

## ЛЕКЦІЯ №1

«СПОРТИВНА ФІЗІОЛОГІЯ. ЗМІСТ, ЗАДАЧІ,  
ЗАРОДЖЕННЯ, ЗВ'ЯЗОК З ІНШИМИ НАУКАМИ,  
НАУКОВІ СУЧАСНІ ПЕРСПЕКТИВИ.  
АДАПТАЦІЯ ОРГАНІЗМУ ДО ФІЗИЧНИХ  
НАВАНТАЖЕНЬ І ФУНКЦІОНАЛЬНІ РЕЗЕРВИ  
ОРГАНІЗМУ»

- 1.1. Физиология спорта, ее содержание и задачи.

• Физиология спорта – это специальный раздел физиологии человека, изучающий изменения функций организма и их механизмы под влиянием мышечной (спортивной) деятельности и обосновывающий практические мероприятия по повышению ее эффективности.

- Физиология спорта включает в себя две относительно самостоятельные и вместе с тем связанные между собой части:
- – общая спортивная физиология - изучает физиологические основы адаптации к физическим нагрузкам и резервные возможности организма, функциональные изменения и состояния организма при спортивной деятельности, а также физическую работоспособность спортсмена и физиологические основы утомления и восстановления в спорте.
- - частная спортивная физиология - включает в себя физиологическую классификацию физических упражнений, механизмы и закономерности формирования и развития двигательных качеств и навыков, спортивную работоспособность в особых условиях внешней среды, физиологические особенности тренировки женщин и детей разного возраста, физиологические основы массовых форм оздоровительной физической культуры.

- Физиология спорта по своему месту в системе подготовки специалистов по физической культуре и спорту связана с тремя группами учебных и научных дисциплин. Первую группу составляют фундаментальные науки, на которых базируется физиология спорта, она и использует их теоретические достижения, методики исследования и сведения о факторах среды, с которыми взаимодействует организм спортсмена в процессе тренировочной и соревновательной деятельности. К числу таких дисциплин следует отнести биологию, физиологию человека и животных, химию и физику.
- Во вторую группу входят учебные и научные дисциплины, взаимодействующие с физиологией спорта таким образом, что они взаимно обогащают или дополняют друг друга. В этом плане физиология спорта тесно связана с анатомией, биохимией, биомеханикой, гигиеной и психологией.
- И, наконец, третью группу дисциплин, с которыми связана физиология спорта, составляют те из них, которые используют ее научные достижения и методики исследования в своих целях. К ним относятся теория и методика физической культуры, педагогика, спортивно-педагогические дисциплины, спортивная медицина, лечебная физкультура.

# ЗАДАЧИ ФИЗИОЛОГИИ СПОРТА

- научное обоснование, разработка и реализация мероприятий, обеспечивающих достижение высоких спортивных результатов и сохранения здоровья спортсменов.
- обоснование путей и средств повышения работоспособности,
- ускорение восстановительных процессов,
- предупреждение переутомления, перенапряжения и патологических сдвигов функций организма,
- профилактика возникновения различных заболеваний.
- основной задачей физиологии спорта является сравнительное изучение функционального состояния организма человека, т.е. исследование проводится до, во время и после двигательной активности

- Таким образом, физиология спорта как учебная и научная дисциплина, решает две основные проблемы:
- физиологическое обоснование закономерностей укрепления здоровья человека с помощью физических упражнений и повышения устойчивости его организма к действию различных неблагоприятных факторов внешней среды (температура, давление, радиация, загрязненность воздуха и воды, инфекции и т. д.), а также в сохранении и восстановлении работоспособности, препятствии развитию раннего утомления и коррекции психоэмоциональных перегрузок в процессе профессиональной деятельности человека. Эти задачи физиологии спорта решаются в рамках массовых форм физической культуры.
- Вторая проблема физиологии спорта заключается в физиологическом обосновании мероприятий, направленных на достижение высоких спортивных результатов, особенно в большом спорте.
- Эти две проблемы полностью не совпадают, так как для достижения наивысших результатов в процессе тренировок в ряде случаев применяются такие нагрузки, которые могут приводить к снижению устойчивости организма к неблагоприятным воздействиям внешней среды, ухудшению состояния здоровья и даже к возникновению заболеваний.

# 1.1. ПОНЯТИЕ О ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗЕРВАХ

- Представление о резервных возможностях организма связаны с физиологическим учением К. Бернара, П. Бера, В. Кэннона о сохранении гомеостаза при воздействии на организм различных неблагоприятных факторов за счет усиления функций жизненно важных органов и систем с использованием их резервов.
- Физиологические резервы организма это выработанная в процессе эволюции адаптационная и компенсаторная способность органа, системы и организма в целом усиливать многократно интенсивность своей деятельности по сравнению с состоянием относительного покоя.

- Физиологические резервы обеспечиваются анатомо-морфологическими и функциональными особенностями строения и деятельности организма, а именно наличием парных органов, обеспечивающих замещение нарушенных функций (анализаторы, железы внутренней секреции, почки и др.); значительным усилением деятельности сердца, увеличением общей интенсивности кровообращения, легочной вентиляции и усилением деятельности других органов и систем; высокой резистентностью клеток и тканей организма к различным внешним воздействиям и внутренним изменениям условий их функционирования.
- Все резервные возможности организма делят на две группы: социальные резервы (психологические и спортивно-технические) и биологические резервы (структурные, биохимические и физиологические).
- Морфофункциональной основой физиологических резервов являются органы, системы организма и механизмы их регуляции, обеспечивающие переработку информации, поддержание гомеостаза и координацию двигательных и вегетативных актов.

**Физиологические резервы включаются не все сразу, а по очереди.**

**Первая очередь резервов реализуется при работе до 30% от абсолютных возможностей организма и включает переход от состояния покоя к повседневной деятельности. Механизм этого процесса - условные и безусловные рефлексy.**

**Вторая очередь включения осуществляется во время напряженной деятельности, нередко в экстремальных условиях при работе от 30% до 65% от максимальных возможностей (тренировки, соревнования). При этом включение резервов происходит благодаря нейрогуморальным воздействиям, а также волевым усилием и эмоциям.**

**Резервы третьей очереди включаются обычно в борьбе за жизнь, часто после потери сознания, в агонии. Включение резервов этой очереди обеспечивается, безусловно-рефлекторным путем и обратными гуморальными связями.**

- Адаптация организма проявляется в повышении функциональных резервов (ФР).
- Рост ФР достигается закаливанием организма, общими и специально направленными физическими тренировками, использованием фармакологических средств и адаптогенов.
- Правильно построенный тренировочный процесс (с биологической точки зрения - процесс адаптации или приспособления организма к физическим нагрузкам с приобретением новых уровней физических возможностей) способствует восстановлению и росту физиологических резервов организма.
- **Главный биологический эффект систематических тренировок - расширение физиологических резервов организма.**
- Еще в 1890 г. И. П. Павлов указывал, что потраченные ресурсы организма восстанавливаются не только к исходному уровню, но и с некоторым избытком (феномен избыточной (супер) компенсации). Биологическое значение этого феномена огромное, а непосредственно в спорте проявляется в том, что повторные нагрузки, приводящие к суперкомпенсации, обеспечивают повышение рабочих возможностей организма.

# КЛАССИФИКАЦИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ РЕЗЕРВОВ

- по уровню организации: резервы клеток, тканей, органов, функциональных систем.
- по мощности работы, которую они обеспечивают: резервы, лимитирующие работу максимальной, субмаксимальной, большой и умеренной мощности.
- по физическим качествам, проявление которых они обеспечивают: резервы силы, скорости и выносливости.
- по очереди реализации: резервы первой, второй и третьей очереди

# ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ

- "Адаптация физиологическая - это совокупность физиологических реакций, которые являются основой приспособления организма к изменениям окружающих условий и направлена на сохранение относительного постоянства его внутренней среды - гомеостаза»
- Систематические, многолетние тренировки вызывают функциональные, морфологические, биохимические и психологические изменения в организме спортсмена. Эти изменения обусловлены адаптацией организма к физическим нагрузкам. При этом наблюдается повышение работоспособности спортсмена и развитие различных физических качеств, определяющих успешность спортивной карьеры. Процессы адаптации, связанные с тренировкой, зависят от содержания тренировки (направленности и величины нагрузок).

# АДАПТАЦИЯ ОРГАНИЗМА К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ЗА СЧЕТ:

- мобилизации и использования функциональных резервов организма,
- совершенствования имеющихся физиологических механизмов регуляции, которые начинают работать специфически, интенсивнее и экономичнее.
- Адаптация к физическим нагрузкам обеспечивается перестройкой нервно-гуморальных механизмов, которые включаются в деятельность и совершенствуются при работе двигательных единиц (мышц и мышечных групп). При адаптации спортсменов происходит усиление деятельности ряда функциональных систем за счет мобилизации и использования резервов, а системообразующим фактором при этом является максимальный спортивный результат.
- Спортивная тренировка - это процесс направленной адаптации к физическим нагрузкам.
- Физические нагрузки - это основной стимул, который вызывает адаптационные изменения в организме и обеспечивают рост тренированности. Физические нагрузки вызывают определенные биохимические и физиологические изменения, которые определяют тренировочный эффект.

- Степень воздействия на организм определяется:
- интенсивностью физических нагрузок,
- длительностью выполнения нагрузки,
- числом повторений и паузами отдыха,
- характером и типом упражнений, которые выполняет спортсмен.
- При этом совокупное влияние указанных факторов вызывает перестройки обмена веществ, пластических процессов и выражается в улучшении функциональной подготовленности.
- Адаптация носит фазный характер (учитывает реализации приспособительных реакций), различают две фазы: срочную и долговременную.

- Значение проблемы адаптации в спорте определяется прежде всего тем, что организм спортсмена должен приспособливаться к физическим нагрузкам в относительно короткое время. Именно скорость наступления адаптации и ее длительность во многом определяют состояние здоровья и тренированность спортсмена.

- Определение функциональных изменений, возникающих в период тренировочных и соревновательных нагрузок, необходимо прежде всего для оценки процесса адаптации, степени утомления, уровня тренированности и работоспособности спортсменов и является основой для совершенствования восстановительных мероприятий. О влиянии физических нагрузок на человека можно судить только на основе всестороннего учета совокупности реакций целостного организма, включая реакции со стороны центральной нервной системы, гормонального аппарата, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, анализаторов, обмена веществ и др. **Выраженность изменений функций организма в ответ на физическую нагрузку зависит, прежде всего, от индивидуальных особенностей человека и уровня его тренированности.**

- Приспособительные изменения в здоровом организме бывают двух видов:
- **1. изменения в привычной зоне колебаний факторов среды, когда система функционирует в обычном составе;**
- **2. изменения при действии чрезмерных (непривычных) факторов с включением в функциональную систему дополнительных элементов и механизмов.**
- Первую группу изменений называют обычными физиологическими реакциями, поскольку эти сдвиги не связаны с существенными физиологическими перестройками в организме и не выходят за пределы физиологической нормы.
- Вторая группа приспособительных изменений отличается значительным использованием физиологических резервов и перестройкой функциональных систем в связи с чем их целесообразно называть адаптационными сдвигами (Солодков А. С., 1981).

- Несомненный интерес представляет понятие общего адаптационного синдрома, предложенное канадским ученым Гансом Селье (1960). Под последним он понимает совокупность защитных реакций организма человека или животных, возникающих в условиях стрессовых ситуаций.
- В адаптационном синдроме автор выделяет три стадии:
- 1. стадию тревоги, обусловленную мобилизацией защитных сил организма;
- 2. стадию резистентности, связанную с приспособлением человека к экстремальным факторам среды
- 3. стадию истощения, возникающую при длительном стрессе, что может привести к возникновению заболеваний и даже смерти.

- В динамике адаптационных изменений у спортсменов мы выделяем четыре стадии, каждой из которых присущи свои функциональные изменения и регуляторно-энергетические механизмы.
- Основными, имеющими принципиальное значение в спорте следует считать две первые стадии. Применительно к общей схеме адаптации такие стадии свойственны людям в процессе приспособления к любым условиям деятельности.

- 1. Стадия физиологического напряжения организма характеризуется преобладанием процессов возбуждения в коре головного мозга и распространением их на подкорковые и нижележащие двигательные и вегетативные центры, возрастанием функции коры надпочечников, увеличением показателей вегетативных систем и уровня обмена веществ. На уровне двигательного аппарата характерным для этой стадии является увеличение числа активных моторных единиц, дополнительное включение мышечных волокон, увеличение силы и скорости сокращения мышц, увеличение в мышцах гликогена, АТФ и креатинфосфата. Спортивная работоспособность - неустойчива.
- В стадии напряжения организма основная нагрузка ложится на регуляторные механизмы. За счет напряжения регуляторных механизмов осуществляется приспособление физиологических реакций и метаболизма к возросшим физическим нагрузкам. При этом в некоторых случаях изменения функций организма могут носить выраженный характер.

- 2. Стадия адаптированности организма в значительной мере тождественна состоянию его тренированности. В основе развития тренированности лежит процесс адаптации организма к физическим нагрузкам. Физиологическая основа этой стадии – новый установившийся уровень функционирования различных органов и систем для поддержания гомеостаза в конкретных условиях деятельности. Определяемые в это время функциональные сдвиги не выходят за рамки физиологических колебаний, а работоспособность спортсменов стабильна и даже повышается.

- 3. Стадия дизадаптации организма развивается в результате перенапряжения адаптационных механизмов и включения компенсаторных реакций вследствие интенсивных тренировочных нагрузок и недостаточного отдыха между ними. Процесс дизадаптации по сравнению с процессом приспособления развивается, как правило, медленнее, причем сроки его наступления, продолжительность и степень выраженности функциональных изменений при этом отличаются большой вариативностью и зависят от индивидуальных особенностей организма. Стадия дизадаптации характеризуется еще и тем, что отсутствуют признаки активации нервной и эндокринной систем и имеет место некоторое снижение общей функциональной устойчивости организма. Это состояние может быть отнесено к предболезненному. При дизадаптации наблюдаются эмоциональная и вегетативная неустойчивость, раздражительность, вспыльчивость, головные боли, нарушение сна. Снижается умственная и физическая работоспособность.

- Процесс дизадаптации является результатом того, что биосоциальная плата за адаптацию к интенсивным тренировочным и соревновательным нагрузкам вышла за пределы физиологических резервов организма и выдвинула перед ним новые проблемы. Конечный исход дизадаптационных расстройств может протекать с достаточной способностью к восстановлению всех функций организма и работоспособности, что чаще всего и наблюдается у спортсменов. В других случаях дизадаптация будет иметь скрытые дефекты, которые выявляются только с течением времени под влиянием или очень высоких нагрузок, или какой-то дополнительной вредности. И, наконец, дизадаптация может закончиться стойкими неблагоприятными изменениями функций организма, снижением или утратой спортивной работоспособности. Очевидно, стадия дизадаптации по своим патофизиологическим основам в значительной мере соответствует состоянию перетренированности спортсменов.

- 4. Стадия реадaptации возникает после длительного перерыва в систематических тренировках или их прекращения совсем и характеризуется приобретением некоторых исходных свойств и качеств организма. Физиологический смысл этой стадии - снижение уровня тренированности и возвращение некоторых показателей к исходным величинам.
- Следует иметь в виду, что возникшие в процессе длительных и интенсивных физических нагрузок структурные изменения в миокарде и скелетных мышцах, нарушенный уровень обмена веществ, гормональные и ферментативные перестройки, своеобразно закрепленные механизмы регуляции к исходным значениям, как правило, не возвращаются. За систематические чрезмерные физические нагрузки, а затем за их прекращение организм спортсменов в дальнейшем платит определенную биологическую цену, что может проявляться развитием кардиосклероза, ожирением, снижением резистентности клеток и тканей к различным неблагоприятным воздействиям и повышением уровня общей заболеваемости.

- При адаптации к чрезмерным для данного организма физическим нагрузкам в полной мере реализуется общебиологическая закономерность, которая состоит в том, что все приспособительные реакции организма к необычным факторам среды обладают лишь относительной целесообразностью. Иными словами, даже устойчивая, долговременная адаптация к физическим нагрузкам имеет свою функциональную или структурную цену.

- Цена адаптации может проявляться в двух различных формах:

- 1) в прямом изнашивании функциональной системы, на которую при адаптации падает главная нагрузка,
- 2) в явлениях отрицательной перекрестной адаптации, т. е. в нарушении у адаптированных к определенной физической нагрузке людей других функциональных систем и адаптационных реакций, не связанных с этой нагрузкой.

- Прямая функциональная недостаточность может реализоваться в условиях остро возникшей большой нагрузки, при которой наблюдаются прямые повреждения структур сердца, скелетных мышц, нарушения ферментной активности и другие изменения, являющиеся как итогом самой нагрузки, так и возникающей при этом стресс-реакции (Пшенникова М. Г., 1986). Эта цена срочной адаптации ярко проявляется при первых нагрузках нетренированных людей и устраняется правильно построенным тренировочным процессом и развитием адаптированности.

- Цена адаптации в значительной мере зависит от вида физических нагрузок, к которым происходит приспособление.

- На фоне высокой тренированности у штангистов, борцов и других спортсменов нередко наблюдается снижение резистентности к действию холода и простудным заболеваниям, нарушение клеточного и гуморального иммунитета. У высокотренированных на выносливость спортсменов наблюдаются нарушения функций желудочно-кишечного тракта, печени и почек, что является следствием ограниченного кровоснабжения этих органов в период длительной мышечной работы.
- Однако высокая цена адаптации и феномены отрицательной перекрестной резистентности при таком приспособлении представляют собой возможное, но вовсе не обязательное явление. Наиболее рациональный путь к предупреждению адаптационных нарушений состоит в правильно построенном режиме тренировок, отдыха и питания, закаливании, повышении устойчивости к стрессорным воздействиям и гармоничном физическом и психическом развитии личности спортсмена.

- Адаптация носит фазный характер (учитывая время реализации приспособительных реакций), различают две фазы: срочную и долговременную.
- **Срочная и долговременная адаптация к физическим нагрузкам.**
- При всем многообразии индивидуальной фенотипической адаптации развитие ее у человека характеризуется некоторыми общими чертами.
- Среди таких черт в приспособлении организма к любым факторам среды следует выделять два вида адаптации: **- срочную, но несовершенную (функциональную),**
- **- долговременную, совершенную (пластическую)** (Меерсон Ф.З., 1986).
- Срочная адаптация возникает непосредственно после начала действия раздражителя и может реализоваться на основе готовых, ранее сформировавшихся физиологических механизмов и программ.

- Отличительной чертой срочной адаптации является то, что деятельность организма протекает на пределе его возможностей при почти полной мобилизации физиологических резервов, но далеко не всегда обеспечивает необходимый адаптационный эффект.
- На уровне нервной и нейрогуморальной регуляции реализуется интенсивное, избыточное по своему пространственному распространению возбуждение корковых, подкорковых и нижележащих двигательных центров, которому соответствует значительная, но недостаточно координированная двигательная деятельность. Этот процесс характеризует начальный этап формирования двигательного навыка.

- **В целом срочная адаптация к физическим нагрузкам характеризуется максимальной по уровню и неэкономной гиперфункцией, ответственной за адаптацию функциональной системы, резким снижением физиологических резервов данной системы, явлениями чрезмерной стресс-реакции организма и возможным повреждением органов и систем. В результате двигательные, т. е. по существу, поведенческие реакции организма оказываются в значительной мере лимитированными.**

- **Долговременная адаптация** возникает постепенно, в результате длительного или многократного действия на организм факторов среды.
- **Принципиальной особенностью такой адаптации является то, что она возникает не на основе готовых физиологических механизмов, а на базе вновь сформированных программ регулирования.**
- Долговременная адаптация, по существу, развивается на основе многократной реализации срочной адаптации и характеризуется тем, что в итоге постепенного количественного накопления каких-то изменений организм приобретает новое качество в определенном виде деятельности - из неадаптированного превращается в адаптированный. В результате обеспечивается осуществление организмом ранее недостижимых силы, скорости и выносливости при физических нагрузках, развитие устойчивости организма к значительной гипоксии, которая ранее была несовместима с активной жизнедеятельностью.

- **Долговременная адаптация характеризуется возникновением в ЦНС новых временных связей, а также перестройкой аппарата гуморальной регуляции функциональной системы - экономичностью функционирования гуморального звена и повышением его мощности.**

- **В ответ на ту же самую нагрузку не возникает резких изменений в организме и мышечная работа сопровождается меньшим увеличением легочной вентиляции, минутного объема крови, ферментов, гормонов, лактата, аммиака, отсутствием выраженных повреждений. В результате становится возможным длительное и стабильное выполнение физических нагрузок. *Переход от срочной к долговременной адаптации знаменует собой узловой момент адаптационных процессов, так как именно этот переход делает возможной жизнь организма в новых условиях, расширяет сферу его обитания и свободу поведения в меняющейся среде.* Этот момент определяется прежде всего тем, что возникает активация синтеза нуклеиновых кислот и белков, что приводит к избирательному развитию определенных структур, лимитирующей двигательную деятельность.**

- Формируются устойчивые двигательные динамические стереотипы, развивается экстраполяция, повышающая возможность быстрой перестройки ответных реакций при изменениях среды, происходит умеренная гипертрофия в скелетных мышцах, сердце, дыхательных мышцах и других рабочих органах, увеличение массы митохондрий. Существенно увеличивается аэробная и анаэробная мощность организма. Нормализуется гомеостаз организма, уменьшается стресс-реакция. Интенсивность и длительность мышечной работы возрастают.
- В процессе адаптации организма обмен перестраивается в направлении более экономного расходования энергии в состоянии покоя и повышенной мощности метаболизма в условиях физического напряжения. Такая перестройка биологически более целесообразна и может явиться общим механизмом физиологической адаптации.
- Адаптивные сдвиги энергетического обмена заключаются в переключении с углеводного типа на жировой. Ведущую роль в этом играют гормоны: глюкокортикоиды, а катехоламины вызывают мобилизацию резерва гликогена в печени и активацию липолиза жировой ткани, увеличивая приток кислорода, глюкозы, аминокислот и жирных кислот к работающим тканям.

- **Адаптация организма проявляется на уровне различных тренировочных эффектов:**

<b>Срочный тренировочный эффект</b>	<b>Определяется величиной и характером физиологических и биохимических изменений в организме, которые наблюдаются во время действия физической нагрузки и в период срочного восстановления, когда происходит ликвидация кислородного долга</b>
<b>Отставленный (пролонгированный) тренировочный эффект</b>	<b>Наблюдается на поздних фазах восстановления после физической нагрузки. Его сущность составляют стимулированные работой пластические процессы, направленные на восполнение энергетических ресурсов организма и ускоренное воспроизводство разрушенных при работе и вновь синтезируемых клеточных структур.</b>
<b>Кумулятивный тренировочный эффект</b>	<b>Результат последовательного суммирования большого числа срочных и отставленных</b>

- Развитие адаптации под воздействием тренировки с возрастающими физическими нагрузками описывается зависимостью «доза-эффект». Небольшие физические нагрузки недостаточны для возбуждения адаптационных изменений в организме, не стимулируют развитие тренируемых функций, относятся к категории неэффективных нагрузок. Для обеспечения прироста тренируемых функций величина физической нагрузки должна превышать пороговое значение. Эти наблюдения способствовали появлению принципа сверхотягощения.
- **Принцип сверхотягощения: адаптационные изменения под влиянием тренировки возникают тогда, когда объем и интенсивность нагрузки в достаточной степени отягощают тренируемую функцию и побуждают ее к развитию.**
- Существование порогового значения нагрузки и феномена сверхотягощения в процессе тренировки связано с развитием адаптационных изменений в организме, которые, в свою очередь, обеспечиваются двумя различными функциональными системами:
  - - системой внутриклеточного энергетического обмена, и связанных с ней функций вегетативного обслуживания;
  - - гормональными симпато-адреналовой, гипофизарно-адренокортикальной системами, которые активируются в случае, когда раздражитель превышает определенный пороговый уровень.

- Неспецифические реакции, вызванные сильными раздражителями и обусловленные вышеназванными гормональными системами, определяются, как синдром стресса, а раздражители – как стрессоры. Возникновение общего адаптационного синдрома ведет к возбуждению важных вегетативных центров и, как следствие, возбуждению гормональных систем, что в свою очередь вызывает повышение концентрации катехоламинов и глюкокортикоидов в крови и тканях. Эти гормоны способствуют мобилизации энергетических и пластических ресурсов в организме.
- **Вывод:** физическая нагрузка стрессового уровня вызывает в организме реакцию мобилизации, которая облегчает возникновение необходимых адаптационных изменений в тренируемых функциях.
- Существует индивидуальный предел адаптации, и по мере приближения к этому пределу, темпы прироста ведущих функций постепенно замедляются, а потом прекращаются. При перегрузке (перетренировке) спортсмена в данном случае возникает парадоксальная ситуация и это характеризует срыв адаптации, т.е. развитие состояния перетренированности.

- Принципы, основанные на закономерностях биологической адаптации:

- - принцип специфичности,
- - принцип обратимости действия,
- - принцип положительного взаимодействия,
- - принцип последовательной адаптации,
- - принцип цикличности.

- Принцип специфичности - наиболее выраженные адаптационные изменения под влиянием тренировки наблюдаются в органах и функциональных системах, которые нагружаются в большей степени. При этом в организме формируется доминирующая система, гиперфункция которой обеспечивает развитие адаптации. Наиболее нагруженная система обеспечивает в организме преимущества в пластическом и энергетическом обмене.
- Принцип обратимости действия - непостоянство адаптационных изменений в организме наблюдается при перерыве в тренировке, когда положительные структурные функциональные сдвиги в доминирующей системе постепенно снижаются, и исчезают.
- Принцип взаимодействия - кумулятивный эффект, возникающий после многократного повторения нагрузки, не является простым сложением некоторого числа срочных и отставленных тренировочных эффектов. Каждая последующая нагрузка воздействует на адаптационный эффект и может видоизменять его. **Положительное взаимодействие** – суммирование тренировочных эффектов вызывает усиление адаптационных изменений в организме. **Отрицательное взаимодействие** тренировочных эффектов вызывает уменьшение адаптационных изменений в организме. **Нейтральное взаимодействие** – заметных изменений и влияний на адаптационные эффекты не наблюдается.

Принцип последовательной адаптации - основан на гетерохронизме (разновременности) биохимических и функциональных изменений в организме, которые возникают при тренировке. Наиболее быстро адаптируется алактатная анаэробная система, затем система анаэробного гликолиза, и наиболее медленно – процессы окислительного фосфорилирования; в функциональном отношении – в зависимости от сложности упражнения: может адаптироваться вначале нервно-мышечный аппарат, а после адаптируются вегетативные системы, но в сложнокоординационных видах спорта – наоборот. В период восстановления наиболее быстро достигается суперкомпенсация при выполнении упражнений кратковременных и мощных, что проявляется в быстром восстановлении содержания креатинфосфата; в упражнениях более длительных и менее мощных фаза суперкомпенсации наступает более медленно и проявляется в восстановлении гликогена, липидов и белков в мышцах. В процессе долговременной адаптации наиболее быстро изменяются показатели мощности биоэнергетических процессов, затем энергетической емкости, и на заключительной стадии адаптации улучшаются показатели метаболической эффективности

- Принцип цикличности - исходит из фазного характера адаптационных процессов в организме. Для развития адаптации тренировочные эффекты разных нагрузок должны суммироваться по определенным правилам, создавая завершённый цикл воздействия на ведущие функции. Такие циклы повторяют многократно, когда решается определенная педагогическая задача.

- **Общий адаптационный синдром,**

- Функции эндокринных желез регулируются ЦНС, которая контролирует выделение всех гормонов. Нервные и гуморальные воздействия на различные органы и ткани представляют собой проявление единой системы нейрогуморальной регуляции функций организма. Нервные влияния на эндокринные органы осуществляются или путем непосредственной нервной импульсации, или путем изменения функции передней доли гипофиза (секреции нейрогормонов клетками промежуточного мозга).

- Основным гормоном, образующимся в мозговом слое, является адреналин. Наряду с ним из мозгового слоя поступает в кровоток норадреналин. В более значительных количествах норадреналин синтезируется в нервных окончаниях симпатической нервной системы (где он выполняет роль медиаторного вещества) и отсюда в основном поступает в кровь. Адреналин, как и норадреналин, сразу после образования входит в специфические гранулы эндоплазматической сети клеток железы и может быть депонирован таким путем в течение необходимого времени. Под влиянием симпатических нервных импульсов, приходящих к железе по чревному нерву, гормоны освобождаются из гранул и поступают в кровоток.
- Адреналин и норадреналин сходны по своим свойствам и физиологическому влиянию, но их действие на разные функции различны. Норадреналин сильнее действует на кровеносные сосуды, и ему принадлежит основная роль в сосудодвигательных реакциях. Но в регуляции обменных процессов адреналин в 4-8 раз активнее норадреналина. Адреналин оказывает сосудосуживающее действие на кровеносные сосуды кожи, почек, селезенки и органов пищеварительного тракта, а путем изменения обмена веществ оказывает вторичное сосудорасширяющее влияние на сосуды мозга, скелетные мышцы и миокард.

Под влиянием адреналина ускоряется и усиливается деятельность сердца, повышается его возбудимость и увеличивается скорость проведения импульсов по сердечной мышце. Адреналин способен усиливать окислительные процессы. Выражением этого является повышенная теплопродукция.

Роль адреналина в мобилизации энергетических ресурсов организма заключается в том, что под его влиянием расщепляется гликоген печени. В результате этого усиливается поступление глюкозы из печени в кровь и возрастает ее содержание в крови. Анаэробный распад гликогена в мышцах также происходит при действии адреналина на соответствующую ферментативную систему. В связи с этим адреналин играет важную роль в мобилизации анаэробной работоспособности организма. Другая сторона роли адреналина в мобилизации энергетических ресурсов организма заключается в его липолитическом действии. Оно выражается в ускорении распада жиров, вследствие чего содержание свободных жирных кислот (важного субстрата окислительных процессов) увеличивается как в самой жировой ткани, так и в крови. Воздействуя на ретикулярную формацию мозга, адреналин способствует повышению возбудимости ЦНС.

Таким образом, адреналин играет важную роль в мобилизации возможностей и ресурсов организма. Поэтому он оправданно называется гормоном тревоги.

- Центральная нервная система управляет секрецией адреналина через симпатические нервы. Как адреналин, так и симпатические нервные импульсы мобилизуют целый ряд функций организма, усиливая их активность. Более того, аналогично адреналину действует норадреналин, который образуется кроме надпочечников в основном в симпатических нервных окончаниях и поступает оттуда при усилении активности симпатических нервов в кровоток.
- Таким образом, симпатический отдел вегетативной нервной системы вместе с мозговым слоем надпочечником составляют единую симпато-адреналовую систему, выполняющую важную роль в энергетическом обеспечении любых адаптационных процессов и мобилизации способностей организма к борьбе за существование. Эмоциональные раздражители, как правило, усиливают активность симпато-адреналовой системы, в результате чего повышается уровень катехоламинов (адреналина и норадреналина) в крови.

- **Симпато-адреналовая система при мышечной деятельности.** Результат борьбы за существование зависит в животном мире в большинстве случаев от эффективности мышечной деятельности. Поэтому вполне естественно, что существует обоюдная взаимосвязь между мышечной деятельностью и активностью симпато-адреналовой системы: мышечная деятельность активирует симпато-адреналовую систему; повышенная активность последней способствует увеличению эффективности мышечной работы.
- Содержание адреналина и норадреналина в крови увеличивается при мышечной работе пропорционально ее мощности. Прирост концентрации норадреналина в крови становится значительным, если мощность работы превышает уровень МПК.
- При выполнении длительной физической работы, а также при других длительно поддерживающихся напряжениях, в активности симпато-адреналовой системы выделяются три фазы:
  - 1) повышение концентрации норадреналина и адреналина в крови без существенного снижения уровня адреналина в надпочечниках;
  - 2) сохранение повышенных концентраций норадреналина и адреналина в крови при заметном уменьшении уровня адреналина в надпочечниках;
  - 3) снижение концентрации адреналина и норадреналина во всех тканях, включая и кровь.

Последняя фаза свойственна состоянию значительного утомления. Очевидно, снижение эффективности мышечной работы при утомлении должно быть связано с недостаточной активностью симпато-адреналовой системы. С другой стороны, давно известно, что посредством введения адреналина или раздражения симпатических нервов можно повысить работоспособность утомленных мышц (феномен Орбели — Зецинского).

**КОРКОВЫЙ СЛОЙ НАДПОЧЕЧНИКОВ:** Кора надпочечников является жизненно важной железой внутренней секреции. Типичными симптомами недостаточности гормонов коры надпочечников являются мышечная слабость и быстрая утомляемость.

Гормоны коры надпочечников являются стероидами и называются кортикостероиды, или **кортикоиды**. Они делятся на три группы:

- 1) минералокортикоиды, выделяемые в клубочковой зоне и регулирующие минеральный обмен в основном на уровне почек;
- 2) глюкокортикоиды, выделяемые в пучковой зоне, оказывают различные регуляторные воздействия в широком диапазоне;
- 3) аналоги половых гормонов (стероидные), выделяемые в сетчатой зоне.

## • Минералокортикоиды

- Основным и наиболее активным минералокортикоидом является альдостерон.
- Во время мышечной работы, сопровождающейся усиленным потоотделением, а также в некоторых других условиях, вызывающих значительные потери жидкости (например, при перегревании), продукция альдостерона усиливается. В результате резко уменьшатся выведение с мочой натрия, чем компенсируются значительные потери воды, вызванные потоотделением. С потом же теряется и некоторое количество калия. Однако, во время мышечной работы распад гликогена и тканевых белков ведет к освобождению большого количества ионов калия. В этих условиях усиление выведения калия через почки и пот является более благоприятной реакцией, чем задержка его.

- Усиление секреции альдостерона предохраняет организм от существенных изменений содержания натрия и калия в плазме крови. Это важно при длительных физических упражнениях, например при марафонском беге. Клубочковая зона коры надпочечников при некоторых условиях может выделять в небольших количествах дезоксикортикостерон, оказывающий действие, аналогичное альдостерону.

- **Глюкокортикоиды**

- К глюкокортикоидам, продуцируемым корой надпочечников, относятся кортизол и кортикостерон.
- Значение глюкокортикоидов в процессах адаптации.  
Глюкокортикоиды называются адаптивными гормонами. При их недостатке затрудняется развитие адаптации, и организм становится чувствительным к воздействию любых изменений внешней среды.

- Адаптивное значение глюкокортикоидов заключается во влиянии их на белковый и углеводный обмен и участии в механизме действия катехоламинов. В связи с последним, целый ряд физиологических реакций возможно осуществлять только при наличии достаточного количества глюкокортикоидов. Это рассматривается как перmissive, или разрешающее, влияние глюкокортикоидов.
- Основным во влиянии глюкокортикоидов на белковый обмен является мобилизация ресурсов аминокислот и индукция (в частности, в печени) синтеза целого ряда ферментов. Глюкокортикоиды угнетают синтез белков во многих тканях, в том числе и мышечной. Это ведет к смещению равновесия между синтезом и расщеплением тканевых белков в сторону доминирования последнего. В лимфоидной ткани влияние глюкокортикоидов непосредственно катаболическое. В результате этого влияния, происходит увеличение фонда свободных аминокислот. Через синтез соответствующих ферментов глюкокортикоиды усиливают переаминирование аминокислот.

- Глюкокортикоиды управляют отчасти применением этих целенаправленно подготовленных аминокислот, включая синтез ряда ферментов. Ферменты, синтез которых индуцируется глюкокортикоидами, участвуют не только в обмене аминокислот, а также в новообразовании глюкозы и гликогена. Поэтому под влиянием глюкокортикоидов увеличиваются запасы гликогена в печени и концентрация глюкозы в крови. Отсюда и их название — глюкокортикоиды. Глюкокортикоиды играют важную роль также в приспособлении организма к мышечной работе. Если выполняемая физическая нагрузка достаточной интенсивности, то отмечается повышенная активность коры надпочечников. В результате содержание кортизола и кортикостерона в крови увеличивается. Благодаря этому мобилизуются белковые ресурсы организма; усиливается новообразование гликогена в печени; Однако при длительных утомительных нагрузках вслед за первоначальным усилением наблюдается угнетение продукции глюкокортикоидов. Эту реакцию можно рассматривать как защитную, направленную на предотвращение чрезмерных затрат ресурсов организма.

Общий адаптационный синдром – совокупность защитных реакций организма человека или животных, возникающих в условиях стрессовых ситуаций. В адаптационном синдроме автор выделяет три стадии:

- стадию тревоги, обусловленную мобилизацией защитных сил организма;
- стадию резистентности, связанную с приспособлением человека к экстремальным факторам среды
- стадию истощения, возникающую при длительном стрессе, что может привести к возникновению заболеваний и даже смерти.

- Стрессовая реакция включает совокупность последовательных изменений в организме, которые составляют, по Г.Селье, общий адаптационный синдром. **Первая его стадия – стадия тревоги**, характеризуется развертыванием активности механизма общей адаптации, т. е. стрессовой реакцией. Типичными изменениями при этом в функциях эндокринных желез являются усиленная продукция адреналина, норадреналина и кортизола.

- После повторных воздействий эта стадия переходит **во вторую стадию – стадию резистентности (устойчивости)**. Ей свойственно постепенное понижение активности коры надпочечников и симпатoadреналовой системы, вплоть до отсутствия заметных изменений в ответ на воздействие стрессора. В то же время развиваются высокие резервные возможности коры надпочечников. Сопrotивляемость организма стрессору повышается, что обеспечивается уже не усиленной продукцией глюкокортикоидов и адреналина, а повышенной тканевой устойчивостью. Последнее основывается на морфофункциональном совершенствовании клеточных структур в виде развития долговременной адаптации.
- Всякое приспособление, однако, имеет свои границы. При длительном или слишком частом повторении воздействия стрессора или при одновременном воздействии на организм нескольких стрессоров фаза резистентности переходит в **третью стадию – стадию истощения**. Она характеризуется резким снижением сопротивляемости организма по отношению ко всяким стрессорам.

- При действии факторов, ведущих к изменениям внутренней среды, сохранение жизни в высокоорганизованном организме возможно только при возникновении специальных гомеостатических реакций, обеспечивающих восстановление необходимого постоянства внутренней среды организма. Эти защитные меры и компенсаторные изменения являются специфическими, т. е. они защищают организм только от данного фактора.
- По мере нарастания силы и продолжительности воздействия, а также интенсивности выполняемых актов жизнедеятельности специфические гомеостатические реакции требуют поддержки со стороны общей мобилизации энергетических и пластических ресурсов организма. Включается механизм общей адаптации, выражающейся в общих, неспецифических приспособительных реакциях. Состояние организма, характеризующееся развертыванием механизма общей неспецифической адаптации, Г. Селье назвал «состоянием стресса» (от англ, стресс – напряжение). Фактор, обуславливающий его развитие, обозначается понятием «стрессор».

- К основным процессам происходящим при общей адаптации относят мобилизацию:
- 1) энергетических ресурсов организма и энергетическое обеспечение функций;
- 2) пластического резерва организма и адаптивный синтез ферментов и структурных белков;
- 3) защитных способностей организма.
- В мобилизации энергетических ресурсов организма первенствующее значение принадлежит симпато-адреналовой системе, а в мобилизации пластического резерва — гормонам коры надпочечников. Особо важная сторона механизма общей адаптации заключается в том, что в результате срочных реакций наступают изменения, способные активировать адаптивный синтез белков. Благодаря последнему, достигается переход в долговременную адаптацию, в основе которой лежит морфофункциональное совершенствование клеточных структур.

- Хорошим примером перехода срочных адапционных реакций в долговременную адаптацию, сопровождаемую повышением функциональных возможностей организма, является физическая тренировка.
- Таким образом, стрессовая реакция представляет собой нормальное приспособление организма к сильному действию разных факторов. Если сила воздействия превышает возможности организма компенсировать его и обеспечить защиту, развиваются патологические изменения.
- Понятие физиологической адаптации впервые сформулировано американским физиологом У. Кенноном (1871-1945), как совокупность реакций организма на неблагоприятные условия внешней среды, направленные на поддержание гомеостаза.
- **В современной литературе под адаптацией понимают приспособительные реакции организма при действии не только неблагоприятных или экстремальных (стрессовых), но и при действии обычных факторов.**
- Установлено, что любые приспособительные реакции организма осуществляются под контролем ЦНС, благодаря формированию специальных систем адаптации, которые включают корковые и подкорковые отделы головного мозга. Особая роль в формировании защитных реакций организма при действии экстремальных факторов принадлежит гипофизу и надпочечникам.