалифицированных спортсменов отмечаются непродолжительный период восстановления и более значительные явления суперкомпенсации.

В конечном итоге все факторы, лимитирующие работоспособность хоккеистов, можно объединить в 4 основные группы:

- 1) мышечные (локальные);
- 2) вегетативные (системные);
- 3) метаболические (организменные);
- 4) регуляторные.

Следует отметить, что в настоящее время существует множество физиологических методик исследования спортсменов на различных этапах подготовки, с помощью которых объективно оценивается уровень функционирования внутренних органов и систем организма. Наиболее часто применяют: параметры сенсорно-моторных реакций, скорость переключения процессов возбуждения и торможения в головном мозге, внимание, память, мышление и другие психофизиологические методики для оценки регуляторных факторов, регламентирующих работоспособность хоккеистов.

Определение минутного объема крови, анаэробных и аэробных возможностей, максимального потребления кислорода, электрических явлений в мышце сердца, минутного объема дыхания, состава крови необходимо для контроля вегетативных факторов, регламентирующих работоспособность, а скорость протекания обменных процессов характеризует метаболическую составляющую. Электромиография, миотонометрия, динамография и стимуляционные методики оценки функционального состояния мышц позволяют судить о мышечных факторах, которые определяют работоспособность.

Вместе с тем предлагаемые методики исследования требуют длительного протокола исследования, что ограничивает их применение и лишает возможности проводить полноценный контроль уровня функционального состояния и работоспособности в процессе тренировочных занятий. Следовательно имеет смысл отобрать из них наиболее значимые, валидные и простые и, вероятнее всего, интегральные, которые следует использовать в практической деятельности. Понимание избирательного характера тренировочных и соревновательных нагрузок позволяет целенаправленно и эффективно управлять двигательным аппаратом, вегетативными функциями и энергетическим обменом.

### ***Контрольные вопросы и задания***



1. Дайте физиологическую характеристику понятия «функциональное состояние»; назовите факторы, его определяющие.
2. Что понимается под термином «работоспособность»? Назовите факторы, определяющие и лимитирующие работоспособность.
3. Охарактеризуйте понятия «функциональное состояние» и «работоспособность» в хоккее.

## Глава 2

# Анатомо-физиологические особенности организма юных хоккеистов

Организм детей значительно отличается от организма людей более старшего возраста. Все реакции приспособления к условиям новой среды требуют быстрого развития мозга, особенно его высших отделов. Раньше всего, в первые же годы жизни созревают проекционные зоны коры, позднее всего, вплоть до взрослого состояния – третичные, ассоциативные поля коры (зоны высшего анализа и синтеза). Моторная зона коры в основном сформирована уже к 4 годам, а ассоциативные поля лобной и нижнетеменной области коры по занимаемой территории, толщине и степени дифференцирования клеток к возрасту 7–8 лет созревают лишь на 80 %, особенно отставая в развитии у мальчиков по сравнению с девочками.

Быстрее всего формируются функциональные системы, включающие вертикальные связи между корой и периферическими органами и обеспечивающие жизненно необходимые навыки. Медленнее происходит развитие отростков корковых нейронов и миелинизация нервных волокон в коре, процессы налаживания горизонтальных межцентральных взаимосвязей в коре больших полушарий. В результате этого для первых лет жизни характерна недостаточность межсистемных взаимосвязей в организме.

Электрическая активность мозга отражает разобщенность различных территорий коры и незрелость корковых нейронов, однако к возрасту 10 лет устанавливается основной альфа-ритм – ритм покоя, характерный для взрослого организма.

Активно продолжают развиваться сенсорные системы. Зрительная сенсорная система особенно быстро развивается на протяжении первых 3-х лет жизни, затем ее совершенствование продолжается до 12–14 лет.

У ребенка первых лет жизни плохо развито субъективное чувство времени. Чаще всего он не может правильно отмеривать и воспроизводить заданные интервалы, укладываться во времени при выполнении различных заданий. Сказывается недостаточная синхронизация внутренних процессов в организме и малый опыт сопоставления собственной активности с внешними синхронизаторами (оценкой длительности протекания различных ситуаций, смены дня и ночи и пр.). С возрастом чувство времени улучшается: так, например, интервал 30 с точно воспроизводят лишь 22 % 6-летних, 39 % 8-летних и 49 % 10-летних детей.

Схема тела формируется у ребенка к 6 годам, а более сложные пространственные представления – к 9-10 годам, что зависит от развития полушарий мозга и совершенствования сенсомоторных функций. Способность к предвидению ситуации у ребенка появляется в 5–6 лет.

В младшем школьном возрасте уже возникают преобладающие влияния коры на подкорковые процессы, усиливаются процессы внутреннего торможения и произвольного внимания, появляется способность к освоению сложных программ деятельности, формируются характерные индивидуально-типологические особенности высшей нервной деятельности ребенка.

В среднем и старшем школьном возрасте значительное развитие отмечается во всех высших структурах ЦНС. Например, в коре больших полушарий общая длина борозд к 10 годам увеличивается в 2 раза, а площадь коры – в 3 раза.

Период с 9 до 12 лет характеризуется резким увеличением взаимосвязей между различными корковыми центрами, главным образом за счет роста отростков нейронов в горизонтальном направлении. Это создает морфофункциональную основу развития интегративных функций мозга, установления межсистемных взаимосвязей. В возрасте 10–12 лет усилива-

ются тормозные влияния коры на подкорковые структуры. Формируются близкие к взрослому типу корково-подкорковые взаимоотношения с ведущей ролью коры больших полушарий и подчиненной ролью подкорки.

При различных видах деятельности с повышением возраста от 10 до 13 лет регистрируется резкое возрастание пространственной синхронизации потенциалов разных корковых зон, что отражает установление между ними функциональных взаимосвязей. У 13-летних подростков существенно улучшается способность к переработке информации, быстрому принятию решений, отмечается повышение эффективности тактического мышления. Время решения тактических задач у них достоверно сокращается по сравнению с 10-летними. Оно мало изменяется к 16-летнему возрасту, но еще не достигает величин взрослого человека. Помехоустойчивость поведенческих реакций и двигательных навыков достигает взрослого уровня уже к 13 годам. Эта способность имеет большие индивидуальные различия, она контролируется генетически и мало изменяется в процессе тренировки.

Плавное улучшение мозговых процессов у подростков нарушается по мере вступления их в период полового созревания – у девочек в 11–13 лет, у мальчиков в 13–15 лет. Этот период характеризуется ослаблением тормозных влияний коры на нижележащие структуры и «буйством» подкорки, вызывающим сильное возбуждение по всей коре и усиление эмоциональных реакций у подростков. Возрастает активность симпатического отдела нервной системы и концентрация адреналина в крови. Ухудшается кровоснабжение мозга.

Такие изменения ведут к нарушению тонкой мозаики возбужденных и заторможенных участков коры, нарушают координацию движений, ухудшают память и чувство времени. Поведение подростков становится нестабильным, часто немотивированным и агрессивным. В межполушарных отношениях также возникают существенные изменения – временно усиливается роль правого полушария в поведенческих реакциях. У подростка ухудшается деятельность второй сигнальной системы (речевые функции), повышается значимость зрительно-пространственной информации. Отмечаются нарушения высшей нервной деятельности – нарушаются все виды внутреннего торможения, затрудняется образование условных рефлексов, закрепление и переделка динамических стереотипов. Наблюдается расстройство сна.

Снижение контролирующих влияний коры на поведенческие реакции приводит к внушаемости и несамостоятельности ряда подростков, которые легко перенимают вредные привычки. Гормональные и структурные перестройки переходного периода замедляют рост тела в длину, снижают темпы развития силы и выносливости. В среднем школьном возрасте (к 12–14 годам) в основном заканчивается созревание всех сенсорных систем.

Зрительная сенсорная система уже в 10-12-летнем возрасте достигает функциональной зрелости. К этому моменту совершенствуются функции ее коркового представительства, развивается система все более сложных нейронов-детекторов, обеспечивающих высокий уровень зрительного восприятия, обогащаются межцентральные взаимосвязи зрительных центров с другими зонами коры, позволяя интегрировать зрительные впечатления в общую систему регуляции поведения. Глаза становятся соразмерными, т. е. длина зрительной оси глаза теперь соответствует преломляющей силе, и фокусирование лучей происходит непосредственно на сетчатке. Детская дальновзоркость при этом исчезает. У подростка заметно повышается острота зрения, расширяется поле зрения, улучшается бинокулярное зрение, совершенствуется различение цветовых оттенков. Пропускная способность зрительной сенсорной системы растет с возрастом, уже к 10-11-летнему возрасту соответствуя взрослому уровню (около 2–4 бит/с). У девочек поле зрения и пропускная способность больше, чем у мальчиков, а глазомер выражен хуже. Скорость и четкость зрительных восприятий отражается в показателях критической частоты слияния световых мельканий, когда отдельные световые вспышки начинают восприниматься как сплошной свет. Показатель критической

частоты слияния световых мельканий растет с возрастом: в 7–8 лет он составляет 25 Гц, в 9–11 лет – 30 Гц, в 12–14 лет – 40 Гц (что соответствует взрослому уровню).

Совершенствование зрительной сенсорной системы позволяет значительно улучшить ориентацию в пространстве, выделение значимой информации из потока внешних сигналов. Это, в свою очередь, повышает точность и координацию движений, расширяет сферу деятельности растущего организма.

Возрастная динамика пропускной способности (бит/с) зрительной сенсорной системы представлена в таблице 4.

Созревание слуховой сенсорной системы (главным образом ее коркового отдела) завершается к 12–13-летнему возрасту. Резко снижаются пороги слышимости звуков, особенно в речевом диапазоне (1000–4000 Гц). Повышение остроты слуха позволяет хорошо дифференцировать звуковые раздражители. Улучшается скорость и точность восприятия речи, развивается музыкальный слух.

Таблица 4

**Пропускная способность (бит/с) зрительной сенсорной системы в различном возрасте**

Возраст, лет	Девочки	Мальчики
7–8	1.00	1.09
10–11	2.18	2.06
12–13	2.53	2.12
13–14	2.90	2.60
17–18	3.38	2.65
19–22	3.13	2.88

К 11-летнему возрасту повышается точность оценки протяженности звучания различных сигналов и длительности звуковых интервалов, что имеет важное значение для формирования чувства времени у подростков, а совершенствование в этом возрасте бинаурального слуха улучшает пространственную ориентацию. Вместе с тем у подростков и юношей начинает снижаться восприятие высоких частот, этот процесс продолжается и далее – в зрелом возрасте и по мере старения организма.

Вестибулярная сенсорная система созревает к 14-летнему возрасту. С началом овариально-менструального цикла у девочек 12–13 лет вестибулярная устойчивость приобретает циклический характер, снижаясь в предменструальную и менструальную фазы и улучшаясь в постменструальную и постовуляторную фазы.

В подростковом и юношеском возрасте усиливаются вестибуло-вегетативные реакции симпатического типа, вызывающие повышение частоты сердечных сокращений. В результате вестибулярных нагрузок возникают различные (положительные или отрицательные) эмоциональные реакции, которые необходимо учитывать при работе с детьми, а также замедляется течение субъективного времени, что нарушает оценку временных интервалов.

Развитие двигательной сенсорной системы происходит непрерывно, значительно усиливаясь в возрасте от 7–8 до 13–15 лет, когда достигается оптимальный уровень ее развития. К этому времени в сочетании с кожной афферентацией формируется хорошо развитая комплексная кинестетическая чувствительность. Благодаря четкому восприятию проприоцептивной информации увеличивается способность к управлению не только отдельными мышцами, но даже отдельными двигательными единицами.

Характеризуя газотранспортные системы организма детей и подростков, следует отметить, что количество крови в организме ребенка в процентах к массе тела уменьшается от периода новорожденности к возрасту 10–16 лет в 2 раза, но еще превышает конечные значения.

С 12-летнего возраста кроветворение происходит только в губчатом веществе плоских костей и эпифизах трубчатых костей, а в диафизах трубчатых костей красный костный мозг заменяется желтым жировым мозгом, не имеющим кроветворной функции. К возрасту 14–16 лет картина крови практически уже соответствует взрослому организму. Однако еще встречается много незрелых форм лейкоцитов. Скорость оседания эритроцитов достигает взрослого значения – 8–10 мм/час.

Растут масса и объем сердца. Вес сердца по сравнению с новорожденным увеличивается к 10 годам в 6 раз, а к 16 годам – в 11 раз. За исключением периода 12–13 лет масса сердца у мальчиков превышает аналогичные показатели у девочек. Рост массы сердца происходит с некоторым отставанием от роста массы тела. Особенно велик годовой прирост массы сердечной мышцы после 14 лет.

Объем сердца достигает 130–150 мл (у взрослых – 280 мл), а минутный объем крови – 3–4 л/мин (у взрослых – 5–6 л/мин). Минутный объем крови увеличивается главным образом за счет возросшего систолического объема, который за период от 10 до 17 лет нарастает от 46 мл до 60–70 мл. За счет увеличенного систолического объема крови и повышения тонуса парасимпатического отдела нервной системы происходит дальнейшее снижение частоты сердечных сокращений (ЧСС): в среднем школьном возрасте ЧСС в покое составляет около 80 уд./мин, а в старшем школьном возрасте (16–18 лет) соответствует взрослому уровню – 70 уд./мин. У подростков до 14 лет еще значительно выражена дыхательная аритмия, которая после 15–16 лет практически исчезает.

С развитием у подростков проводящей системы сердца различные показатели электрокардиограммы в старшем школьном возрасте приближаются к показателям взрослого организма.

В связи с тем, что сердце выбрасывает за одно сокращение больший объем крови, нарастает величина артериального давления. У мальчиков в 11 лет она составляет 104/61 мм рт. ст., в 12 лет – 108/65, в 13 лет – 112/65, в 14 лет – 115/66, в 15 лет – 120/68, в 16 лет – 125/73, в 17 лет – 125/73 мм рт. ст. У девочек после 13 лет эти показатели на 2–5 мм рт. ст. ниже. Минимальное (диастолическое) артериальное давление увеличивается в меньшей степени, чем максимальное (систолическое), поэтому растет их разность, т. е. пульсовое давление. Такие изменения улучшают кровоснабжение различных органов тела.

Рост просвета сосудов в переходный период (13–14 лет) отстает от увеличения сократительной силы миокарда. Это вызывает в ряде случаев явления юношеской гипертонии – повышение артериального давления до 140 мм рт. ст. и выше. В результате урежения частоты сердечных сокращений и увеличения длины сосудов, особенно у высокорослых подростков и юношей, происходит замедление кругооборота крови.

В целом происходящие в сердечно-сосудистой системе изменения (урежение частоты сердечных сокращений, удлинение периода общей диастолы, повышение артериального давления, замедление кругооборота крови) свидетельствуют об экономизации функций сердца.

Система дыхания с возрастом совершенствуется. Увеличивается длительность дыхательного цикла и скорость вдоха, продолжительнее становится выдох (особенно пауза на выдохе), снижается чувствительность дыхательного центра к недостатку кислорода и избытку углекислого газа. Совершенствуется регуляция дыхания, в том числе произвольная регуляция при осуществлении речевой функции. Экономизируются дыхательные реакции на нагрузки. У детей дошкольного и младшего школьного возраста легочная вентиляция нарастает преимущественно за счет учащения дыхания, а у подростков – за счет повышения глубины дыхания, и лишь у половины из них при этом происходит и учащение дыхания. В 12-летнем возрасте частота дыхания составляет 19 вдохов в минуту, а к 14-летнему возрасту она приближается к взрослому уровню – 16–20 вдохов в минуту. Минутный объем дыхания в 10 лет составляет около 4 л/мин, в 14 лет – около 5 л/мин (у взрослых 5–8 л/мин). Происходящие изменения носят прогрессивный характер, позволяя улучшить газообмен в легких, так как при частом и неглубоком дыхании воздух обменивается преимущественно в воздухоносных путях, очень мало изменяя состав альвеолярного воздуха.

Однако дыхательные функции испытывают некоторые трудности развития в период полового созревания. Задержка роста грудной клетки при значительном вытягивании тела затрудняет дыхание у подростка. Вес легких в 12 лет оказывается в 10 раз больше первоначального, но все же вдвое меньше, чем у взрослых. Повышение возбудимости дыхательного центра и временные нарушения регуляции дыхания вызывают у подростков особую непереносимость кислородного дефицита. При гипоксических состояниях у них могут возникать головокружения и обмороки. В этот период у подростков наблюдается неритмичность дыхания, не завершена еще процесс расширения воздухоносных путей. Носовые ходы у детей узкие, их формирование заканчивается к 14–15 годам. Развитие новых ветвей бронхиального дерева, заметно усилившееся еще до начала пубертатного периода, ускоряется после его окончания. После 11–12 лет процесс расширения бронхов начинает преобладать над их удлинением. Происходит бурное развитие альвеол.

Объемы легких зависят от стадий полового созревания, которые проходят у девушек раньше, чем у мальчиков. Общая емкость легких и жизненная емкость легких у 13-летних девочек составляют около 93 % от величин этих объемов у 18-летних девушек, а у 12-13-летних мальчиков – лишь 73 % к этим объемам у 18-летних юношей. У мальчиков жизненная емкость легких больше, чем у девочек на всех стадиях полового развития. С небольшими колебаниями жизненная емкость легких составляет в младшем школьном возрасте около 1 л, в среднем – порядка 2 л, в старшем школьном возрасте – примерно 3 л.

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.