

**ОСНОВЫ ТЕОРИИ
АДАПТАЦИИ И
ЗАКОНОМЕРНОСТИ
ЕЕ ФОРМИРОВАНИЯ У
СПОРТСМЕНОВ**

Теория адаптации

— это совокупность достоверных знаний о **приспособлении** организма человека к условиям окружающей среды, особенно к так называемым экстремальным ситуациям.

- Ю.В. Верхошанский, В.Н.Селуянов считают, что в центре научной платформы теории спортивной тренировки должно лежать биологическое знание, биологическая природа адаптационного процесса, а процесс спортивной тренировки должен обеспечивать естественный ход последнего и возможность оптимального управления его развитием

Особенности адаптации в спорте

- **Многоступенчатость** адаптации к усложняющимся условиям внешней среды:
Каждый очередной этап
- многолетнего спортивного совершенствования,
- тренировочный год или отдельный макроцикл,
- каждые соревнования всевозрастающего масштаба
 - ставят перед спортсменом необходимость очередного адаптационного скачка

- Длительное удержание высокого уровня адаптационных реакций в современном спорте характерно для заключительных этапов многолетней подготовки, связанных с сохранением достижений на максимально доступном уровне, и имеет свою сложную специфику.
- Высочайший уровень приспособления функциональных систем организма в ответ на продолжительные, интенсивные и разнообразные раздражители может быть сохранен лишь при наличии напряженных поддерживающих нагрузок.

- Возникает **проблема** поиска такой **системы нагрузок**, которая обеспечила бы поддержание достигнутого уровня адаптации и одновременно не вызвала бы истощения и изнашивания структур организма, ответственных за адаптацию

- Одной из тенденций современного спорта высших достижений является **возрастание роли одаренности**, ярких индивидуальных особенностей как фактора, определяющего перспективность спортсмена и его способность к достижению действительно выдающихся результатов.

Реакции адаптации при мышечной деятельности

- Понятие «адаптация» тесно связано с понятием «стресс», который рассматривают как состояние общего напряжения организма, возникающее при воздействии исключительно сильного раздражителя.

Виды реакции на стресс

- 1) если возбудитель слишком силен или действует долго, наступает заключительная фаза стресс-синдрома — **истощение**;
- 2) если раздражитель не превышает приспособительных резервов организма, происходит **мобилизация** и перераспределение энергетических и структурных ресурсов организма, активизируются процессы специфической адаптации

**Реакция второго вида является
основной,
стимулирующей формирование
адаптации**

- Ее роль проявляется в мобилизации **энергетических и структурных** ресурсов организма:
 - Увеличении концентрации в крови глюкозы, жирных кислот, аминокислот, нуклеидов,
 - Усилении деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем, обеспечивающих доступ субстратов и кислорода к органам и тканям, несущим наибольшую нагрузку.

- Передача мобилизованных ресурсов из неактивных систем в функциональную систему, осуществляющую адаптационную реакцию, обеспечивается сужением сосудов неактивных нервных центров, мышечных групп и внутренних органов и одновременным расширением сосудов тех органов, которые входят в функциональную систему, ответственную за адаптацию
- Например, если в покое **мышцы** потребляют **30 %** поступающего кислорода, **мозг — 20 %**, **почки — 7 %**, то при максимальных нагрузках **мышцы потребляют 87 %** кислорода, **мозг — 2 %**, **почки — 1 %**

Виды адаптации

Приспособительные реакции человеческого организма (реакции адаптации) можно разделить на:

- срочные и долговременные,
- врожденные и приобретенные.

Срочные врожденные реакции

- Усиление дыхания или перераспределение кровотока в ответ на физическую нагрузку, повышение порога слухового восприятия при шуме, усиление ЧСС при психическом возбуждении и т. п.
- С помощью тренировки их можно лишь изменить

Срочные приобретенные реакции

- Например, сложные технико-тактические навыки - самим своим существованием обязаны обучению и тренировке

Долговременная адаптация

- Возникает постепенно, в результате **длительного или многократного** действия на организм определенных раздражителей.

По сути, долговременная адаптация развивается на основе многократной реализации **срочной** адаптации и характеризуется тем, что в результате постепенного количественного накопления определенных изменений организм приобретает новое качество — из **неадаптированного превращается в адаптированный**.

- Для перехода срочной адаптации в гарантированную долговременную внутри возникшей функциональной системы должен произойти важный процесс, связанный с комплексом **структурных и функциональных** изменений в организме, обеспечивающий развитие, фиксацию и увеличение мощности системы в соответствии с предъявляемыми ей требованиями.

3 физиологические реакции являются главными и основными составляющими процесса адаптации

- Установлено, что **морфофункциональные** перестройки при долговременной адаптации обязательно сопровождаются следующими процессами:
 - 1) изменением взаимоотношений регуляторных механизмов;
 - 2) мобилизацией и использованием физиологических резервов организма;
 - 3) формированием **специальной функциональной системы адаптации к конкретной деятельности.**

Функциональная система

- П.К. Анохин отмечал (1975), что «под функциональной системой понимается такая динамическая организация структур и процессов организма, которая вовлекает эти компоненты независимо от их анатомической, тканевой и физиологической определенности. Единственным критерием вовлечения тех или иных компонентов в систему является их способность содействовать получению конечного приспособительного результата, характерного для физиологической системы».

Формирование функциональных систем и реакции адаптации

- Функциональная система, образуемая в ответ на любую физическую нагрузку, включает в себя три звена:
 1. афферентное,
 2. центральное регуляторное
 3. эффекторное
- **Афферентное звено функциональной системы**
- объединяет рецепторы, нейроны, афферентные нервные клетки в центральной нервной системе. Все эти образования воспринимают раздражения из внешней среды, реакции самого организма, обрабатывают полученную информацию, т. е. осуществляют так называемый *афферентный синтез, являющийся стимулом*, пусковым элементом адаптации.
- Физическая деятельность, требующая сложной координации, особенно при наличии вариативных ситуаций значительно затрудняет процесс афферентного синтеза

- Аfferентный синтез происходит не только перед началом двигательной деятельности, но и при выполнении самого движения.
- В этом синтезе в процессе движения важнейшая роль принадлежит сенсорным коррекциям, которые осуществляются благодаря информации, поступающей от мышц и внутренних органов.
- **Аfferентные импульсы с рецепторов — основное условие образования адаптивной функциональной системы,**
- **Второе условие формирования такой системы — внешние сенсорные влияния, информирующие о положении частей тела и изменениях в окружающей обстановке.**
- **Таким образом, аfferентное звено функциональной системы является необходимым условием адаптации к физическим нагрузкам.**

Центральное регуляторное звено функциональной системы

- Представлено нейрогенными и гуморальными процессами управления адаптивными реакциями.
- В адаптированном организме нейрогенная часть звена быстро и четко реагирует на афферентную импульсацию соответствующей мышечной активностью и мобилизацией вегетативных функций.
- В неадаптированном организме такого совершенства нет, мышечное движение будет выполнено приблизительно, а вегетативное обеспечение окажется недостаточным

Нейрогенная активация гуморальной части центрального регуляторного звена

- Функциональное значение гуморальных реакций (**усиленное высвобождение гормонов, ферментов и медиаторов**) определяется тем, что они путем воздействия на метаболизм органов и тканей обеспечивают более полноценную мобилизацию функциональной системы и ее способность к **длительной работе на повышенном уровне**. Конкретными результатами гуморальных влияний являются **активация деятельности мышечной и вегетативных систем, мобилизация углеводов и жиров из депо и их эффективное окисление**, перераспределение энергоресурсов в органах и тканях, повышение синтеза нуклеиновых кислот и белков и др.

Эффекторное звено функциональной адаптивной системы

- Включает в себя скелетные мышцы, органы дыхания, кровообращения, кровь и др.
- Воздействие физических нагрузок на уровне скелетных мышц характеризуется
 1. количеством активируемых моторных единиц;
 2. уровнем и характером биохимических процессов в мышечных клетках;
 3. особенностями кровоснабжения мышц, обеспечивающими приток кислорода, питательных веществ и удаление метаболитов.

- **Таким образом**, увеличение силы, скорости и точности движений, работоспособности при их многократном выполнении в процессе долговременной адаптации достигается **двумя основными процессами**:
- **1.** Формированием в центральной нервной системе механизма управления движениями и
- **2.** Морфофункциональными изменениями в мышцах (гипертрофия мышц, увеличение мощности систем аэробно-анаэробного энергообразования, **возрастание количества миоглобина и митохондрий, уменьшение образования и накопления аммиака**, перераспределение кровотока и др.).

Механизм реакции человека при выполнении физической нагрузки

- В результате действия сигналов, воспринимаемых рецепторами, афферентная импульсация поступает в кору большого мозга, где возникают процессы возбуждения и торможения, формирующие соответствующую функциональную систему, объединяющую определенные структуры головного мозга.
- Эта управляющая система избирательно мобилизует надлежащие мышечные группы при участии структур всех моторных уровней мозга: коркового моторного уровня (моторной коры), подкоркового моторного уровня (стриопалидарной системы), стволового моторного уровня, включающего двигательные центры продолговатого и среднего мозга, и сегментарного моторного уровня, объединяющего двигательные центры спинного мозга, и, наконец, конечного звена — мотонейронов.
- Одновременно с мобилизацией мышц нейрогенное звено управления воздействует на центры кровообращения, дыхания и других вегетативных функций, в результате чего активизируется

- Понятие «адаптация» тесно связано с представлением о функциональных **резервах**, т. е. скрытых возможностях человеческого организма, которые могут быть реализованы в экстремальных условиях.
- Для количественного выражения функциональных резервов определяют разность между максимально возможным уровнем активности отдельных органов и систем и уровнем, характерным для состояния относительного покоя.

Функциональные резервы лиц (мужчин), не занимающихся спортом, и спортсменов высокой квалификации

Показатель	Не занимающиеся спортом			Спортсмены высокой квалификации		
	в покое	при предельной нагрузке	сдвиги (число раз)	в покое	при предельной нагрузке	сдвиги (число раз)
Жизненная емкость легких, мл ВТРС	4000	—	—	6500	—	—
Объем сердца, см ³	700	—	—	1150	—	—
Потребление кислорода, мл·кг ⁻¹ ·мин ⁻¹	4,5	45,0	10	3,8	76	30
Максимальный кислородный долг, мл	—	5600	—	—	22000	—
Минутный объем кровообращения, л	5,8	24,5	4,2	4,2	42	10
Продолжительность работы на уровне 90 % $\dot{V}O_2$ max, мин	—	10	—	—	120	12

Формирование срочной адаптации

Показатель	нетренированные спортсмены		тренированные спортсмены	
	в покое	после нагрузки	в покое	после нагрузки
ЧСС, уд·мин ⁻¹	70	180	55	210
Вентиляция легких, л	10	75	8	140
Минутный объем кровообращения, л	6	20	4,5	30
Потребление кислорода, мл·кг ⁻¹ ·мин ⁻¹	4	45	4	70

Распределение кровотока в покое и при физических нагрузках различной интенсивности

Кровообращение	Покой		Физическая нагрузка					
	мл·мин ⁻¹	%	легкая		средняя		максимальная	
			мл·мин ⁻¹	%	мл·мин ⁻¹	%	мл·мин ⁻¹	%
Органы брюшной полости	1400	24	1100	12	600	3	300	1
Почки	1100	19	900	10	600	3	250	1
Венечные сосуды	250	4	350	4	750	4	1100	4
Мышцы	1200	21	4500	47	12500	71	22000	88
Другие органы	1850	32	2650	27	3050	19	1450	6
Итого	5800	100	9500	100	17500	100	25100	100

Стадии адаптационных реакций

- **Первая стадия** связана с активизацией деятельности различных компонентов функциональной системы, обеспечивающей выполнение заданной работы. Это выражается в резком увеличении ЧСС, уровнях вентиляции легких, потребления кислорода, накопления лактата в крови и др.
- **Вторая стадия** наступает, когда деятельность функциональной системы протекает при стабильных характеристиках основных параметров ее обеспечения, в так называемом устойчивом состоянии.
- **Третья стадия** характеризуется нарушением установившегося баланса между запросом и его удовлетворением в силу утомления нервных центров, обеспечивающих регуляцию движений, и истощением углеводных ресурсов организма.

- Излишне частое предъявление организму спортсмена требований, связанных с переходом в третью стадию срочной адаптации, может неблагоприятно повлиять на темпы формирования долговременной адаптации, а также привести к отрицательным изменениям в состоянии различных органов

Формирование долговременной адаптации

- Формирование долговременных адаптационных реакций проходит четыре стадии.
- ***Первая стадия*** связана с *систематической мобилизацией* функциональных ресурсов организма спортсмена в процессе выполнения тренировочных программ определенной направленности с целью стимуляции механизмов долговременной адаптации на основе суммирования эффектов многократно повторяющейся срочной адаптации.

- **Во второй стадии** на фоне *планомерно возрастающих* и систематически повторяющихся нагрузок происходит интенсивное протекание **структурных и функциональных** преобразований в органах и тканях соответствующей функциональной системы.
- В конце этой стадии наблюдается необходимая гипертрофия органов, слаженность деятельности различных звеньев и механизмов, обеспечивающих эффективную деятельность функциональной системы в новых условиях.

- **Третью стадию** отличает устойчивая долговременная адаптация, выражающаяся в наличии необходимого **резерва** для обеспечения нового уровня функционирования системы, стабильности функциональных структур, тесной взаимосвязи регуляторных и исполнительных органов.

- ***Четвертая стадия*** наступает при *нерационально* построенной, обычно излишне напряженной тренировке, неполноценном питании и восстановлении и характеризуется изнашиванием отдельных компонентов функциональной системы

- Возросшие требования окружающей среды сравнительно быстро приводят к образованию систем, которые обеспечивают более или менее адекватную адаптационную реакцию организма на новые раздражители.
- Однако для формирования совершенной адаптации само по себе возникновение такой функциональной системы оказывается недостаточным.
- Необходимо, чтобы в клетках, тканях и органах, образующих такую систему, возникали **структурные** изменения, повышающие ее мощность и взаимодействия между различными составляющими

- Наиболее эффективно долговременная адаптация развивается при частом использовании больших и значительных нагрузок, предъявляющих высокие требования к функциональным системам организма.
- **Структурные и функциональные изменения в сердечной мышце** (ее гипертрофия, увеличение количества волокон на единицу массы, увеличение мощности кальциевого насоса волокон, богатых саркоплазмой, которые относятся к проводящей системе сердца, повышение концентрации гемоглобина и активности ферментов, ответственных за транспорт субстратов к **МИТОХОНДРИЯМ**, увеличение количества коронарных капилляров и **массы МИТОХОНДРИЙ** и др.) являются **основой для повышения возможностей сердца и срочной мобилизации, увеличения скорости и амплитуды его сокращений, скорости и глубины диастолы, устойчивости к утомлению**

- Такой характер долговременной адаптации относится не только к сердцу, а закономерно проявляется на уровне мышечной ткани, органов нервной и эндокринной регуляции и др.
- На уровне нервной регуляции адаптация функциональной системы связана с гипертрофией мотонейронов и повышением в них активности дыхательных ферментов;
- На уровне мышечной ткани увеличивается емкость сети капилляров, возрастает количество **МИТОХОНДРИЙ** в мышцах, Увеличение количества митохондрий в мышечной ткани наряду с ростом аэробной мощности способствует возрастанию способности мышц утилизировать **пируват**, что ограничивает **накопление лактата(молочной кислоты)**, обеспечивает мобилизацию и использование жирных кислот, а в итоге способствует более интенсивному и длительному выполнению работы

Экономизация адаптированного организма по сравнению с неадаптированным

проявляется:

- **в состоянии покоя** — в уменьшении ЧСС с 65—75 до 30—50 уд-мин-1, частоты дыхания — с 16—20 до 6—10 циклов в 1 мин, снижении минутного объема дыхания на 10—12%, уменьшении потребления кислорода на 20%;
- **при стандартной нагрузке** — в снижении потребления кислорода в миокарде в 1,5—2 раза, значительно меньшем увеличении ЧСС и частоты дыхания, в 2—2,5 раза меньшем повышении уровня **лактата** в крови, менее выраженной реакции симпатoadреналовой системы и соответственно меньшем повышении уровня катехоламинов в крови

Явления деадаптации, реадаптации

и переадаптации у спортсменов

- Применение чрезмерных нагрузок, превышающих индивидуальные адаптационные возможности человека, требующих чрезмерной мобилизации структурных и функциональных ресурсов органов и систем организма, в результате приводит к **переадаптации**, проявляющейся в истощении и изнашивании функциональных систем, несущих основную нагрузку.
- Прекращение тренировки или использование низких нагрузок, не способных обеспечить поддержание достигнутого уровня приспособительных изменений, приводит к **деадаптации** — процессу, обратному адаптации, т. е. адаптационные процессы в организме человека развиваются в строгом соответствии с характером и величиной воздействия факторов внешней среды.

- В основе истощения и изнашивания функциональных систем— нарушение баланса между **тренировочными и соревновательными нагрузками**, с одной стороны, и **восстановлением** и эффективным протеканием адаптационных реакций — с другой.
- Состояние **переадаптации** формируется под влиянием избыточного и **нерационального планирования нагрузок**, усугубленного недостатками в питании, пренебрежением к эффективному **восстановительному** периоду, использованию средств стимуляции восстановительных и адаптационных реакций. Основными симптомами переадаптации являются:
 - снижение спортивных результатов и работоспособности в тренировочных занятиях,
 - общее чувство усталости,
 - депрессия, раздражительность, нарушение сна,
 - повышение ЧСС и замедленное восстановление при нагрузках,
 - потеря аппетита и снижение массы тела,
 - снижение иммунитета.

Нормализация состояния спортсмена в случае переадаптации требует комплекса реабилитационно-восстановительных мероприятий, изменения образа жизни, кардинального изменения тренировочного процесса и обычно не может быть осуществлена **менее чем за месяц**

Предупреждение срыва адаптации

- Предупредить эти отрицательные явления можно рациональным планированием нагрузок в микро- и мезоциклах, а также в более крупных структурных образованиях тренировочного процесса.
- Ориентация на развитие комплекса качеств и способностей, определяющих успех в данном виде спорта, при рациональном соотношении и чередовании нагрузок различной преимущественной направленности обеспечивает наиболее эффективный для достижения высоких спортивных показателей вариант адаптации и позволяет избежать негативных последствий высоких нагрузок на отдельные органы и системы.

Обратная сторона адаптации

- Высокая адаптация организма спортсменов к физическим нагрузкам может снижать резистентность к другим факторам окружающей среды.
- Например, тренировка во многих видах спорта приводит к уменьшению количества жировой ткани и снижению энергетического эффекта норадреналина и, следовательно, уменьшает возможность теплопродукции при действии холода. В связи с этим объяснима подверженность простудным заболеваниям хорошо подготовленных спортсменов, особенно специализирующихся в тех видах, где возникает проблема сгонки массы тела — в боксе, борьбе, тяжелой атлетике. С жировым истощением, являющимся следствием чрезмерных нагрузок, часто бывает связано и нарушение продукции половых гормонов.

Иммунная система

- Подверженность спортсменов, переносящих предельные физические нагрузки, заболеваниям объясняется и нарушением клеточного и гуморального иммунитета, а также гормональными нарушениями.
- Если оптимальные нагрузки повышают иммунологическую активность организма, то чрезмерные нагрузки приводят к снижению иммунореактивности
- С целью профилактики снижения иммунитета на фоне применения высоких тренировочных и соревновательных нагрузок, состояния готовности к стартам возникает необходимость в иммуностимулирующей терапии

Внутренние органы

- Преимущественное кровоснабжение мышц за счет других органов может привести к серьезным отрицательным последствиям.
- Ежедневный объем работы аэробной и смешанной анаэробно-аэробной направленности может достигать 5—6 ч. Работа в таком режиме, как известно, может продолжаться в течение многих недель. Таким образом, в среднем около 20 % времени суток **многие органы организма спортсмена испытывают недостаток кровоснабжения.**
- Такая тренировка, приводя к резкому приросту возможностей аэробной системы энергообеспечения, одновременно нередко приводит **к уменьшению массы и количества клеток в печени, почках и надпочечниках**, отрицательно сказывается на проявлениях высшей нервной деятельности — нарушаются процессы выработки, фиксации и воспроизведения временных связей.

Перераспределение сердечного выброса в состоянии покоя и при нагрузках различной мощности

Сосудистая область	Величина сердечного выброса, мл·мин ⁻¹			
	Состояние покоя	Легкая нагрузка (30 %)	Значительная нагрузка (75 %)	Максимальная нагрузка (100 %)
Головной мозг	720 (12 %)	720 (6 %)	720 (3 %)	720 (2 %)
Сердечная мышца	240 (4 %)	480 (4 %)	960 (4 %)	1200 (4 %)
Мышцы	1260 (21 %)	5760 (48 %)	17280 (72 %)	26400 (88 %)
Почки	1320 (22 %)	1200 (10 %)	720 (3 %)	300 (1 %)
Печень	1560 (26 %)	1440 (12 %)	960 (4 %)	300 (1 %)
Кожа	540 (9 %)	1920 (16 %)	2640 (11 %)	900 (3 %)
Другие органы	360 (6 %)	480 (4 %)	720 (3 %)	180 (1 %)

АДАПТАЦИЯ МЫШЕЧНОЙ, КОСТНОЙ И СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНЕЙ

- В структуре мышечной ткани различают два типа мышечных волокон —
- 1.медленносокращающиеся (МС) 2.
быстрособсокращающиеся (БС).
-

Свойства МСволокон:

- небольшая скорость сокращения,
- большое количество митохондрий («энергодцентр» клетки),
- высокой активностью оксидативных энзимов (протеины способствуют быстрой активизации источников энергии),
- широкой васкуляризацией (большое количество капилляров),
- высоким потенциалом накопления гликогена.

Свойства БС-волокон

- Имеют:
- менее развитую сеть капилляров, меньшее число митохондрий,
- высокую гликолитическую способность,
- высокую активность неоксидативных ЭНЗИМОВ
- более высокую скорость сокращения

Различают две подгруппы БС-волокон: БСа и БСб

- **БСа-волокна** называют быстросокращающимися **оксидативно-гликолитическими** волокнами. Они отличаются высокими сократительными способностями и одновременно обладают высокой сопротивляемостью утомлению. Эти волокна хорошо подвержены тренировке **на выносливость**
- **БСб-волокна** — классический тип быстросокращающихся волокон, работа которых связана с использованием **анаэробных** источников энергии.
- Соотношение мышечных волокон разных типов детерминировано **генетически**.

- В одной и той же мышце содержатся БС- и МС-волокна. **БС-волокна содержат активный фермент АТФазу**, который расщепляет АТФ с образованием больших количеств энергии, что обеспечивает быстрое сокращение волокон.
- **В МС-волокнах активность АТФазы низкая**, в связи с чем энергообразование в них совершается медленно.
- Ферментативное расщепление АТФ считается одним из важных факторов, определяющих присущую мышце скорость сокращения.
- Ферменты, которые расщепляют сахар и жиры, активны в МС-волокнах, что позволяет объяснить весьма существенные различия между типами волокон .