



Кемеровская государственная медицинская академия

**Н. А. Барбараш, М. В. Чичиленко, Г. Я. Двуреченская,
С. Я. Евтушенко, Н. П. Тарасенко, Д. Ю. Кувшинов**

Материалы к лекциям по курсу нормальной физиологии

Часть II

Висцеральные системы и их регуляция

**Кемерово
КемГМА
2008**

ГОУ ВПО Кемеровская государственная медицинская академия
Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию

Н. А. Барбараш, М. В. Чичиленко, Г. Я. Двуреченская,
С. Я. Евтушенко, Н. П. Тарасенко, Д. Ю. Кувшинов

Материалы к лекциям по курсу нормальной физиологии

Часть II

**Висцеральные системы
и их регуляция**

Кемерово
КемГМА
2008

Барбараш, Н. А., Чичиленко, М. В., Двуреченская, Г. Я., Евтушенко, С. Я., Тарасенко, Н. П., Кувшинов, Д. Ю. **Материалы к лекциям по курсу нормальной физиологии. Часть II. Висцеральные системы и их регуляция.** – Изд-е 4-е, перераб. и доп. – Кемерово: КемГМА, 2008. – 151 с.

Материалы подготовлены проф. Н. А. Барбараш, проф. М. В. Чичиленко, доц. Г. Я. Двуреченской, доц. С. Я. Евтушенко, доц. Н. П. Тарасенко, доц. Кувшиновым Д. Ю. и одобрены к переизданию Ученым советом Кемеровской государственной медицинской академии.

Рецензенты:

Васильев В. Н. – д. б. н., профессор кафедры нормальной физиологии Сибирского государственного медицинского университета;

Колпаков В. В. – д. м. н., профессор, зав. кафедрой нормальной физиологии Тюменской государственной медицинской академии.

© Кемеровская государственная медицинская академия, 2008.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----------|
| Лекция 23. Физиологические аспекты обмена веществ и энергии <i>Н. А. Барбараи</i> | 5 |
| Лекция 24. Терморегуляция. Питание <i>Н. А. Барбараи, С. Я. Евтушенко</i> | 11 |
| Лекция 25. Внешнее дыхание. Диффузия газов в легких и тканях <i>Н. А. Барбараи</i> | 22 |
| Лекция 26. Транспорт газов кровью. Регуляция дыхания <i>Н. А. Барбараи</i> | 31 |
| Лекция 27. Цикл работы и производительность сердца <i>Д. Ю. Кувшинов, Г. Я. Двуреченская</i> | 39 |
| Лекция 28. Свойства миокарда. Регуляция деятельности сердца <i>Д. Ю. Кувшинов, Г. Я. Двуреченская</i> | 46 |
| Лекция 29. Законы гемодинамики. Кровяное давление <i>Д. Ю. Кувшинов, Г. Я. Двуреченская</i> | 55 |
| Лекция 30. Регуляция тонуса сосудов и артериального давления <i>Н. П. Тарасенко, Г. Я. Двуреченская</i> | 63 |

| | |
|--|------------|
| Лекция 31. Особенности кровотока в различных сосудах. Влияние старения на сердечно-сосудистую систему | 76 |
| <i>Н. П. Тарасенко, Г. Я. Двуреченская</i> | |
| Лекция 32. Общая физиология пищеварения | 87 |
| <i>Н. А. Барбараи, С. Я. Евтушенко</i> | |
| Лекция 33. Пищеварение в полости рта и желудке | 96 |
| <i>Н. А. Барбараи, С. Я. Евтушенко</i> | |
| Лекция 34. Пищеварение в кишечнике | 104 |
| <i>Н. А. Барбараи, С. Я. Евтушенко</i> | |
| Лекция 35. Система выделения. Функции почек | 111 |
| <i>Н. А. Барбараи</i> | |
| Лекция 36. Регуляция функций почек и поддержание водно-солевого гомеостаза | 118 |
| <i>Н. А. Барбараи</i> | |
| Лекция 37. Вопросы физиологии пола | 125 |
| <i>Г. Я. Двуреченская, Н. А. Барбараи</i> | |
| Лекция 38. Физиология трудовой деятельности. Утомление. Адаптация и здоровье | 136 |
| <i>Н. А. Барбараи</i> | |

Н. А. Барбараиш

Лекция 23. Физиологические аспекты обмена веществ и энергии

Организм в покое – это автомобиль, поддерживающий свою внутреннюю работу в ожидании движения.

О. Мейергоф

1. Общая характеристика обмена веществ и энергии; основные этапы обмена

Обмен веществами, энергией и информацией между организмом и средой его обитания представляет собой основу жизни, всех проявлений жизнедеятельности.

Обмен веществ и энергии можно условно представить как четырехэтапный цикл: 1) поступление веществ (а с ними – энергии) из внешней среды в организм и транспорт веществ к различным тканям; 2) межклеточный обмен (ассимиляция-диссимиляция); 3) расход веществ и энергии; 4) выделение метаболитов и энергии во внешнюю среду.

Первый этап включает в себя ряд поведенческих реакций поиска и приема пищи и воды; процессы пищеварения и всасывания, а также внешнее дыхание. В результате в крови создается определенный запас субстратов окисления, пластического материала и кислорода, которые используются тканями или пополняют соответствующие депо.

Второй этап представляет собой предмет специальной биомедицинской науки – биологической химии.

Четвертый этап обмена веществ и энергии – выделение – анализируется в специальном разделе физиологии.

В настоящей лекции будет детально рассмотрен **третий этап** – расход веществ и энергии. Химическая энергия, поступающая в организм с пищей, в «метаболическом котле» преобразуется с помощью реакций тканевого дыхания (окисления) в другую форму химической энергии, заключенной в молекулах макроэргических соединений, в частности, АТФ. Образование АТФ из АДФ (фосфорилирование) происходит в тесном сопряжении с окислением. Если субстрат окисления обозначить буквой А, то эти реакции можно выразить следующим образом:

Окисление: $AH_2 + O \rightarrow A + H_2O + \text{химическая энергия} + \text{первичное тепло}$



Фосфорилирование: $ADP + \text{химическая энергия} + \text{ФК} \rightarrow ATP$

Рис. 1. Схема сопряжения дыхания и фосфорилирования

Н. А. Барбараиш

Лекция 26. Транспорт газов кровью. Регуляция дыхания

*За радость легкую дышать и жить
Кого, скажите мне, благодарить?*

О. Мандельштам

1. Газы крови

Кислород (O_2) и углекислый газ (CO_2) переносятся кровью в двух состояниях: свободного растворения и химического связывания. Вторая форма количественно преобладает, и ее появление в процессе эволюции представляет собой значительное явление. Химическое связывание O_2 и CO_2 происходит в эритроцитах. У ледяных рыб водных бассейнов Антарктики нет ни эритроцитов, ни гемоглобина. Обеспечение доставки тканям O_2 и выведение из них CO_2 достигается у этих животных увеличением втрое объема крови и примерно в 6 раз объема сердца и кровотока.

Свободно растворенные O_2 и CO_2 составляют соответственно 0,3 и 4 % объема крови. Общее количество O_2 в артериальной крови составляет в норме 19–20, а в венозной – 14,5–15,5 % объема крови, содержание CO_2 – соответственно 54 и 58 объемных процентов.

Между свободно растворенными и химически связанными газами существует подвижное равновесие: изменение количества газа в растворенной форме немедленно влечет за собой изменение в том же направлении количества газа в связанной форме. Для кислорода форма растворения в плазме создает подвижный резерв, который непосредственно расходуется для газообмена с тканями. Эта «ситуация» напоминает возможности расходования человеком наличных денег. Связанная же форма создает более стабильный резерв и аналогична хранению денег в банке.

В связанной форме O_2 транспортируется кровью в виде оксигемоглобина, а CO_2 – в виде карбогемоглобина и бикарбонатов – натрия, калия.

Существует ряд параметров крови, которые отражают ее способность транспортировать газы. Так, кроме вышеприведенных показателей, применяют *процент насыщения гемоглобина кислородом* (за 100 % принимают максимально возможное насыщение). Артериальная кровь здорового человека насыщена O_2 лишь на 95–97 % из-за неравномерной вентиляции альвеол и шунтирования крови в легких между венами большого и малого кругов.

Газы, свободно растворенные в плазме крови, создают *напряжение*, величины которого (в мм рт. ст.) приведены в предыдущей лекции. Напряжение O_2 в артериальной крови после 20–30 лет снижается: к 40 годам оно составляет 80, а в 70 лет – 70 мм рт. ст. По мере диффузии кислорода в ткани напряжение его уменьшается и этот процесс начинается

Д. Ю. Кувшинов, Г. Я. Двуреченская

Лекция 29. Законы гемодинамики. Кровяное давление

Изменения АД не прекращаются до тех пор, пока оно не достигнет точки, при которой поступление (воды и солей) и выделение становятся равными.

А. С. Гайтон

1. Особенности движения крови по сосудам

Для изучения этих особенностей принято использовать основные законы гидродинамики, поскольку кровь представляет собой жидкость. При этом следует иметь в виду, что гемодинамика имеет ряд особенностей, связанных со свойствами сосудов и крови.

1.1. Особенности гемодинамики, связанные со свойствами крови.

В отличие от воды, кровь является суспензией – неоднородной жидкостью, состоящей из плазмы и взвешенных в ней форменных элементов. Это существенно осложняет определение сопротивления кровотоку и его скорости, т. к. в сосудах может наблюдаться осевой ток эритроцитов и пристеночный – лейкоцитов. Кроме того, в капиллярах вязкость крови снижается, эритроциты могут деформироваться, сгущиваться, даже менять форму стенки сосудов, что создает дополнительные сложности при определении параметров гемодинамики.

1.2. Особенности гемодинамики, связанные со свойствами кровеносных сосудов. Сосуды, в отличие от жестких трубок гидродинамических структур, имеют следующие свойства: *растяжимость*, более всего выраженную в венозных сосудах; *эластичность*, наиболее присущую крупным артериальным сосудам; *пластичность*, свойственную в большей степени венам. Благодаря этим свойствам в сосудах артериального отдела возникает такой феномен, как *пульсация*, т. е. колебания стенки сосудов, возникающие в начальном отделе аорты в связи с тем, что порция крови, выбрасываемая сердцем в период изгнания, не успевая пройти вдоль сосуда, растягивает его стенки. Во время диастолы стенка аорты возвращается в прежнее положение, и возникшее колебание давления распространяется вдоль сосудов со скоростью, значительно превышающей скорость движения крови.

Указанные выше свойства различных сосудов выражены в разной степени, в связи с этим различаются и их функции в общей системе кровообращения.

Н. А. Барбараи, С. Я. Евтушенко

Лекция 32. Общая физиология пищеварения

Недаром над всеми явлениями человеческой жизни господствует забота о насущном хлебе. Он представляет собой ту древнейшую связь, которая соединяет все живые существа, в том числе и человека, со всей остальной природой.

И. П. Павлов

Пищеварение представляет собой совокупность фундаментальных процессов деструкции и деполимеризации пищевых субстратов. Они существенно связаны с первым этапом обмена веществами и энергией между организмом и внешней средой.

Растение – это лист (К. А. Тимирязев), животное – это мышца (А. Ф. Самойлов) и... пищеварение (А. М. Уголев).

Растет удельный вес заболеваний желудочно-кишечного тракта: они составляют второе место среди причин нетрудоспособности. В молодом возрасте смертность от них выше, чем от сердечно-сосудистой и легочной патологии.

1. Функциональная система (ФС) питания является одной из ФС, имеющих как внутренний, так и внешний (поведенческий) циклы деятельности (рис. 18).

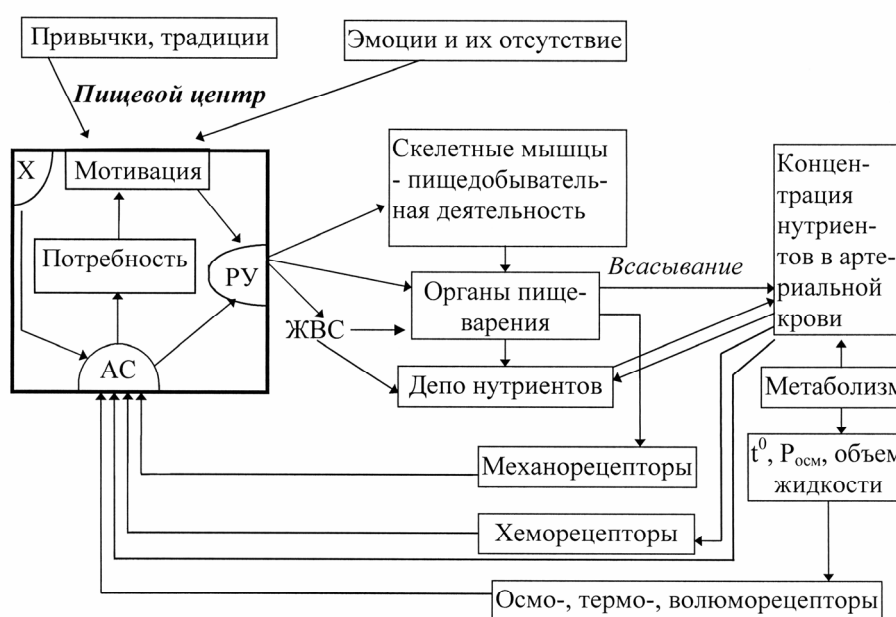


Рис. 18. Функциональная система питания

Н. А. Барбараиш

Лекция 35. Система выделения. Функции почек

Мочеобразование – лишь следствие и суммарный итог деятельности почек.

Ю. А. Пытель

1. Процессы выделения в организме

Главной биологической ролью органов выделения является удаление из организма метаболитов, накопление которых опасно для клеток. Еще в 1912–1919 гг. знаменитый английский хирург А. Каррель, наблюдая в течение семи лет сокращения вне организма фрагмента сердца куриного эмбриона, заметил: если своевременно не менять жидкую среду, в которой находилась эта ткань, то сокращения мышечных клеток прекращаются. Такой эффект связан с токсическим действием на клетки продуктов их жизнедеятельности.

Из организма млекопитающих животных и человека удаляются вещества нескольких групп.

1. *Продукты обмена веществ* (метаболиты): углекислый газ, мочева кислота, аммиак, мочеина, креатинин и др. Некоторые из них в определенных концентрациях необходимы организму. Так, углекислый газ возбуждает дыхательные нейроны, расширяет бронхи и кровеносные сосуды, играет роль антиоксиданта (как и мочева кислота), мочеина участвует в осмотическом концентрировании мочи в почках.

2. *Ксенобиотики* (от греч. *xenos* – чужой) – лекарственные препараты, рентгеноконтрастные вещества и красители, вводимые в организм для диагностики, – удаляются через легкие, почки, печень и кишечник. В органах выделения эти вещества могут давать неблагоприятные эффекты. Например, при удалении через желудок вводимых подкожно или внутримышечно препаратов ртути, мышьяка, висмута, морфина иногда развиваются элиминационные (англ. *eliminate* – устранять) гастриты.

3. *Вода* удаляется из организма в качестве растворителя экскретов. *Водородные, минеральные ионы* выводятся при выполнении почками гомеостатической роли – поддержании кислотно-щелочного равновесия, объемов и осмотического давления жидкостей, концентрации ионов.

4. *Органические субстраты окисления*: глюкоза, белки, аминокислоты – выводятся при их поступлении в организм со скоростью, превышающей скорость их утилизации или депонирования. Так, при увеличении в плазме крови концентрации глюкозы выше порогового уровня ее полной реабсорбции не происходит – развивается глюкозурия.

Н. А. Барбараи

Лекция 38. Физиология трудовой деятельности. Утомление. Адаптация и здоровье

В этой лекции будут изложены вопросы «интегративной» физиологии, которой, по словам современного австрийского ученого Э. Вейбла, принадлежит будущее.

1. Труд и утомление

Труд и наука – выше этих сил нет ничего на Земле.

М. Горький

1.1. Системный подход к физиологии труда. Трудовая деятельность человека представляет собой целенаправленную (поведенческую) активность. Результат труда есть важнейший системообразующий фактор, на основе которого формируется функциональная система (ФС) трудовой деятельности. Как любая ФС поведения, она состоит из блоков: 1) аппарата афферентного синтеза; 2) программирующего и 3) регулирующего устройств; 4) акцептора действия; 5) прямых и обратных связей между регулирующим устройством и 6) объектами регуляции, а также 7) измерительных устройств, оценивающих параметры результатов трудовой деятельности.

Активация этих и некоторых других органов (тканей) обозначается сравнительно новым термином «**функциональное напряжение**» (ФН), которое представляет собой повышение по сравнению с покоем уровня активности возбудимых тканей – нервной и мышечной, а также механической нагрузки на невозбудимые ткани (связки, хрящи, кости, сухожилия).

Деятельность данной ФС состоит из трех компонентов – психического, моторного и вегетативного. Психический компонент включает процессы внимания и памяти, выработку и использование условных рефлексов, трудового динамического стереотипа; деятельность второй сигнальной системы, формирование и реализацию трудовых мотиваций. Последние могут быть низшими, связанными с потребностями в пище, одежде, жилье и т. п., а также высшими. Человеку свойственно находить в труде возможность самовыражения, проявления лидерских свойств, самосовершенствования, получения творческого, эстетического удовлетворения. Замечательную оценку роли труда в жизни человека дал канадский врач У. Ослер: «Это небольшое слово грандиозно по своему значению. Это... философский камень, который превращает весь неблагородный металл человечества в золото. Глупого он делает умным, умного – блистательным, блистательного – упорным и уравновешенным. Юношам он приносит надежду, зрелым

Учебное издание

*Барбараи Нина Алексеевна
Чичиленко Маргарита Валентиновна
Двуреченская Галина Яковлевна
Евтушенко Светлана Яковлевна
Тарасенко Наталья Петровна
Кувишинов Дмитрий Юрьевич*

**Материалы к лекциям по курсу нормальной физиологии
хронических неинфекционных заболеваний.
Часть II. Висцеральные системы и их регуляция**

*Корректор, технический редактор – Аносова К. М.
Художественный редактор – Сапова Т. А.
Ответственный редактор – Кувишинов Д. Ю.*

Подписано в печать 26.02.2008. Тираж 200 экз. Формат 21×30½.
Условных печатных листов 9,0. Печать трафаретная.