

В.П. Дегтярев, С.С. Перцов

Нейрофизиология

Учебник

Министерство образования и науки РФ

Рекомендовано ФГАУ «Федеральный институт развития образования»
в качестве учебника для использования в учебном процессе
образовательных организаций, реализующих программы
высшего образования по специальности
37.05.01 «Клиническая психология»

Регистрационный номер рецензии 89 от 6 апреля 2017 года



Москва
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
«ГЭОТАР-Медиа»
2018

Глава 1

ВВЕДЕНИЕ

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ФИЗИОЛОГИИ

Нейрофизиология — раздел физиологии человека и животных, изучающий принципы деятельности и функции нервной системы и ее основных структурных единиц — нейронов. Она тесно связана с психологией, нейробиологией, неврологией, электрофизиологией, клинической нейрофизиологией и другими медико-биологическими науками, занимающимися исследованиями мозга.

Нейрофизиология как наука начала развиваться в первой половине XIX в., когда для изучения нервной системы стали применять экспериментальные методы. Развитию нейрофизиологии способствовало представление о рефлекторном принципе деятельности нервной системы, выдвинутое в XVII в. Р. Декартом, а в XVIII в. подтвержденное Я. Прохаской. Накопление данных об анатомическом и гистологическом строении нервной системы, в частности, открытие ее структурной единицы — нервной клетки в конце XIX — начале XX вв., а также разработка методов прослеживания нервных путей на основании наблюдения за перерождением нервных волокон после их отделения от тела нейрона стало основой для развития методических приемов изучения функций мозга. Их применение для исследования базовых проявлений активности нервной системы, однотипных у человека и животных, позволило существенно раздвинуть границы представлений о функциональном значении различных отделов нервной системы и установить основные закономерности их рефлекторной деятельности. Это способствовало переходу к исследованию более сложных функций мозга человека — механизмов формирования условных рефлексов, интеграции нервных и эндокринных регуляторных механизмов, физиологических основ формирования психических процессов и поведения человека.

Центральная нервная система (ЦНС), наряду с другими управляющими системами, обеспечивает функционирование организма как единой живой системы, способной к поддержанию постоянства внутренней среды в условиях изменчивости окружающей среды человека, саморазвитию и самосовершенствованию. Эти задачи решаются благодаря взаимодействию процессов возбуждения и торможения в ЦНС. Но нервная система сама по себе не способна обеспечить адекватное приспособление млекопитающих, их уравнивание в природе. Такие процессы могут успешно реализовываться при условии вовлечения различных висцеральных систем организма, изменение деятельности которых происходит за счет регуляторных влияний нервной системы. Изучение закономерностей функционирования висцеральных систем организма, с одной стороны, вскрывает механизмы формирования управляющих процессов в мозге, а с другой — позволяет понять закономерности адаптационных перестроек и пластичности в ЦНС.

Результаты физиологических исследований, наряду с имеющимися знаниями по анатомии и морфологии нервной системы, наглядно демонстрируют роль нейрофизиологии как фундаментальной и прикладной науки. Применение нейрофизиологических методик, таких как электроэнцефалография (ЭЭГ), электронейрография, функциональная магнитно-резонансная томография и других, позволило получить данные, которые внесли неоценимый вклад в развитие медико-биологической науки и здравоохранения в целом. Моделирование отдельных нейронов и нервных сетей, изучение колебаний активности отдельных структур головного мозга, разработка методов выявления различных подтипов нейронов в ЦНС человека, картирование активности генов и другие направления современных нейрофизиологических исследований помогают не только лучше понять базисные принципы работы мозга, но и разработать новые подходы к лечению различных расстройств деятельности ЦНС.

Физиология — часть естественно-научного знания, направленного на понимание механизмов различных проявлений жизнедеятельности на молекулярном, органном и системном уровнях. В ходе своего развития физиология прошла несколько этапов: эмпирический, анатомо-физиологический, функциональный. На каждом этапе в изучении физиологического процесса или явления имели место два направления (подхода) — аналитическое и системное.

Аналитическое направление характеризуется изучением конкретного процесса, протекающего в каком-либо живом объекте (оргane,

ткани или клетке), как самостоятельного, т.е. вне связи его с другими процессами в изучаемом объекте. Такое направление дает всестороннее представление о механизмах данного процесса. В основе аналитического подхода лежат представления о структурно-функциональной организации живого организма: клетке, ткани, органе, физиологической системе. При этом каждая структура характеризуется определенной функцией. С позиций аналитической методологии *функция* — это «форма деятельности, характерная для живой структуры на любом уровне организации» (БМЭ, 1985).

Системное направление ставит своей целью изучение конкретного процесса во взаимосвязи его с другими процессами, протекающими на уровне организма как единого целого образования. С этих позиций «функция — это взаимозависимость элементов в системе, взаимодействие и субординация части и целого в живом» (Словарь физиологических терминов, 1987).

Для развития физиологии как науки необходимы оба направления. Для современного этапа характерно дальнейшее углубление аналитического подхода — изучение процессов на клеточном, субклеточном и молекулярном уровнях. Вместе с тем стало обычным соотношение этих процессов с функциями целого организма.

Открытие системных закономерностей в деятельности живого организма показало, что для выполнения определенных функций происходит избирательное объединение его отдельных органов и их систем, обеспечивающее достижение полезного приспособительного результата. Такие объединения были названы П.К. Анохиным функциональными системами.

Под функциональными системами понимают такие самоорганизующиеся и саморегулирующиеся динамические организации, все составные компоненты которых взаимодействуют и взаимосодействуют достижению полезных для организма в целом приспособительных результатов. Такими результатами, прежде всего, являются различные показатели метаболизма и внутренней среды организма. Более высокий уровень составляют результаты поведенческой деятельности отдельных индивидов и популяций и, наконец, результаты социальной деятельности человека и его психической деятельности.

Результаты реализации как аналитического, так и системного подхода в современной физиологии позволяют глубже понять закономерности организации различных функций ЦНС и организма как целого.

1.2. ОСНОВНЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИВЫХ ТКАНЕЙ

Организм человека обладает выраженной способностью адаптироваться к постоянно меняющимся условиям внешней среды. В основе приспособительных реакций организма лежит такое универсальное свойство живого объекта (клетки, ткани, органа), как *раздражимость* — способность отвечать на действие раздражающих факторов изменением структурных и функциональных свойств, изменением обмена веществ. Раздражимостью обладают все ткани животных и растительных организмов.

В процессе эволюции происходили постепенная дифференциация тканей, специализация их функций. При этом раздражимость некоторых из них достигла наивысшего развития и трансформировалась в новое свойство — *возбудимость*. Этим термином обозначают способность ткани отвечать на раздражение специфическим изменением обмена веществ, специализированной реакцией — возбуждением. *Возбуждение* — это специализированная ответная реакция возбудимого объекта на действие раздражителя, проявляющаяся в изменении обменных процессов и генерации электрических потенциалов.

Возбудимостью обладают нервная, мышечная и железистая ткани. Их объединяют понятием «возбудимые ткани». Для них специализированными ответными реакциями будут соответственно генерация и проведение нервного импульса, сокращение, секреция. Возбудимость различных тканей неодинакова. Мерой возбудимости является *порог раздражения* — минимальная сила раздражителя, которая способна вызвать ответную реакцию. Менее сильные раздражители называются *подпороговыми*, а более сильные — *сверхпороговыми*. Раздражителем живого объекта может быть любое изменение внешней или внутренней среды организма, если оно достаточно велико, возникло довольно быстро и продолжается достаточно долго.

Классификация раздражителей. Раздражители по их природе можно разделить на следующие группы:

- *физические* — механические, термические, электрические, звуковые, световые;
- *химические* — щелочи, кислоты, гормоны, медиаторы, продукты обмена веществ;
- *физико-химические* — изменение осмотического давления, pH среды, ионного состава;

- *биологические* — антигены, токсины, микроорганизмы, алкалоиды;
- *социальные* — материальные блага, условия проживания, безопасность, уровень общественного признания, профессиональная принадлежность;
- *идеальные* — произведения искусства, информация.

Выделяют адекватные и неадекватные раздражители. *Адекватными* называются те из них, к действию которых в процессе эволюции биологический объект был приспособлен в наибольшей степени. Например, адекватным раздражителем для фоторецепторов является видимый свет, для барорецепторов — изменение давления, для скелетной мышцы — нервный импульс. *Неадекватными* называются такие раздражители, которые действуют на структуру, специально не приспособленную для реагирования на их действие. Например, адекватным раздражителем для скелетной мышцы служит нервный импульс, но мышца может возбуждаться и при действии внешнего источника электрического тока, механического удара. Эти раздражители для скелетной мышцы являются неадекватными, и их пороговая сила в сотни или тысячи раз превышает пороговую силу адекватного раздражителя.

Лабильность (физиологическая подвижность) — это способность структуры возбуждаться с определенной скоростью. *Мерой лабильности* является максимальное количество циклов возбуждения, которое способна воспроизвести возбудимая структура в единицу времени, оставаясь в полном соответствии с ритмом раздражений. Свойство лабильности необходимо учитывать при воздействии на ткани ритмическими раздражителями.

Вопросы для самоконтроля

1. Что изучает физиология?
2. Какие методологические направления использует физиология?
3. Назовите основные физиологические свойства живых тканей.
4. Что является мерой возбудимости?
5. Какие виды раздражителей известны?

Глава 2

ОСНОВЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Существенным признаком жизни является непрерывный обмен веществ и энергии, который протекает внутри организма, а также между организмом и внешней средой. Обмен веществ лежит в основе постоянного обновления клеточных структур, синтеза и разрушения химических соединений в организме. Источником, обеспечивающим его пластические и энергетические потребности, служат питательные вещества, богатые энергией, а также витамины, микроэлементы, клетчатка и вода, которые поступают в организм с пищей. Потенциальная энергия, освобождаемая при расщеплении питательных веществ пищи, превращается в энергию тепловую, механическую и частично в электрическую. Эта энергия, а также структурные компоненты питательных веществ в процессе жизнедеятельности непрерывно расходуются на синтез различных соединений, необходимых для восстановления и обновления клеточных и тканевых структур, ресинтеза биологически и физиологически активных веществ, на совершение мышечной работы, на осуществление дыхания, пищеварения, кровообращения, на поддержание мембранных потенциалов. Превращения веществ при жизнедеятельности с момента поступления их в клетки до образования конечных продуктов обмена называется *метаболизмом*.

В организме метаболизм представлен двумя взаимосвязанными и взаимозависимыми процессами: анаболизмом и катаболизмом.

Анаболизм, в основе которого лежат процессы ассимиляции органических веществ, объединяет биосинтез структурных компонентов клетки, ткани и органа, синтез и накопление энергии. При этом происходят рост и развитие тканей и органов, обновляются клеточные элементы, обеспечивается накопление энергоемких субстратов.

Катаболизм, основу которого составляют процессы диссимиляции, связан с расщеплением сложных структур клеток, тканей и органов до простых веществ — воды, углекислого газа, аммиака, в результате чего образуется энергия, необходимая для жизнедеятельности.

В живом организме процессы анаболизма и катаболизма находятся в динамическом равновесии, которое может изменяться при некоторых состояниях. Преобладание процессов ассимиляции сопровождается ростом тканей, накоплением массы тела, развитием резервных сил организма. Такая необходимость возрастает в период восстановления после инфекционных и других заболеваний, при беременности, в детском возрасте. При старении организма, длительных физических или психоэмоциональных напряжениях, в период развития инфекционных заболеваний преобладают процессы катаболизма (диссимиляции), сопровождающиеся потерей энергии.

2.1. ОБМЕН БЕЛКОВ

Белки составляют основу всех тканевых элементов организма и представляют собой вещества, состоящие из аминокислот. На их долю приходится 50% сухого остатка клетки. В организме происходит постоянное обновление белковых структур с высокой интенсивностью. Быстро идет обновление белков клеток печени, эпителия слизистой оболочки кишечника, клеток крови; медленнее обновляются белки клеток мозга, сердца, мышц, кожи. Для синтеза белков используются аминокислоты, поступающие из кишечника после расщепления пищевых веществ. В состав белков входят 20 аминокислот, из которых 12 синтезируются в организме и носят название заменимых, 8 — не синтезируются и называются незаменимыми аминокислотами. Они используются для синтеза соединений, необходимых для жизнедеятельности организма и построения его структур: мышц, ферментов, белков плазмы крови и т.д.

2.2. ОБМЕН ЖИРОВ

Жиры (липиды) — это нерастворимые в воде органические соединения, входящие в состав всех клеток организма. Они состоят главным образом из смеси различных триглицеридов, представляющих собой эфиры глицерина и трех жирных кислот. Различают *насыщенные* и *ненасыщенные* жирные кислоты. Некоторые ненасыщенные жирные кислоты не синтезируются в организме (*незаменимые* жирные кислоты).

Значимость липидов определяется следующими их функциями:

- они являются структурными компонентами всех клеточных мембран и некоторых тканевых структур; особенно велика здесь роль незаменимых жирных кислот, необходимых для синтеза фосфолипидов — структурных компонентов мембран и митохондрий;
- при расщеплении липиды служат источником энергии: их теплотворная способность более чем в 2 раза превышает таковую углеводов и белков;
- являются источником тканевых гормонов — простагландинов и тахикининов;
- служат растворителем для витаминов;
- защищают внутренние органы от механических повреждений;
- участвуют в процессах терморегуляции.

Большая часть жиров находится в организме в жировой ткани, меньшая часть входит в состав клеточных структур. Общее количество жира в организме человека колеблется в широких пределах и в среднем составляет от 10–20% массы тела, а в случае патологического ожирения может достигать даже 50%.

Жиры обязательно входят в состав всех пищевых продуктов животного происхождения. Растительные жиры отличаются от большинства животных жиров высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот.

Одним из компонентов животных жиров является *холестерин*. Он выполняет две главные функции: структурную и метаболическую. Первая связана с тем, что холестерин входит в состав клеточных мембран, влияет на ее физико-химические свойства, регулирует проницаемость и активность мембранных ферментов. Метаболическая функция обусловлена участием холестерина в синтезе половых гормонов и гормонов коры надпочечников, синтезе желчи, витаминов группы D, липопротеинов. Источником холестерина являются пища и эндогенный синтез в печени и частично в кишечнике. Содержание холестерина в крови у взрослых — 3,90–6,48, по некоторым данным менее 5,2 ммоль/л (144–250 мг%). Высокие значения уровня холестерина в крови — *гиперхолестеринемия* — статистически достоверно сочетаются с высокой частотой возникновения атеросклероза, инфаркта миокарда и инсульта, сокращая продолжительность жизни человека. Насыщенные жирные кислоты пищевых продуктов увеличивают, а полиненасыщенные — снижают концентрацию холестерина в крови.

Регуляция жирового обмена осуществляется нервными и гуморальными механизмами. Прямые симпатические влияния усиливают распад

жиров, а стимуляция парасимпатических нервов приводит к повышенному отложению жира.

Влияние на жировой обмен оказывает ряд гормонов. Так, адреналин и норадреналин способствуют мобилизации жира из жировых депо и поступлению его в кровь. Выраженное жиромобилизующее действие этих гормонов наблюдается при различных стрессовых состояниях. Аналогичным действием обладают тироксин и *соматотропный гормон* (СТГ). Глюкокортикоиды и инсулин тормозят мобилизацию жира.

2.3. ОБМЕН УГЛЕВОДОВ

Углеводы составляют всего около 2% сухого остатка тканей. Однако пластическая роль их чрезвычайно велика. Многие из них входят в состав соединений, играющих важную роль в передаче наследственной информации. Углеводы, входящие в состав оболочки эритроцита, определяют группу крови, а входя в состав гликопротеидов (фибриноген, протромбин), участвуют в свертывании крови. Углеводные компоненты входят в состав некоторых гормонов (например, тиреоглобулина), рецепторных образований клеточных мембран. Углеводы используются и для образования жирных кислот.

Углеводы играют существенную роль как источник энергии. При физических и эмоциональных нагрузках глюкоза быстро извлекается из депо и обеспечивает экстренную мобилизацию энергетических ресурсов. Основной резервный запас углеводов содержится в печени в виде гликогена, а около 1–2% гликогена — в мышцах. Уровень глюкозы в крови является важнейшей *гомеостатической константой*. В норме содержание глюкозы в плазме составляет 4,22–6,11 ммоль/л, в цельной капиллярной крови — 3,88–5,55 ммоль/л (60–100 мг%).

2.4. ОБМЕН МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И ВОДЫ

Вода у взрослого человека составляет от 60 до 70% массы тела. Основная ее часть (около 71%) входит в состав протоплазмы клеток (внутриклеточная вода). Внеклеточная вода (около 21%) входит в состав тканевой или интерстициальной жидкости, 8% составляют воду плазмы крови. Вода является средой, в которой осуществляются процессы обмена веществ в клетках, органах и тканях. Поступление воды в организм регулируется ее потребностью, на основе которой возникает мотивация жажды.

Минеральные соли относятся к числу пищевых продуктов. Они нужны организму как вещества, участвующие в обмене веществ, хотя и не обладают питательной ценностью. На значение минеральных веществ в конце XIX в. обратил внимание русский ученый Н.И. Лунин. У мышей, получавших пищу без минеральных солей, он наблюдал выраженные нарушения в организме вплоть до гибели животных.

В состав тканей организма входят почти все элементы, встречающиеся в природе. Одни из них, так называемые *макроэлементы*, содержатся в тканях в значительных количествах от 10^{-2} до 10^{-3} , другие — *микроэлементы* находятся в очень небольших количествах от 10^{-6} до 10^{-12} . Первые играют роль пластического материала в построении тканей, создают оптимальные физико-химические условия для физиологических процессов. Вторые, наряду с ферментами, гормонами, витаминами, принимают участие в обмене веществ в качестве биологических катализаторов химических процессов в тканях и средах организма.

Ионам кальция принадлежит важная роль в биологических процессах организма. Присутствуя в крови в определенных количествах, кальций регулирует возбудимость клеток ЦНС, участвует в передаче нервных импульсов, обеспечивает мышечное сокращение, играет важную роль в процессах свертывания крови. Кальций необходим для секреторной активности практически всех эндо- и экзокринных железистых клеток. Ионы кальция выступают вторичными посредниками внутриклеточных биохимических реакций.

Помимо регуляторной активности, кальций является *основным компонентом костного скелета и зубов*, присутствуя в костной ткани в виде карбонатных и фосфатных солей. Концентрация кальция в плазме — 2,3–2,7 ммоль/л (8,5–10,3 мг%). Немногим более половины этого количества находится в ионизированном состоянии (1,05–1,3 ммоль/л), остальная часть связана с белками и анионами органических кислот, например с цитратом.

Концентрация кальция в плазме регулируется с высокой точностью. Изменение его всего на 1% приводит в действие гомеостатические механизмы, восстанавливающие равновесие.

2.5. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ВИТАМИНОВ

Витамины — составная часть ферментов, участвующих в биохимических процессах в клетках. При недостатке или отсутствии витаминов в пище соответствующие ферменты не образуются и обмен веществ на-

рушается. В настоящее время известно более 20 различных витаминов, которые делят на *водорастворимые* и *жирорастворимые*.

Витамины, растворимые в жирах, участвуют в обменных процессах, повышают устойчивость организма к неблагоприятным факторам. Например, витамин Q (убихинон) усиливает процессы биологического окисления, витамин K повышает свертывание крови, витамин A улучшает остроту зрения, витамин D способствует нормальному отложению солей кальция и фосфора в костях, витамин E содействует нормальной трофике в мышечной ткани, витамин F препятствует развитию атеросклероза.

Водорастворимые витамины способствуют нормальному функционированию нервной ткани (витамин B₆), участвуют в процессах биологического окисления (витамин B₂, PP), обмене и синтезе аминокислот (B₆), нуклеиновых кислот (B₁₂), синтезе жиров и жироподобных веществ.

При отсутствии какого-либо витамина или его предшественника возникает патологическое состояние, получившее название *авитаминоз*, в менее выраженной форме оно наблюдается при недостатке витамина — *гиповитаминозе*.

Проявление недостаточности витаминов может возникать либо при нарушении их всасывания в *желудочно-кишечном тракте* (ЖКТ), либо в результате неправильного, несбалансированного, малокалорийного рациона, при питании преимущественно консервами, продуктами, подвергшимися копчению либо длительной тепловой обработке. При достаточно калорийном рационе гиповитаминоз может развиваться в случае однообразия рациона питания.

2.6. ОБМЕН ЭНЕРГИИ

Для обеспечения нормальных условий жизнедеятельности человека важным моментом оказывается соответствие того количества энергии, которое он расходует, тому количеству энергии, которое он восполняет.

Общее количество энергии не зависит от промежуточных стадий ее превращения, а определяется только начальным и конечным состоянием химической системы, поэтому общие энергетические затраты организма можно точно определить по количеству тепла, выделенного организмом во внешнюю среду. Освобождающаяся при этом энергия выражается в единицах тепла — калориях, а методы определения количества образовавшейся энергии в организме называются калориметри-

ческими. В качестве основной единицы энергии принят джоуль (Дж): 1 ккал равна 4,19 кДж.

Существует два вида калориметрии: прямая и непрямая (косвенная).

Прямая калориметрия — метод определения энергетических затрат организма по количеству выделенного им тепла. Прямая калориметрия проводится в специальных камерах-биокалориметрах, где поддерживаются постоянный газовый состав среды, влажность и давление. В камере по трубам циркулирует вода, которая нагревается теплом, выделяемым находящимся в камере человеком или животным. Общее количество выделенного организмом тепла рассчитывают по объему протекающей воды и изменению ее температуры. Более широкое распространение получил метод непрямой калориметрии.

Непрямая калориметрия подразделяется на несколько видов.

1. *Непрямая калориметрия, основанная на учете теплотворной способности питательных веществ.* Теплотворную способность или калорическую ценность питательных веществ определяют при сжигании 1 г вещества в специальном калориметре. Калориметр погружен в воду. О количестве выделившегося тепла судят по изменению температуры воды. Калорическая ценность 1 г белка равна 4,1 ккал (17,17 кДж), 1 г жира — 9,3 ккал (38,96 кДж), 1 г углеводов — 4,1 ккал (17,17 кДж).

В живом организме эти вещества медленно окисляются, выделяя то же количество тепла. Зная количество принятых питательных веществ и их калорическую ценность, можно рассчитать количество энергии, выделившейся в организме.

2. *Непрямая калориметрия, основанная на данных газового анализа.* На окисление питательных веществ используется определенное количество кислорода из вдыхаемого воздуха. При этом выделяется соответствующее количество углекислого газа. Соотношение между количеством углекислого газа, выделившегося в процессе окисления, и количеством кислорода, затраченного на окисление, называется дыхательным коэффициентом. Дыхательный коэффициент при окислении разных пищевых продуктов имеет разные значения: для белков он равен 0,8, для жиров — 0,7, а для углеводов — 1,0. При питании смешанной пищей дыхательный коэффициент равен 0,85–0,9.

Экспериментальными исследованиями установлено, что каждому значению дыхательного коэффициента соответствует определенный калорический эквивалент кислорода, т.е. количество тепла, освобожденное при полном окислении какого-либо вещества до углекислого газа и воды в 1 л кислорода. Так, калорический эквивалент кислорода при

питании смешанной пищей равен 4,8 ккал (20,1 кДж). Это означает, что при полном сгорании пищевых веществ в атмосфере 1 л кислорода выделяется 4,8 ккал (20,4 кДж). Определив реальное количество кислорода, потребленного организмом, можно рассчитать энергетические затраты.

Интенсивность обменных процессов и превращения энергии зависит от индивидуальных особенностей организма: пола, возраста, массы тела и роста, условий и характера питания, от физической нагрузки, состояния эндокринных желез, нервной системы и внутренних органов. Существенную роль оказывают и условия внешней среды: температура, давление, влажность воздуха. Минимальные для бодрствующего организма затраты энергии, определенные в строгих стандартных условиях, составляют *основной обмен*. Энергия основного обмена необходима для поддержания жизнедеятельности организма и обеспечивает деятельность системы кровообращения, дыхания, выделения, работу мозга и других внутренних органов.

На основании многочисленных экспериментальных исследований основного обмена у здоровых людей статистическим путем были составлены таблицы, по которым можно рассчитать величину основного обмена. В среднем величина основного обмена составляет 1 ккал на 1 кг массы тела в час [1 ккал/(кг×ч)]. У мужчин в сутки основной обмен равен примерно 1700 ккал, у женщин — на 10% ниже.

После приема пищи происходит увеличение основного обмена, которое называют *специфическим динамическим действием пищи*. Прием белковой пищи увеличивает основной обмен в среднем на 30%, жирной и углеводной пищи — на 14–15%. Эффект возникает примерно через 1 ч после приема пищи и сохраняется несколько часов.

Суточный расход энергии у здорового человека составляет *рабочий обмен*. Его величину определяют путем сложения показателей основного обмена, рабочей прибавки, т.е. энергозатрат, связанных с движением и выполнением той или иной работы, и специфического динамического действия пищи.

2.7. ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Пища служит источником энергии и исходным материалом для обновления и воссоздания живой ткани. Объем и состав пищи должны точно соответствовать потребностям организма в пластических веществах и энергии, обеспечивать нормальную деятельность организма,

работоспособность, сопротивляемость инфекциям, правильный рост и развитие детского организма. Иными словами, питание человека должно быть *рациональным*.

Баланс питательных веществ как оптимальное соотношение компонентов пищи (аминокислот, липидов, сахаров) составляет основу рационального питания.

Организация рационального питания предполагает соблюдение ряда принципов составления *пищевого рациона*, т.е. определения количества и состава продуктов питания, необходимых человеку в сутки.

1. Калорийность пищевого рациона должна покрывать энергетические затраты организма, которые определяются видом трудовой деятельности. В соответствии с величиной энергозатрат выделяют несколько групп трудоспособного населения. Градация населения по группам основана на физиолого-биохимических особенностях организма мужчин и женщин и осуществляется по величине основного обмена с учетом *коэффициента физической активности*.

Коэффициент физической активности — отношение суточных энергозатрат к величине основного обмена. Если энергозатраты на все виды жизнедеятельности в 2 раза выше величины основного обмена, то для данной группы коэффициент физической активности будет равен 2. Чем выше энергозатраты, тем выше коэффициент физической активности.

Работники, занятые преимущественно умственным трудом, в сутки расходуют 9799–10 265 кДж (2100–2450 ккал) при коэффициенте физической активности 1,4.

2. Рацион составляют с учетом калорической ценности питательных веществ.
3. Допускается возможность использования *закона изодинамии питательных веществ*, т.е. взаимозаменяемости белков, жиров и углеводов на основе энергетической ценности питательных веществ. Однако следует помнить, что такая замена возможна только на короткое время, так как питательные вещества выполняют не только энергетическую, но и пластическую функцию.
4. В пищевом рационе должно содержаться оптимальное для данной группы работников количество белков, жиров и углеводов. Например, для работников 1 группы в суточном рационе должно быть не менее 70 г белков, 80 г жиров и 400 г углеводов. О достаточности или недостаточности белкового рациона позволяет судить так называемый азотистый баланс: соответствие количества азота,

- вводимого с пищей в организм, количеству азота, выводимого из организма. В норме должно иметь место *азотистое равновесие* — состояние, при котором количество азота, вводимого в организм, равно его количеству, выводимому из организма.
5. Количество белков, жиров и углеводов в пищевом рационе должно содержаться в соотношении 1:1:4.
 6. Пищевой рацион должен полностью удовлетворять потребность организма в витаминах и минеральных солях.
 7. Пища обязательно должна содержать полноценные и неполноценные белки.
 8. В пищевом рационе не менее трети суточной нормы белков и жиров должны быть животного происхождения.
 9. Необходимо учитывать степень усвоения различных питательных веществ.
 10. Пищевой рацион должен обязательно включать достаточное потребление воды с учетом ее суточной экскреции.
 11. При составлении суточного рациона питания следует учитывать объем пищи, так как от наличия в ней балластных веществ, растительных волокон зависит чувство насыщения, а также моторная функция ЖКТ.
 12. Лучшее усвоение питательных веществ обеспечивается правильным режимом питания.
 13. При составлении пищевого рациона необходимо помнить, что ее внешний вид, запах, обстановка приема пищи, вкус имеют большое значение для условно-рефлекторной регуляции функций ЖКТ.

Вопросы для самоконтроля

1. Что является существенным признаком жизни?
2. Какие конечные продукты образуются в результате обмена углеводов, жиров и белков?
3. Что характеризует основной обмен?
4. Какими методами можно определять основной обмен?
5. Перечислите основные принципы организации рационального питания.