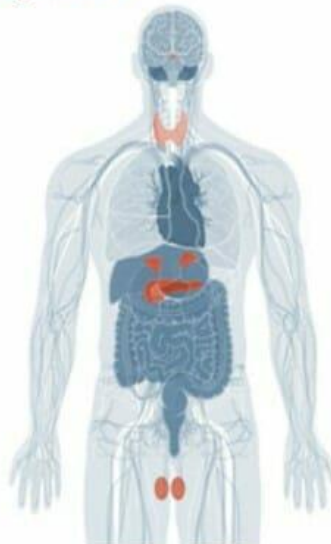


# Эндокринная система человека. Все, что надо знать

Наше почтение, уважаемые читатели, почитатели и прочие личности! Эндокринная система человека - сегодня говорим про неё. По прочтении вы узнаете, что она собой представляет, как работает и какие эффекты на ЭС оказывают физические упражнения.

## Эндокринная система человека



Итак, занимайте свои места в зрительном зале, мы начинаем.

## Эндокринная система человека: что, к чему и почему?

Если две наши предыдущие темы про [сердечно-сосудистую](#) и [пищеварительную](#) системы человека находятся на слуху, то эндокринная система, скорее всего, является темным лесом для большинства из вас. А между тем иногда из-за проблем с ЭС возникают серьезные проблемы со здоровьем. Например, женщина решила похудеть, перешла на правильное питание, следит за распорядком дня, физически активна, но стрелка весов заговорщически стоит на своем месте. Женщина недоумевает, что же она делает не так. А проблема может лежать не на поверхности, а намного глубже, заключаясь в нарушении выработки тиреоидных гормонов щитовидной железой. Вот об этом мы сегодня и поговорим. Поехали!

### Примечание:

Для лучшего усвоения материала все дальнейшее повествование будет разбито на подглавы.

### “Анатомия” эндокринной системы

Эндокринная система (ЭС) - это набор желез, которые производят гормоны, регулирующие метаболизм, рост, развитие, функции тканей, сексуальную и репродуктивную функции, сон, настроение и т.д. Гормоны являются химическими “посланниками”, созданными организмом. Они передают информацию из одного набора клеток в другой для координации функций различных частей тела.

ЭС состоит из:

- гипоталамус - высший центр эндокринной системы;
- гипофиз;
- щитовидная железа;
- околощитовидная железа;
- надпочечники;
- шишковидная железа;
- поджелудочная железа;
- репродуктивные органы: яичники у женщин и яички у мужчин.

Хотя гормоны циркулируют по всему организму, каждый тип гормона нацелен на определенные органы и ткани. Эндокринная система получает некоторую помощь от таких органов, как почки, печень, сердце и половые железы, которые имеют вторичные эндокринные функции. Например, почки выделяют эритропоэтин и ренин.

Щитовидная железа также выделяет ряд гормонов, которые влияют на организм в целом. Гормоны щитовидной железы влияют на множество жизненно важных функций организма, включая частоту сердечных сокращений (ЧСС), обновление кожи, рост, мышечная сила, регулирование температуры, фертильность и пищеварение. Таким образом, щитовидная железа является главным центром метаболического контроля организма.

### **Примечание:**

Проблемы с щитовидкой более характерны для женщин. Поэтому после рождения ребенка или достижения **30** лет следует регулярно сдавать анализы на тиреоидные гормоны.

Давайте разберем каждую “составляющую” ЭС отдельно и начнем с...

### **№1. Гипоталамус**

Гипоталамус расположен в нижней центральной части мозга. Он контролирует и объединяет эндокринные механизмы регуляции с нервными, являясь также мозговым центром вегетативной нервной системы. В гипоталамусе находятся нейроны, способные вырабатывать особые вещества – нейрогормоны, регулирующие выделение гормонов другими эндокринными железами.

Гипоталамус выделяет гормоны, которые стимулируют или подавляют выброс гормонов в гипофиз. Многие из этих гормонов выделяют в артерию (портальная система гипофиза) своих специальных химических "посредников". Из артерии гормоны попадают непосредственно в гипофиз. Там они сигнализируют о секреции стимулирующих гормонов. Гипоталамус также выделяет соматостатин, который заставляет гипофиз останавливать выброс гормона роста.

### **№2. Гипофиз**

Гипофиз расположен у основания мозга под гипоталамусом, размером он не больше горошины. Его часто считают наиболее важной частью эндокринной системы, поскольку он вырабатывает гормоны, которые контролируют многие функции других желез внутренней секреции. Когда гипофиз не производит достаточное количество своих гормонов, это называется гипопитуитаризмом.

Гипофиз делится на две части: переднюю и заднюю доли. Передняя вырабатывает следующие гормоны, которые регулируются гипоталамусом:

- гормон роста: стимулирует рост костей и тканей. Дефицит гормона роста приводит к нарушению роста. Недостаток гормона роста у взрослых приводит к проблемам с поддержанием необходимого количества жира в организме, а также мышечной и костной массы;
- гормон, стимулирующий щитовидную железу (TSH): стимулирует выработку гормонов щитовидной железой. Недостаток гормонов щитовидной железы называется гипотиреозом;
- гормон адренокортикотропина (АКТГ): стимулирует надпочечники для производства нескольких связанных стероидных гормонов;
- лютеинизирующий гормон (ЛГ) и фолликулостимулирующий гормон (ФСГ): гормоны, которые контролируют половую функцию и выработку половых стероидов у женщин (эстроген и прогестерон) и у мужчин (тестостерон);
- пролактин: гормон, стимулирующий, помимо прочего, выработку молока у женщин.

Задняя доля вырабатывает следующие гормоны, которые не регулируются гипоталамусом:

- антидиуретический гормон (вазопрессин): контролирует потерю воды почками;
- окситоцин: стимулирует сокращение матки, а также выработку молока.

Гормоны, выделяемые задней долей гипофиза, на самом деле вырабатываются в головном мозге и переносятся в гипофиз через нервы.

### **Примечание:**

Гипоталамус и гипофиз - центральные органы ЭС, все остальные относятся к периферическим.

### **№3. Щитовидная железа**

Расположена в нижней передней части шеи. Она производит гормоны щитовидной железы, которые регулируют обмен веществ в организме. Также играет роль в росте костей и развитии мозга и нервной системы у детей. Гипофиз контролирует выброс гормонов щитовидной железы. Гормоны щитовидной железы также помогают поддерживать нормальное кровяное давление, частоту сердечных сокращений, пищеварение, мышечный тонус и репродуктивные функции.

### **№4. Паращитовидные железы**

Представляют собой две пары небольших желез, встроенных в поверхность щитовидной железы, по одной паре с каждой стороны. Они выделяют паратиреоидный гормон, который играет роль в регулировании уровня кальция в крови и метаболизме костей.

### **№5. Надпочечники**

Представляют собой железы треугольной формы, расположенные в верхней части каждой почки. Надпочечники состоят из двух частей. Внешняя часть называется корой надпочечников, а внутренняя часть - мозговым веществом надпочечников. Внешняя часть вырабатывает гормоны, называемые кортикостероидами, которые регулируют обмен веществ, баланс соли и воды в организме, иммунную систему и сексуальную функцию. Внутренняя часть, или мозговое вещество надпочечников, вырабатывает гормоны, называемые катехоламинами (например, адреналин). Эти гормоны помогают организму справляться с физическими и эмоциональными нагрузками, повышая частоту сердечных сокращений и кровяное давление.

### **№6. Шишковидное тело (железа)**

Шишковидная железа находится в середине мозга. Она выделяет гормон мелатонин, который помогает регулировать цикл бодрствования-сна в организме.

## №7. Поджелудочная железа

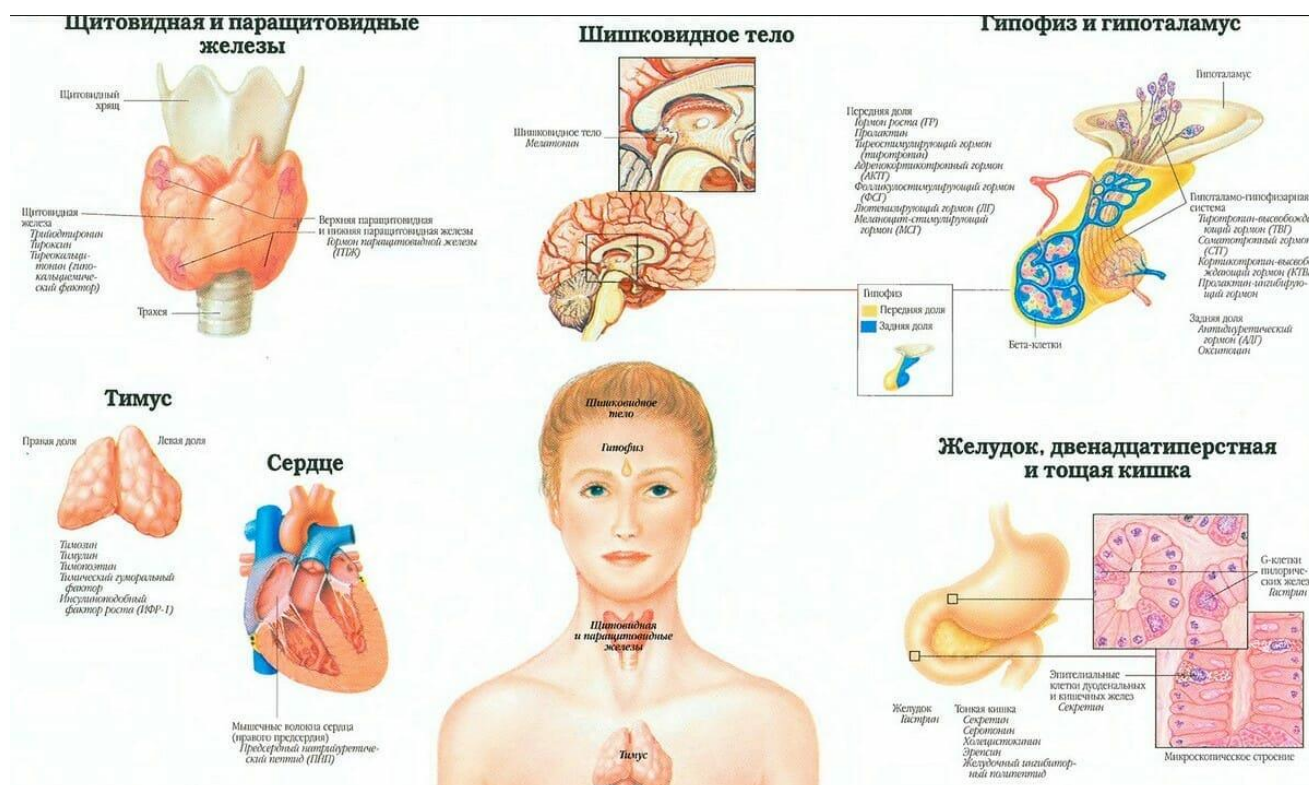
Это вытянутый орган, расположенный в задней части живота за желудком. Поджелудочная железа выполняет пищеварительные и гормональные функции. Одна часть поджелудочной железы, экзокринная, выделяет пищеварительные ферменты. Другая часть поджелудочной железы - эндокринная, выделяет инсулин и глюкагон. Эти гормоны регулируют уровень глюкозы в крови.

## №8. Репродуктивные железы

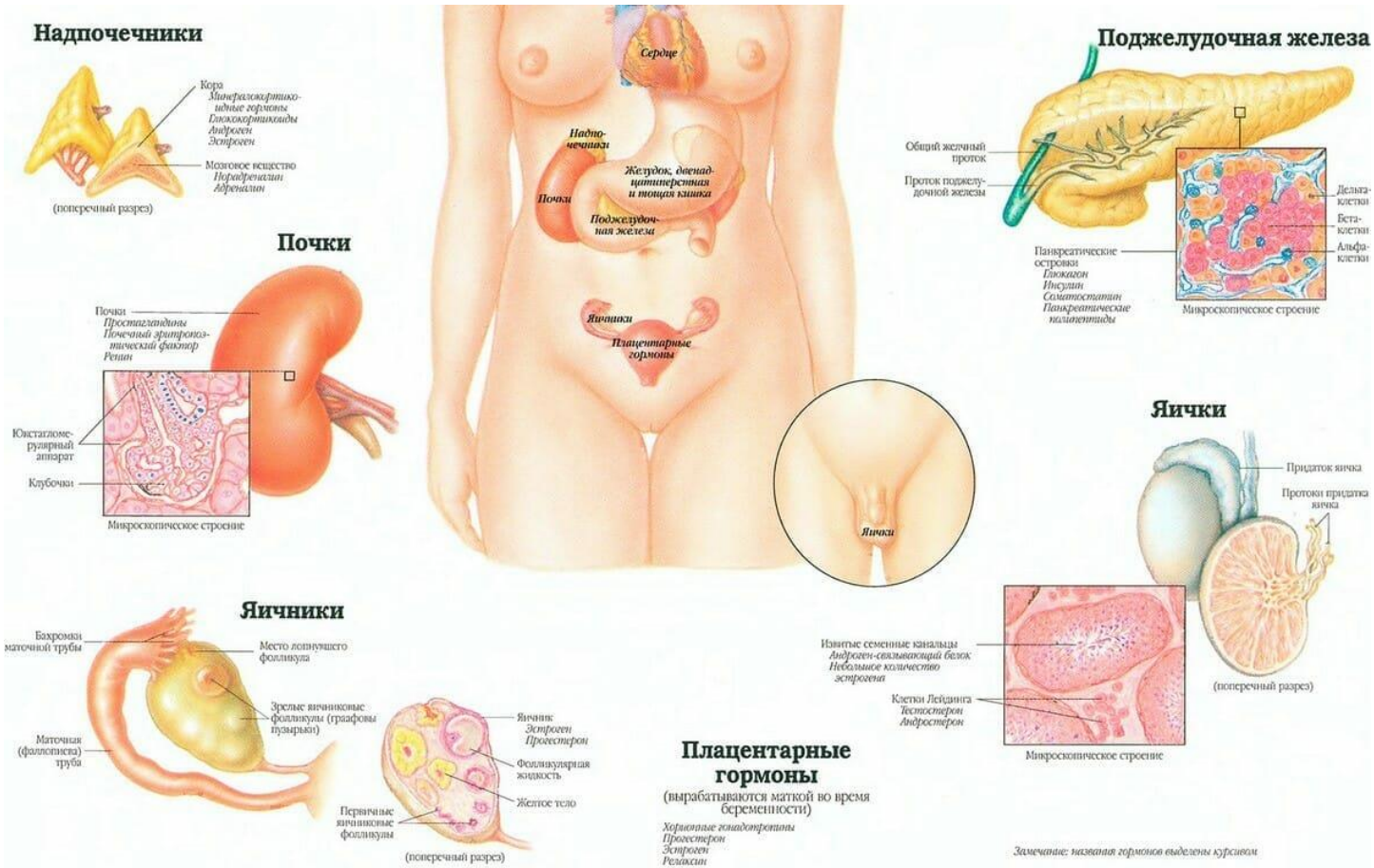
Являются основным источником половых гормонов. У самцов яички, расположенные в мошонке, выделяют андрогены, наиболее важным из которых является тестостерон. Эти гормоны влияют на многие вторичные мужские половые признаки (половое развитие, оволосение и т.д.), а также на выработку спермы. У женщин яичники, расположенные по обеим сторонам матки, вырабатывают эстроген и прогестерон, а также яйца. Эти гормоны контролируют развитие вторичных женских половых признаков (например, рост груди). Они также участвуют в репродуктивных функциях.

Все вместе указанные "элементы" образуют эндокринную систему.

Часть 1 (кликабельно):



Часть 2 (кликабельно)



Теперь выясним...

## Как работает эндокринная система человека

Когда определенной железой вырабатывается гормон, он проходит через кровоток, чтобы попасть в определенную клетку тела, которая называется клеткой-мишенью. Гормоны узнают свои клетки-мишени по специфическим рецепторам. Когда гормон попадает в клетку-мишень, гормон связывается со своими рецепторами. Затем рецепторы стимулируют серию химических реакций внутри клетки, чтобы произвести желаемый эффект гормона: выделение химического вещества, "включение или выключение" гена. После того, как его задача была выполнена, производство гормона необходимо отрегулировать, чтобы предотвратить его постоянное воздействие на клетки. И вот какие механизмы регуляции существуют: 1) гормональный, 2) химический, 3) нейронный.

Разберем каждый из них.

### №1. Гормональная регуляция

Ваша ЭС использует несколько различных процессов для гормональной регуляции. Когда реакция гормона больше не нужна, наиболее распространенным типом регулирования является отключение постоянного высвобождения гормона. Реакция вашего организма на стресс является примером такого типа регулирования.

Во-первых, стресс заставляет ваш гипоталамус выделять кортикотропин-рилизинг-гормон. Затем он попадает из вашего гипоталамуса в переднюю часть гипофиза, где стимулирует выброс адренокортикотрофического гормона (АКТГ). Затем АКТГ перемещается из гипофиза в надпочечники, где он стимулирует кору (наружный слой) для выделения гормона кортизола.

Наконец, кортизол стимулирует вашу печень и скелетные мышцы к повышению метаболизма и уровня глюкозы в крови, чтобы обеспечить энергию для реакции организма на стресс. Когда ответ является достаточным, повышенный уровень кортизола в крови препятствует высвобождению большего количества кортикотропин-рилизинг-гормона и АКТГ, чтобы отключить ответ.

## **№2. Химическая регуляция**

Химический контроль за высвобождением гормонов происходит, когда одна из желез вашей эндокринной системы ощущает падение количества химического вещества, в котором нуждается ваше тело, и реагирует, увеличивая его производство. Когда гормон стимулирует достаточное количество химического вещества, более высокие уровни химического вещества не дают железе выделять больше гормонов.

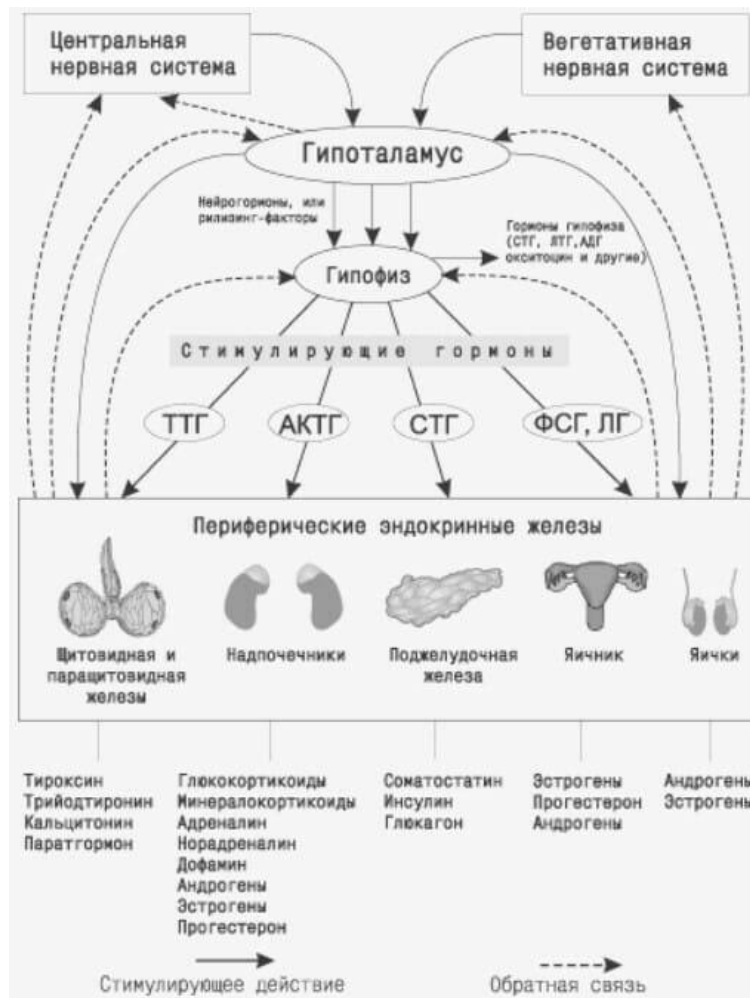
Один из примеров химической регуляции гормонов, когда паратиреоидный гормон регулирует уровень кальция в организме, который является важным элементом для правильной клеточной функции. Низкий уровень кальция стимулирует выработку паращитовидной железы гормона околощитовидной железы, который стимулирует тело к увеличению количества кальция в крови. По мере его повышения секреция гормона околощитовидной железы снижается.

## **№3. Нейронная регуляция**

Нервы в организме также могут контролировать выброс гормонов. Пример нейронного контроля высвобождения гормонов можно наблюдать во время родов, когда головка плода прижимается к шейке матки. Растяжение и давление на нервы в шейке матки вызывают выброс гормона окситоцина из задней доли гипофиза матери. Этот гормон заставляет матку сокращаться, что приводит к дальнейшему выделению окситоцина и большему количеству сокращений. В этом случае окончательное рождение ребенка отключает круг, поскольку сигналы растяжения шейки матки прекращаются. Когда врачи вызывают или стимулируют роды, они используют синтетическую форму окситоцина, чтобы вызвать сокращение матки.

Вот как выглядит гипоталамо-гипофизарная система эндокринной регуляции:





Собственно, по теории это все. Нас же больше интересует практика, а именно...

## Как физическая активность влияет на гормональный фон человека

Многочисленные исследования показали, что физические упражнения увеличивают количество циркулирующих гормонов в нашем организме, а также рецепторные участки на клетках их органов-мишеней. Давайте разберемся, как лучше всего следует тренироваться с точки зрения повышения в организме циркуляции/концентрации гормонов.

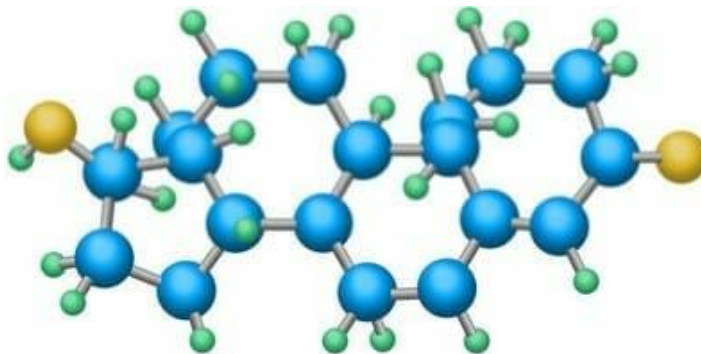
Вообще существует три основных класса гормонов, классифицированных по их белковой или стероидной химической структуре. Это:

1. производные аминокислот: они получены из аминокислот, в частности, тирозин. Например, адреналин является производным аминокислот;
2. стероидные гормоны: к ним относятся простагландины. Все они липиды, сделанные из холестерина;
3. пептидные гормоны: самая большая группа гормонов. Пептиды представляют собой короткие цепочки аминокислот. Например, инсулин.

Все гормоны в нашем организме являются производными белков, за исключением гормонов в коре надпочечников и половых гормонов, которые являются стероидными гормонами. Стероидные гормоны обычно реагируют с рецепторными участками внутри клетки медленно, поскольку для этого требуется синтез белка. В то время как белковые гормоны реагируют с рецепторами на поверхности клетки более быстрым образом.

К ключевым гормонам, на которые упражнения оказывают благотворное воздействие, относятся [тестостерон](#), [соматотропин](#), эстроген, тироксин, адреналин, инсулин, эндорфины, глюкагон.

Разберем каждый из них.



## №1. Тестостерон

Тестостерон, наряду с гормоном роста, отвечает за гипертрофию (увеличение размера и плотности) мышечных клеток, а также за восстановление микроразрывов в мышечной ткани. Женским организмом тестостерона вырабатывается значительно меньше, чем у мужчин, поэтому им/вам не стоит переживать, что работа в зале превратит их фигуру в мужеподобную. Из позитивных эффектов этого гормона на женский организм можно отметить повышение либидо и более сильные оргазмы. Другими словами, физически активные женщины имеют более высокий сексуальный и фертильный фон.

Также стоит запомнить, что ключом к повышению уровня тестостерона с помощью упражнений является концентрация на больших мышечных группах: ноги, грудные, спина.

### Примечание:

Разные исследования показали, что женщины, которые тренируют ноги, имеют более высокие уровни тестостерона, чем те, которые “налегают” на верх.

Кроме того, научные данные говорят о том, что более высокий уровень интенсивности тренировок может быть достигнут утром и ранним днем (до 9-00), т.к. именно в это время уровни тестостерона находятся на самом высоком уровне.

Что касается количества повторений и рабочего веса, то для продукции тестостерона идеальны такие параметры: низкое число повторений в подходе и большой (85% от 1RM – одноповторный максимум) рабочий вес.

**Вывод:** лучшей формой тренировки для повышения уровня тестостерона является короткий интенсивный анаэробный сеанс на большие мышечные группы, продолжительностью до 45 минут с небольшим количеством повторений (до 8) и до трех подходов, но большим рабочим весом и коротким интервалом отдыха (до 60 сек).

## №2. Гормон роста

Стимулирует синтез белка и помогает укрепить кости, связки, сухожилия и хрящи. Он также играет роль в мобилизации жиров и соответствующем снижении потребления углеводов во время упражнений. Исследования говорят о том, что можно увеличить выработку гормона роста с помощью упражнений.



В таком случае тренинг должен быть активным силовым, нацеливаться на большие группы мышц, преимущественно ноги, квадрицепсы, продолжительность не более **30-35** минут. Высокоинтенсивная-интервальная тренировка – оптимальный вариант для увеличения уровня соматотропина.

**Вывод:** лучшей формой тренировки для повышения уровня гормона роста является НПТ-тренинг на низ тела с коротким периодом отдыха.

### **№3. Эстроген**

С возрастом уровень эстрогена у женщины меняется и значительно снижается к моменту наступления менопаузы. Поэтому для женщин возраста **40+** любой активный вид спорта должен стоять во главе угла.

Исследование, проведенное профессорами Copeland, Consitt и Tremblay (*Journal of Gerontology: Biological Sciences*, **75**, **B158-165**, США **2003**), показало, что уровень эстрогена в крови был значительно выше у женщин в возрасте **19-69** лет после **40** минут упражнений на выносливость или на сопротивление, по сравнению с контрольной группой, которая не выполняла никаких упражнений. Кроме того, уровень эстрогена в крови остается повышенным в течение **4** часов после тренировки.

**Вывод:** лучшей формой тренировки для повышения уровня эстрогена для женщин возраста от **20** до **40** лет является силовой тренинг, а для женщин возраста **40+** тренинг на выносливость.

### **№4. Тироксин**

Этот гормон вырабатывается фолликулярными клетками щитовидной железы и его основная роль заключается в улучшении метаболизма. Поэтому он является ключевым гормоном для потери веса, т.к. через его высвобождение расходуется больше калорий.

Концентрация тироксина увеличивается примерно на **30%** во время интенсивного выполнения любых упражнений и остается повышенным в течение **5** часов после тренировки. Также секреция гормона увеличивает количество циркулирующей по организму крови, мышцы хорошо ей омываются.

**Вывод:** лучшей формой тренировки для повышения уровня тироксина являются интенсивные тренировки как с отягощением, так и без него. Например, круговые тренировки на все тело с выполнением движений друг за другом без отдыха, домашние тренировки с гантелями, бутылками воды или весом собственного тела - идеальный вариант для максимального релиза гормона тироксин.

### **№5. Адреналин**

Нейротрансмиттер симпатической нервной системы увеличивает количество крови, которую перекачивает сердце, и направляет кровь туда, где это необходимо - в конечности. Адреналин является одним из катехоламинов, другой - норэпинефрин, и оба они синтезируются из аминокислоты тирозина. Количество адреналина, выделяющегося из продолговатого мозга, прямо-пропорционально интенсивности упражнений.

**Вывод:** лучшей формой тренировки для повышения уровня адреналина является любой тренинг с высокой интенсивностью упражнений.

### **№6. Инсулин**

Вырабатываемый в островковых клетках поджелудочной железы, является важным гормоном, который регулирует уровень глюкозы в крови и направляет аминокислоты и жирные кислоты в клетки. Большинство клеток нашего организма имеют рецепторы инсулина, которые состоят из двух альфа-субъединиц и двух бета-субъединиц, связанных дисульфидными связями, и связывают циркулирующий инсулин. Затем клетка может активировать другие рецепторы, которые предназначены для поглощения глюкозы из кровотока в клетку.

Реакция на инсулин возникает после приема пищи. Чрезмерный инсулиновый ответ заставляет жир накапливаться в клетках, и со временем те, кто часто испытывают такие реакции, могут набрать лишний вес, а их клетки могут развить резистентность к инсулину (диабет). Потеря веса с помощью ежедневных аэробных и силовых тренировок может помочь исправить эту ситуацию. Поэтому важно заниматься спортом, чтобы помочь компенсировать любые потенциальные проблемы с сахаром в крови.

Исследованиями было показано, что уровень инсулина в крови начинает снижаться в течение десяти минут после аэробных тренировок и продолжает снижаться по мере увеличения продолжительности тренировки. Также было выявлено, что силовые тренировки увеличивают чувствительность клеток (восприимчивость) к инсулину в состоянии покоя.

**Вывод:** лучшей формой тренировки для снижения уровня инсулина является любая аэробная активность от **45** минут. Например, если у вас диабет и лишний вес, то вам не нужно активно тягать железо. Наоборот, умеренное продолжительное кардио, например, ходьба на дорожке со скоростью **6-7** км/ч, станет лучшим вариантом.

## №7. Эндорфины

Представляют собой эндогенный класс опиоидов, вырабатываемый в условиях боли, которые блокируют ее, уменьшают аппетит, создают чувство эйфории и уменьшают напряжение и беспокойство. Биохимически эндорфины являются полипептидными нейротрансмиттерами, содержащими **30** аминокислотных единиц.

Фактически уровень эндорфинов в крови повышается в **5** раз выше уровня отдыха при более длительной (свыше **30** минут) умеренной или интенсивной аэробной нагрузке. Повышенная чувствительность к эндорфинам развивается после нескольких месяцев регулярных тренировок.

### Примечание:

Эндорфины блокируют чувствительность организма к боли и могут уменьшить беспокойство, вызывая чувство эйфории. Поэтому во время и после тренировки мы чувствуем себя ~~нед-кайфом~~ спокойными и умиротворенными, все проблемы забываются и отходят на второй план. Можно сказать, что нас постоянно тянет в зал, потому что мозгу нравится “купаться” в эндорфинах, и они действуют на него как наркотик.

**Вывод:** лучшей формой тренировки для повышения уровня эндорфинов является постоянные аэробные тренировки от **30** минут. Это могут быть ежедневные прогулки или плавание в бассейне один сеанс каждый будний день.

## №8. Глюкагон

Линейный пептид из **29** аминокислот, секретируемый поджелудочной железой. Его главная роль, в отличие от инсулина, заключается в повышении уровня глюкозы в крови. Глюкагон проявляет свои физиологические эффекты двумя способами: 1) он выделяется, когда уровень сахара в

крови падает слишком низко. Это приводит к тому, что углеводы в печени выделяются в кровоток, что повышает уровень сахара в крови до нормального уровня; 2) активизирует печеночный глюконеогенез - этот процесс включает в себя преобразование аминокислот в глюкозу для использования в качестве энергии.

Исследователи Bonjorn, Latour, Belanger (Монреальский университет, Канада) обнаружили, что упражнения повышают чувствительность печени к глюкагону. Глюкагон обычно выделяется через **30** минут после начала тренировки, в начале снижения уровня глюкозы в крови.

**Вывод:** лучшей формой тренировки для повышения уровня глюкагона является любой тренинг продолжительностью более **30** минут. Спустя этот срок преобразование питательных веществ в энергетических целях происходит активнее.

Итак, с влиянием упражнений на гормоны разобрались. Теперь займемся практикой.

### Какие упражнения лучше всего растят мышечную массу и дают лучший отклик эндокринной системы



Знаете ли вы, что женщины являются лучшими “тренажерщиками”? А все потому, что они, может быть сами того и не понимая, верно строят свои тренировки. Понаблюдайте, пожалуйста, за дамами в своем зале, и вы увидите, что каждая из них, два раза в неделю тренирует низ. Мужчины же считают, что на низ можно забить, его не видно, а посему можно не качать. Это в корне неверный подход. Тренировать низ нужно обязательно. Причем если тренировка построена по принципу “верх-низ”, то ставим ноги на начало и конец недели, а верх – на середину. Получается так: понедельник/пятница – низ, среда – верх.

Теперь ответим на вопрос: какие упражнения выбрать для этого? В Интернете “ходит” информация о том, что [базовые упражнения](#) дают самый лучший гормональный отклик. В определенной степени это так, что подтверждают научные данные. Например, в исследовании Shaner, Aaron A., Vingren, Jakob (*Journal of Strength and Conditioning Research*: April 2014) были произведены замеры уровня тестостерона при выполнении классических приседаний со штангой и жима ногами под углом **45**. И вот какие данные были получены:

- тестостерон: приседания увеличение с **23,9** до **31,4** (+7,5), жим ногами с **22,1** до **26,9** (+4,8) нмоль/л.
- гормон роста: приседания увеличение с **0,2** до **9,5** мкг/л (+9,3), жим ногами с **0,3** до **2,8** (+2,5);
- кортизол: приседания увеличение с **472** до **603** (+131), жим ногами с **464** до **520** (+56).

Повышенные уровни гормонов можно также наблюдать и при выполнении жима штанги и становой тяги. Ряд других исследований говорят о том, что упражнения со свободным весом вызывают больше гормональных реакций при работе с отягощениями, чем тренажерные упражнения (машины и блоки).

Однако стоит понимать, что резкое повышение уровня тестостерона не приводит к базовому увеличению его уровня в организме. Это как ню-картинка. Она вызывает кратковременный всплеск уровня тестостерона, однако как только объект пропадет из поля зрения, уровень начинает падать и возвращается к своему первоначальному значению.

**Вывод:** база дает организму большие гормональные отклики, однако это не означает, что уровни гормонов будут оставаться повышенным в течение длительного времени. Повышение уровня тестостерона под воздействием физических нагрузок не влияет на рост мышц. Тренировочный объем (вес  $\times$  сеты  $\times$  повторения) определяет рост мышц и прирост силы. Да, тестостерон является основным гормональным двигателем роста мышц, однако кратковременный всплеск его уровня не дает прогресса в массе.

Помимо тестостерона для набора мышечной массы важны андрогенные рецепторы (AR). Если тестостерон это ключ, то рецептор андрогена - замок. И каждому замку подходит свой ключ. Чем выше плотность андрогенных рецепторов в определенной части тела, тем больше у нее генетическая склонность к росту. У мужчин большинство AR находятся в верхней части тела – трапеции, грудные, плечи. Мышцы верхней части вашего тела предназначены для роста больше, чем мышцы нижней части. Поэтому если вы хотите повысить уровень тестостерона, приседания и становая тяга не должны быть в центре внимания ваших тренировок. Частое выполнение базы ставит под угрозу восстановление всей нервной системы, в результате чего вы не сможете тщательно проработать более "плотные" андрогенные области верхней части тела.

**Вывод:** ноги – большая мышечная группа сама по себе, но “раскачивающий” потенциал у мужчин заложен в тренинге верха. Поэтому если ваши ноги имеют достаточную массу, тренируйте их раз в неделю, а верх – два. Если наоборот, то уделите ногам два дня, а верху - один.

Подытоживая информацию из данной подглавы, можно сделать следующий вывод: идеальная, с точки зрения гормонального отклика, тренировка должна выглядеть так:

- понедельник/пятница – низ, ноги, среда – верх;
- упражнения понедельник: тренировки со свободным весом (один из вариантов - приседания со штангой);
- упражнения пятница: упражнения в тренажерах (один из вариантов - жим ногами в тренажере);
- упражнения среда: свободный вес + тренажеры.

Собственно, по данной теме это все. То есть совсем, то есть “наелись” :). Осталось подытожить сказанное.

## Послесловие

Эндокринная система человека - это самая большая заметка за всю историю существования проекта. Ура! Разумеется, мы такого не планировали, но коль получилось, не выкидывать же. В следующий раз постараемся более компактно. Как получится - увидим уже совсем скоро. До новых встреч!