

МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Регуляция — один из важнейших процессов в живом организме.

Регуляция — это совокупность действий, производимых над органами или системами, направленных на достижение определенной цели или положительного результата. Под регуляцией можно также понимать управление деятельностью органа, который работает в автономном режиме (обладает свойством автоматии). Регуляция может проявляться в двух вариантах: торможение или активация (стимуляция) деятельности органа.

И.П. Павлов говорил, что живой организм представляет собой сложную обособленную систему, внутренние силы которой постоянно уравниваются с внешними силами окружающей среды. Таким образом, вся жизнь организмов «...есть длинный ряд все усложняющихся до высочайшей степени уравниваний».

В основе уравнивания лежат процессы регуляции, управления физиологическими функциями.

Процессы регуляции охватывают все уровни организации системы: молекулярный, субклеточный, клеточный, органный, системный, организменный, надорганизменный (популяционный, экосистемный, биосферный).

Управление в живых организмах осуществляется управляющей системой. Она включает сенсорные рецепторы (на входе), рецепторы исполнительных структур (на выходе), каналы связи (жидкие среды организма и нервные проводники), а также ЦНС как управляющее устройство, частью которого является память.

Основные способы управления в живом организме включают инициацию, коррекцию и координацию физиологических процессов.

Инициация — это процесс управления, вызывающий переход функции органа от состояния относительного покоя к деятельному состоянию или наоборот. Например, при определенных условиях ЦНС инициирует работу пищеварительных желез, процессы мочевыведения и др.

Коррекция — это управление деятельностью органа, который осуществляет физиологические функции в автоматическом режиме или инициирован управляющим сигналом. Например, коррекция работы сердца ЦНС через блуждающие и симпатические нервы.

Координация — это согласование работы нескольких органов или систем одновременно для получения полезного результата. Например, для прямохождения необходима координация работы мышц и центров, которые обеспечивают перемещение конечностей, смещение центра тяжести тела, изменение тонуса скелетных мышц.

Механизмы регуляции условно можно разделить на гуморальные и нервные.

Гуморальные механизмы — это изменение физиологической активности органов и систем под влиянием веществ, поступающих с лимфой, кровью и другими жидкостями.

Один из вариантов гуморальной регуляции — это изменение деятельности клеток под влиянием продуктов обмена веществ. Эти продукты могут изменять работу клетки и других органов. Например, под влиянием CO_2 , образующегося в тканях, изменяется активность центра дыхания. Недостатками этого механизма являются медленное распространение и диффузный характер воздействий.

Комбинированной формой, в которой используются одновременно взаимосвязанные гуморальные и нервные механизмы, является ней-рогуморальный механизм. При этом передача воздействий осуществляется с помощью химических посредников — медиаторов, действующих на специфические рецепторы.

Взаимодействие гуморального и нервного механизмов создает ин-тегративный вариант управления, способный обеспечить адекватное изменение функций при изменении внешней и внутренней среды.

Управление физиологическими функциями осуществляется посредством передачи информации. Она передается по афферентным (чувствительным) и эфферентным (исполнительным) каналам связи. По первым идет сообщение о наличии воздействий или отключении функций, по вторым — информация о том, какие функции и в каком направлении следует изменять.

Гуморальный механизм в качестве средств управления и передачи информации использует химические вещества, нервный механизм — потенциалы возбуждения (импульсы). Потенциалы кодируют необходимую информацию.

В нормальных условиях нервный и гуморальный механизмы едины и, образуя нейрогуморальный механизм, реализуются в разнообразных комбинациях. Физиологически активные вещества, поступая в кровь, несут информацию в ЦНС. Под влиянием этой информации формируется поток нервных импульсов к эффекторам. В других случаях поступление информации в ЦНС по нервным каналам приводит к выделению гормонов.

Нейрогуморальный механизм регуляции создает мозговые кольцевые связи, где различные формы гуморального механизма сменяются и дополняются нервными, а последние обеспечивают включение гуморальных.

Саморегуляция физиологических функций

В процессе эволюции и в ходе естественного отбора организмами были выработаны общие регуляторные механизмы приспособления к условиям внешней среды (нейрогуморальные, эндокринные, иммунологические и др.), направленные на поддержание постоянства внутренней среды.

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

Саморегуляция — это вариант управления, при котором отклонение физиологической функции, или константы, от уровня, обеспечивающего нормальную жизнедеятельность, является причиной возвращения этой функции (константы) к исходному уровню.

Наивысшего совершенства поддержание постоянства (гомеостаз), основанного на нервно-гуморальных физиологических механизмах, достигло у человека, особенно их действия на его системы, обеспечивающие удаление из организма продуктов метаболизма: сердечно-сосудистая, дыхательная и желудочно-кишечная системы, почки, потовые железы.

Различают жесткие константы (осмотическое давление крови, рН), незначительное отклонение которых вызывает существенные изменения обменных процессов. Пластичные могут варьировать в довольно больших пределах и в течение длительного времени без существенного нарушения функций (количество и соотношение форменных элементов крови, СОЭ и др.)

Процессы саморегуляции основаны на использовании прямых и обратных связей.

Прямая связь обеспечивает выработку регулирующих воздействий на основании информации об отклонении константы. Например, раздражение холодным воздухом терморепцепторов кожи приводит к увеличению процессов теплопродукции.

Обратные связи заключаются в том, что выходной сигнал о состоянии объекта регуляции (константы или функции) передается на вход системы. Различают положительные и отрицательные обратные связи. Положительная обратная связь усиливает управляющее воздействие, отрицательная — ослабляет управляющее воздействие и способствует возвращению показателя к стационарному уровню. Отрицательные обратные связи повышают устойчивость биологической системы.

В развитии рефлекторной теории механизмов регуляции большую роль сыграло учение И.М. Сеченова, который распространил понятие рефлекторных актов на все характеристики поведения человека, в том числе и на его психические проявления.

Однако упрощенное понимание рефлекса как механизма, заканчивающегося простым

рефлекторным действием, не давало динамики развития поведения организма и не полностью раскрывало приспособительное значение рефлексов.

Учение И.П. Павлова об условных рефлексах позволило в динамике рассматривать познание механизмов рефлекторного действия.

Конкретным аппаратом регуляции функций организма является *функциональная система*, которая, по определению П.К. Анохина, представляет собой систему, замкнутую за счет постоянной обратной связи, осуществляемой с периферических исполнительных органов определенным комплексом афферентных импульсов, которые через акцептор действия определяют выполнение ее функции (при дыхании афферентные импульсы идут от диафрагмы, трахеи, легких, межреберных мышц и их влияния, несмотря на их различное происхождение, интегрируются в ЦНС путем временных и тонких соотношений между ними).

Такой аппарат может включать в себя различные анатомические образования, комбинации гуморальных веществ, объединенных взаимозависимостью в приспособительных реакциях организма.

Кроме указанных механизмов, поддерживающих гомеостаз, в организме существуют и регуляторные системы, работающие не по принципу согласования, а с учетом оценки величины поступающего сигнала, который нарушает состояние системы за счет отклонения его величины от заданной не на выходе, а на входе системы. Улавливая на входе сигнал, нарушающий состояние системы, специальная структура оценивает его величину.

В случае превышения допустимой величины сигнала, который способен вызывать отклонения в состоянии системы, возникает реакция, нейтрализующая влияние этого сигнала и сохраняющая стабильное состояние системы, то есть в данном случае происходит не восстановление ее нарушенного состояния, а предупреждение возможного нарушения.

Абсолютным условием синхронной работы саморегуляторных систем организма является наличие следующих факторов, придающих функциональной системе определенную направленность действия:

— пластичность функциональной саморегулирующей системы (податливость ее действию внешних и внутренних отклоняющих факторов): «жесткая» генетическая функциональная система (осмотическое давление крови); «пластичная» система (уровень кровяного давления);

—циклический (фазовый) процесс регуляторных приспособлений, направленных на восстановление исходного эффекта при его отклонении в конкретном аппарате структур и механизмов, составляющих функциональную систему;

—наличие информации о конечном приспособительном эффекте в центральных регулирующих аппаратах организма;

—широта охвата органов и систем обуславливает характер саморегуляции. К функциональной системе с обширным комплексом внешних факторов относится саморегуляция количества питательных веществ, находящихся в кровяном русле;

—формирование защитно-приспособительных реакций саморегулирующими системами в экстремальных условиях. Сила максимально возможного защитного приспособления организма должна быть большей, чем выраженность максимально возможного отклонения данного приспособительного конечного эффекта от константного уровня (например, как бы ни было высоко артериальное давление крови, количество возникающих на периферии депрессорных влияний в сумме должно быть всегда более сильным, чем те факторы, которые отклоняют уровень кровяного давления).