

ЛЕКЦИЯ 1. ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИОЛОГИЮ

1.1. РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О РЕФЛЕКСЕ И РОЛЬ
ОТЕЧЕСТВЕННЫХ УЧЕНЫХ В СОЗДАНИИ РЕФЛЕКТОРНОЙ
ТЕОРИИ

Рефлекторная функция представляет собой основной специфичный для ЦНС вид деятельности, проявляющийся в осуществлении сложных своеобразных и высококодифференцированных реакций, получивших название рефлексов. или рефлекторных реакций.

Основателем учения о рефлексах является французский философ Де-карт, который в первой половине XVII столетия дал описание рефлекторного акта. Декарт полагал, что животные являются сложными биологическими машинами, и все их реакции на внешнюю среду, а также многие реакции человека осуществляются по принципу автоматических, механических, отраженных ответов на раздражение. По мнению Декарта, при воздействии какого-либо раздражителя на орган чувств приводятся в движение нервные волокна; они натягиваются и открывают расположенные на внутренней поверхности мозга отверстия, через которые выходят находящиеся в мозговых желудочках "животные духи" (esprits animaux); эти последние проходят по нервам и втекают в мышцы, вызывая их сокращения.

Эти воззрения Декарта на природу ответной реакции организма на внешние раздражения в свете современных знаний представляются наивными, механистичными и фантастическими, однако, нельзя не признать, что именно ему принадлежит первое и в целом верное описание пути, по которому проходит нервный импульс при рефлекторном акте, и первое описание важнейших элементов рефлекторной дуги.

При всей фантастичности таких представлений идея отражения нервной системой характера раздражения была воспринята физиологами и получила свое дальнейшее развитие в трудах Г. Прохазки, Ф. Мажанди, И.М. Сеченова, И.П. Павлова, П.К. Анохина и др. ученых, которые заложили прочные основы учения о рефлексах.

Самый термин "рефлекс" (лат. reflex - отражение) для обозначения реакции организма на внешнее раздражение был введен в 1817 . немецким ученым Г. Прохазка, который заимствовал этот термин из физики вкладывая в основу понятия рефлекса представление от отражении (рефлекторный акт есть отражение действия раздражителя).

Закономерным следствием из этого представления стала т.н. рефлекторная теория, которая заключается в утверждении, что деятельность организма есть закономерная рефлекторная реакция на стимул. Революционным прорывом для рефлекторной теории послужила знаменитая работа И.М. Сеченова "Рефлексы головного мозга" (1863). В этой работе Сеченов впервые провозгласил тезис о том, что все виды сознательной и бессознательной жизни человека представляют собой рефлекторные (отраженные) реакции. Структурной основой рефлекса является рефлекторная дуга, состоящей из рецепторной, афферентной проводниковой, центральной, эфферентной части и рабочего органа. Всякий рефлекторный акт начинается при воздействии внешнего или внутреннего раздражителя на рецепторный аппарат и заканчивается каким-либо изменением деятельности организма.

Ученик Павлова П.К. Анохин, создав концепцию о функциональной системе, как основном принципе саморегуляции функций, дополнил схему рефлекторной дуги представлением об обратной афферентации из рабочего органа в центр, которая несет информацию о состоянии рабочего органа, о ходе выполнения команды и о результатах деятельности (рис 1). Обратная связь - важнейший принцип функционирования информационно-управляющих систем - трансформирует открытую рефлекторную дугу в закрытую. В результате рефлекторная дуга превратилась в рефлекторное кольцо, которое является материальным субстратом для саморегуляции, в ходе которой в ходе ответной реакции постоянно происходит корректировка команд рабочим органам и наилучшее выполнение окончательного результата.

Следующим этапом развития рефлекторной теории является открытие И.П. Павловым (1912) нового класса рефлексов - условных, которые не являются наследственными, а приобретаются индивидуумом в течение его жизни на основе личного опыта. По сути, условный рефлекс есть ассоциация двух или более безусловных рефлексов, которая возникает при достаточно частом повторении стереотипных сочетаний двух сигналов.

1.2. ОСНОВНЫЕ ФОРМЫ РЕГУЛЯЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ.

Регуляция - это направленное изменение функций различных органов и тканей. Все функции в организме регулируются с помощью двух основных регуляторных механизмов - нервного и гуморального.

Гуморальный механизм основан на том, что в различных клетках и органах в ходе процесса обмена веществ образуются различные по своей природе и физиологическому действию химические вещества. На начальном этапе эволюции эти вещества, воздействуя на окружающие клетки, способствовали изменению их функции (т.н. метаболическая регуляция). Поступая в тканевую жидкость, а затем в кровь, продукты жизнедеятельности клеток разносятся по всему организму, и могут оказывать влияние на клетки ткани. Такая форма регуляции называется гуморальной. Частным случаем гуморальной регуляции является эндокринная, осуществляемая железами внутренней секреции.

В процессе эволюционного развития живого первым видом регуляции была метаболическая, с после формирования кровообращения - примитивная гуморальная регуляция. Затем с появлением нервной системы стала развиваться и совершенствоваться нервная регуляция функций. Эндокринная разновидность гуморальной регуляции развивалась позже других. Первыми железами внутренней секреции были нервные клетки, и только значительно позже, по мере специализации функций клеток и тканей, сформировались различные железы внутренней секреции. Однако все они находятся под контролем нервной системы, и эндокринные железы являются важным звеном рефлекторной регуляции функций.

Нервный механизм регуляции заключается в том, что по нервам ко всем клеткам и органам посылаются пусковые или модулирующие команды, изменяющие деятельность их в нужном для организма направлении. Изменения состояния одних клеток и органов через посредство нервной системы рефлекторным путем вызывает изменения функций других органов. Этот механизм регуляции является более совершенным, так как взаимодействие клеток через нервную систему осуществляется значительно быстрее, чем гуморально-химическое, и кроме того, нервные импульсы всегда имеют ввиду определенного адресата.

Таким образом, можно выделить два общих принципа регуляции всех функций в организме:

1. Все функции в организме регулируются с помощью нервной или (и) гуморальной системы.
2. Регуляция функций осуществляется по принципу саморегуляции.

Оба эти принципа наиболее ярко и полно проявляются в деятельности так называемых функциональных систем (ФС), которые постоянно образуются при возникновении в организме какой-то потребности и обеспечивают оптимальное ее удовлетворение.

1.3. УЧЕНИЕ П.К. АНОХИНА О ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ И САМОРЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИЙ. УЗЛОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Представление о саморегуляции физиологических функций нашло наиболее полное отражение в теории функциональных систем, разработанной академиком П. К. Анохиным. Согласно этой теории, уравнивание организма со средой обитания осуществляется самоорганизующимися функциональными системами.

Функциональная система - это совокупность разнородных органов и тканей, объединенных на функциональной основе для получения жизненно важного для организма приспособительного результата.

Функциональная система обеспечивает при взаимодействии различных органов качественно новые функции и формы деятельности, с результатом, присущим системе в целом и не присущим ее частям в отдельности.

Результат действия любой ФС представляет собой жизненно важный адаптивный показатель, необходимый для нормального функционирования организма в биологическом и социальном плане. Отсюда вытекает системообразующая роль результата действия. Именно для достижения определенного адаптивного результата складываются ФС, сложность организации которых определяется характером этого результата.

Многообразие полезных для организма приспособительных результатов может быть сведено к нескольким группам:

- 1) метаболические результаты, являющиеся следствием обменных процессов на молекулярном (биохимическом) уровне, создающими необходимые для жизнедеятельности субстраты или конечные продукты;
- 2) гомеопатические результаты, представляющие собой ведущие показатели жидких сред организма: крови, лимфы, интерстициальной жидкости (осмотическое давление, рН, содержание питательных веществ, кислорода, гормонов и т. д.), обеспечивающие различные стороны нормального обмена веществ;
- 3) результаты поведенческой деятельности животных и человека, удовлетворяющие основные метаболические, биологические потребности: пище-вые, питьевые, половые и др.;
- 4) результаты социальной деятельности человека, удовлетворяющие социальные (создание общественного продукта труда, охрана окружающей среды, защита отечества, обустройство быта) и духовные (приобретение знаний, творчество) потребности.

В состав каждой ФС включаются различные органы и ткани. Объединение последних в ФС осуществляется результатом, ради достижения которого создается ФС. Этот принцип организации ФС получил название принципа избирательной мобилизации деятельности органов и тканей в целостную систему. Например, для обеспечения оптимального для метаболизма газового состава крови происходит избирательная мобилизация в ФС дыхания деятельности легких, сердца, сосудов, почек, кроветворных органов, крови. Включение отдельных органов и тканей в ФС осуществляется по принципу взаимодействия, который предусматривает активное участие каждого элемента системы в достижении полезного приспособительного результата. В приведенном примере каждый элемент активно способствует поддержанию газового состава крови: легкие обеспечивают газообмен, кровь связывает и транспортирует O_2 и CO_2 , сердце и сосуды обеспечивают необходимую скорость движения крови и величину.

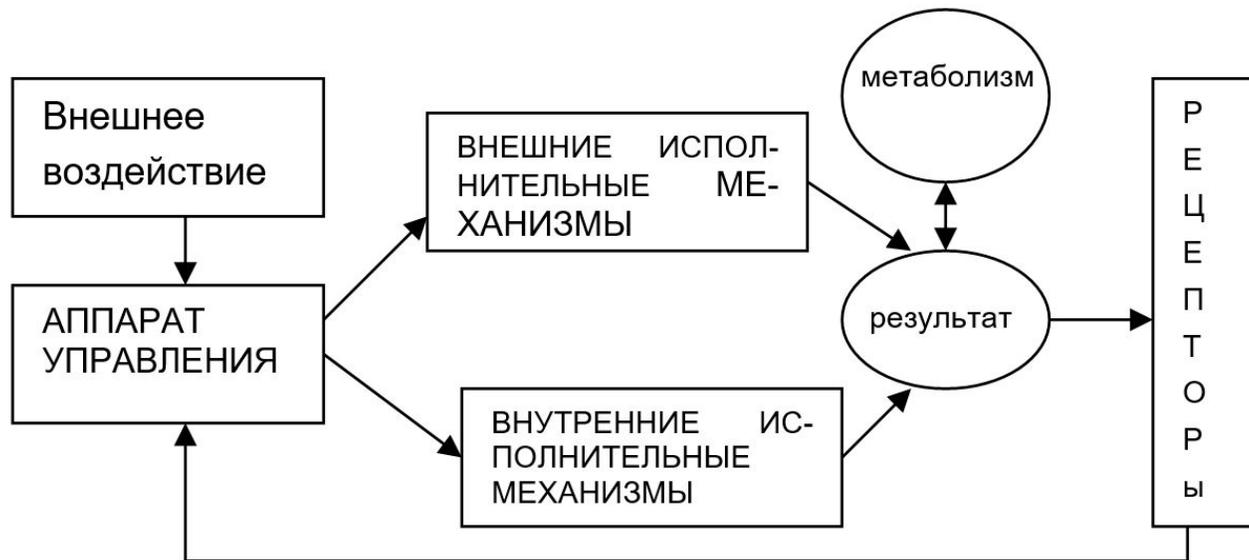


Рис.1. Общая схема функциональной системы

Для достижения результатов различного уровня формируются и разно-уровневые ФС. ФС любого уровня организации имеет принципиально однотипную структуру, которая включает в себя 5 основных компонентов:

- 1) полезный приспособительный результат;
- 2) акцепторы результата (аппараты контроля);
- 3) обратную афферентацию, поставляющую информацию от рецепторов в центральное звено ФС;
- 4) центральную архитектуру — избирательное объединение нервных элементов различных уровней в специальные узловые механизмы (аппараты управления);
- 5) исполнительные компоненты (аппараты реакции) — соматические, вегетативные, эндокринные, поведенческие.

Состояние внутренней среды постоянно контролируется соответствующими рецепторами. Источником изменения параметров внутренней среды организма является непрерывно текущий в клетках процесс обмена веществ (метаболизм), сопровождающийся потреблением исходных и образованием конечных продуктов. Любое отклонение параметров от показателей, оптимальных для метаболизма, равно как и изменение результатов иного уровня, воспринимается рецепторами. От них информация передается звеном обрат-ной связи в соответствующие нервные центры. На основе поступающей информации происходит избирательное вовлечение в данную ФС структур различных уровней центральной нервной системы для мобилизации исполнительных органов и систем (аппаратов реакции), деятельность которых приводит к восстановлению необходимого для метаболизма или социальной адаптации результата.

Организация различных ФС в организме принципиально одинакова. В этом заключается принцип изоморфизма ФС.

Вместе с тем, в их организации есть и отличия, которые обусловлены характером результата. ФС, определяющие различные показатели внутренней среды организма, генетически детерминированы, часто включают в себя только внутренние (вегетативные, гуморальные) механизмы саморегуляции. К их числу можно отнести ФС, определяющие оптимальный для метаболизма тканей уровень массы крови, форменных элементов, реакции среды (pH), кровяного давления. Другие ФС гомеостатического уровня включают в себя и внешнее звено саморегуляции, предусматривающее взаимодействие организма с внешней средой. В работе некоторых ФС внешнее звено играет относительно пассивную роль источника необходимых субстратов (например, кислорода для ФС дыхания), в других внешнее звено саморегуляции активно и включает целенаправленное поведение человека в среде обитания, направленное на ее преобразование. К их числу относятся ФС, обеспечивающая оптимальный для организма уровень питательных веществ, осмотического давления, температуры тела.

ФС поведенческого и социального уровня чрезвычайно динамичны по своей организации и формируются по мере возникновения соответствующих потребностей. В таких ФС внешнее звено саморегуляции играет ведущую роль. Вместе с тем поведение человека определяется и корригируется генетически, индивидуально приобретенным опытом, а также многочисленными возмущающими воздействиями. Примером таких ФС является производственная деятельность человека по достижению социально значимого для общества и индивида результата: творчество ученых, художников, писателей.

Функциональная система - это совокупность разнородных органов и тканей, объединенных на функциональной основе и обеспечивающих при взаимодействии качественно новые функции и формы деятельности, с результатом, присущим системе в целом и не присущим ее частям в отдельности. ФС - это динамическая, саморегулирующаяся организация, деятельность всех составных элементов которой способствует получению жизненно важного для организма приспособительного результата.

Функциональные системы постоянно образуются при возникновении в организме какой-то потребности и обеспечивают оптимальное ее удовлетворение.

В состав ФС могут входить самые разные органы и ткани, деятельность которых может привести к восстановлению нарушенного гомеостаза. Функциональные системы организуются не по анатомическому, а по физиологическому признаку. Главным системообразующим фактором является цель, результат будущей деятельности ФС. Центральным системообразующим фактором каждой ФС является результат ее действия, определяющий в целом для организма нормальные условия течения метаболических процессов. Из этого следует, что именно результат является своеобразной "визитной карточкой" каждой ФС. Общая схема функциональной системы по П.К. Анохину представлена на рис. 1.

В живом организме можно различить 3 группы полезных приспособительных результатов.

Первую группу составляют внутренние константы организма, гомеостатические показатели, определяющие его нормальную жизнедеятельность : рН, концентрация солей, питательных веществ, газов и т.д.

Вторую группу составляют результаты приспособительной деятельности организма в окружающей среде, направленные на удовлетворение его внутренних биологических потребностей, сохранение вида и рода (целенаправленное поведение, приводящее к утолению жажды, голода и т.п.).

Третья группа - результаты социальной деятельности человека, направленные на удовлетворение его социальных потребностей.

В зависимости от свойств результата, ФС будет более простой или более сложной, но общая ее схема остается одинаковой.. Всякое отклонение гомеостатического параметра от нормы (это отклонение называется биологической потребностью, а ее удовлетворение - полезным результатом) немедленно воспринимается рецепторными аппаратами и посредством нервной или (и) гуморальной обратной связи (афферентации) избирательно мобилизует специальные регуляторные аппараты. Последние через исполнительные приборы снова возвращают полезный приспособительный результат к необходимому уровню. Все эти процессы протекают непрерывно с постоянным информированием центра об успехе достижения полезного приспособительного результата. Одни и те же исполнительные механизмы и периферические органы могут быть мобилизованы для выполнения различных функций организма и входить в состав разных ФС.

Живой организм представляет собой сложнейший механизм, состоящий из тесно пригнанных в своей работе различных ФС, имеющих общие точки со-прикосновения и определенную иерархию. Однако в каждом конкретном слу-чае, в каждый конкретный момент времени, всегда имеется доминирующая ФС, которая определяет деятельность организма на данный момент и подчиняет себе деятельность других функциональных систем.

Принципы взаимодействия ФС

В организме работает одновременно несколько функциональных систем, что предусматривает их взаимодействие, которое строится на определенных принципах.

Принцип системогенеза предполагает избирательное созревание и инволюцию функциональных систем. Так, ФС кровообращения, дыхания, питания и их отдельные компоненты в процессе онтогенеза созревают и развиваются раньше других ФС.

Принцип мультипараметрического (многосвязного) взаимодействия определяет обобщенную деятельность различных ФС, направленную на достижение многокомпонентного результата. Например, параметры гомеостаза (осмотическое давление, КОС и др.) обеспечиваются самостоятельными ФС, которые объединяются в единую обобщенную ФС гомеостаза. Она и определяет единство внутренней среды организма, а также ее изменения вследствие процессов обмена веществ и активной деятельности организма во внешней среде. При этом отклонение одного показателя внутренней среды вызывает перераспределение в определенных соотношениях других параметров результата обобщенной ФС гомеостаза.

Принцип иерархии предполагает, что ФС организма выстраиваются в определенный ряд в соответствии с биологической или социальной значимостью. Например, в биологическом плане доминирующее положение занимает ФС, обеспечивающая сохранение целостности тканей, затем — ФС питания, воспроизведения и др. Деятельность организма в каждый временной период определяется доминирующей ФС в плане выживания или адаптации организма к условиям существования. После удовлетворения одной ведущей потребности доминирующее положение занимает другая наиважнейшая по социальной или биологической значимости потребность.

Принцип последовательного динамического взаимодействия предусматривает четкую последовательность смены деятельности нескольких взаимосвязанных ФС. Фактором, определяющим начало деятельности каждой последующей ФС, является результат деятельности предыдущей системы. Еще одним принципом организации взаимодействия ФС является принцип системного квантования жизнедеятельности. Например, в процессе дыхания можно выделить следующие системные «кванты» с их конечными результатами: вдох и поступление некоторого количества воздуха в альвеолы; диффузия O_2 из альвеол в легочные капилляры и связывание O_2 с гемоглобином; транспорт O_2 к тканям; диффузия O_2 из крови в ткани и CO_2 в обратном направлении; транспорт CO_2 к легким; диффузия CO_2 из крови в альвеолярный воздух; выдох. Принцип системного квантования распространяется на поведение человека.

Таким образом, управление жизнедеятельностью организма путем организации ФС гомеостатического и поведенческого уровней обладает рядом свойств, позволяющих адекватно адаптировать организм к изменяющейся внешней среде. ФС позволяет реагировать на возмущающие воздействия внешней среды и на основе обратной аффекации перестраивать деятельность организма при отклонении параметров внутренней среды. Помимо этого, в центральных механизмах ФС формируется аппарат предвидения будущих результатов — акцептор результата действия, на основе которого происходит организация и инициация опережающих действительные события адаптивных актов, что существенно расширяет приспособительные возможности организма. Сравнение параметров достигнутого результата с афферентной моделью в акцепторе результатов действия служит основой для коррекции деятельности организма в плане получения именно тех результатов, которые наилучшим образом обеспечивают процесс адаптации.

1.4. ПОНЯТИЕ О ГОМЕОСТАЗЕ И ГОМЕОКИНЕЗЕ. ПРИНЦИПЫ САМОРЕГУЛЯЦИИ.

В процессе эволюции живых организмов внутренняя среда была отделена от внешней и приобрела устойчивый, консервативный характер.

Французский исследователь К. Бернар писал, что условием свободного поведения живого организма является постоянство внутренней среды. По его мнению, все жизненные процессы имеют одну цель — поддержание постоянства условий жизни во внутренней среде организма. Позднее эта мысль нашла воплощение в трудах американского физиолога У. Кеннона в форме учения о гомеостазе.

Гомеостаз — относительное динамическое постоянство внутренней среды и устойчивость физиологических функций организма. Основным механизмом поддержания гомеостаза является саморегуляция.

Саморегуляция представляет собой такой вариант управления, при котором отклонение какой-либо физиологической функции или характеристик (констант) внутренней среды от уровня, обеспечивающего нормальную жизнедеятельность, является причиной возвращения этой функции (константы) к исходному уровню. В ходе естественного отбора живыми организмами выработаны общие механизмы управления процессами приспособления к среде обитания различной физиологической природы (эндокринные, нейрогуморальные, иммунологические и др.), направленные на обеспечение относительного постоянства внутренней среды. У человека и высших животных гомеостатические механизмы достигли совершенства.

Практически все характеристики внутренней среды (константы) организма непрерывно колеблются относительно средних уровней, оптимальных для протекания устойчивого обмена веществ. Эти уровни отражают потребность клеток в необходимом количестве исходных продуктов обмена. Допустимый диапазон колебаний для разных констант различен. Незначительные отклонения одних констант могут приводить к существенным нарушениям обменных процессов — это так называемые жесткие константы. К ним относятся, например, осмотическое давление, величина водородного показателя (pH), содержание глюкозы, O₂, CO₂ в крови.

Другие константы могут варьировать в довольно широком диапазоне без существенных нарушений физиологических функций — это так называемые пластичные константы. К их числу относят количество и соотношение форменных элементов крови, объем циркулирующей крови, скорость оседания эритроцитов.

Процессы саморегуляции основаны на использовании прямых и обратных связей. Прямая связь предусматривает выработку управляющих воздействий на основании информации об отклонении константы или действии возмущающих факторов. Например, раздражение холодным воздухом терморцепторов кожи приводит к увеличению процессов теплопродукции.

Обратные связи заключаются в том, что выходной, регулируемый сигнал о состоянии объекта управления (константы или функции) передается на вход системы. Различают положительные и отрицательные обратные связи. Положительная обратная связь усиливает управляющее воздействие, позволяет управлять значительными потоками энергии, потребляя незначительные энергетические ресурсы. Примером может служить увеличение скорости образования тромбина при появлении некоторого его количества на начальных этапах коагуляционного гемостаза.

Отрицательная обратная связь ослабляет управляющее воздействие, уменьшает влияние возмущающих факторов на работу управляющих объектов, способствует возвращению измененного показателя к стационарному уровню. Например, информация о степени натяжения сухожилия скелетной мышцы, поступающая в центр управления функцией этой мышцы от рецепторов Гольджи, ослабляет степень возбуждения центра, чем предохраняет мышцу от развития избыточной силы сокращения. Отрицательные обратные связи повышают устойчивость биологической системы — способность возвращаться к первоначальному состоянию после прекращения возмущающего воздействия.

В организме обратные связи построены по принципу иерархии (подчиненности) и дублирования. Например, саморегуляция работы сердечной мышцы предусматривает наличие обратных связей от рецепторов самой сердечной мышцы, рецепторных полей магистральных сосудов, рецепторов, контролирующих уровень тканевого дыхания, и др.

Гомеостаз организма в целом обеспечивается согласованной содружественной работой различных органов и систем, функции которых поддерживаются на относительно постоянном уровне процессами саморегуляции.

Гомеостаз имеет определенные границы. При пребывании особенно длительном, в условиях, значительно отличающихся от тех, к которым организм приспособлен, гомеостаз нарушается и могут произойти сдвиги, не совместимые с жизнью. Даже небольшие нарушения гомеостаза приводят к патологии, поэтому определение относительно постоянных физиологических констант (рН, АД, ЧД, ЧСС, МОД и др.) имеет большое диагностическое значение. Поэтому работа по сохранению гомеостаза совершается постоянно и постоянно регулируется соответствующими регуляторными системами. Роль разных органов и их систем в сохранении гомеостаза различна.