

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования «Витебский государственный  
университет имени П.М. Машерова»  
Кафедра анатомии и физиологии

**ФИЗИОЛОГИЯ  
ВИСЦЕРАЛЬНЫХ СИСТЕМ:  
СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

*Витебск  
ВГУ имени П.М. Машерова  
2018*

УДК 577.1(07)  
ББК 28.073я2  
Ф50

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Протокол № 3 от 28.02.2017 г.

Составитель: доцент кафедры анатомии и физиологии ВГУ имени П.М. Машерова, кандидат биологических наук **Г.А. Захарова**

Рецензент:  
доцент кафедры анатомии человека УО «ВГМУ»,  
кандидат медицинских наук *Г.Г. Бурак*

**Физиология висцеральных систем: справочные материалы /**  
**Ф50** сост. Г.А. Захарова. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова,  
2018. – 51 с.

Данное издание содержит справочные материалы по физиологии висцеральных систем человека и животных.

Предназначено для студентов следующих факультетов: биологического, педагогического, физической культуры и спорта, социальной педагогики и психологии. Издание целесообразно использовать при изучении таких дисциплин, как «Физиология человека и животных», «Физиологические основы поведения», «Физиология спорта», «Возрастная физиология и школьная гигиена», «Возрастная физиология и гигиена», «Возрастная физиология и гигиена детей дошкольного возраста», «Анатомия, физиология и патология».

УДК 577.1(07)  
ББК 28.073я2

© ВГУ имени П.М. Машерова, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	6
<b>I. ВОЗРАСТНАЯ ПЕРИОДИЗАЦИЯ ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА</b> .....	<b>7</b>
1. Периоды жизни .....	7
2. Зависимость состояния здоровья человека от основных факторов жизни .....	7
<b>II. ТЕЛО ЧЕЛОВЕКА</b> .....	<b>7</b>
1. Площадь поверхности тела .....	7
2. Поверхность отдельных участков тела («правило девятки») .....	7
3. Площадь поверхности всего тела; головы, туловища и конечностей в зависимости от возраста .....	8
4. Масса тела (кг) мужчин и женщин в зависимости от возраста и роста .....	8
<b>III. МЕТАБОЛИЗМ, ПИТАНИЕ</b> .....	<b>9</b>
1. Метаболизм: понятие, процессы, этапы, факторы интенсивности .....	9
2. Обмен белков .....	10
3. Обмен углеводов .....	10
4. Обмен липидов .....	10
5. Водный обмен .....	11
5.1. Потребление и выделение воды .....	11
5.2. Содержание и распределение воды в организме в зависимости от возраста ...	11
5.3. Относительное содержание воды в различных органах и тканях .....	11
6. Энергетический обмен .....	12
6.1. Энергетический эквивалент пищи .....	12
7. Основной обмен .....	12
7.1. Относительный вклад органов в обеспечение основного обмена у человека	12
8. Суточный расход энергии .....	12
9. Суточные физиологические нормы питания взрослого населения .....	13
10. Состав сбалансированного питания взрослого человека (АЛ. Покровский) ....	13
11. Краткие сведения о витаминах .....	15
12. Гипо- и авитаминоз .....	18
13. Клинические проявления основных видов витаминной недостаточности .....	18
<b>IV. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ</b> .....	<b>20</b>
1. Классификация организмов по способам реагирования на температуру окружающей среды .....	20
2. Классификация организмов по источникам тепла, используемых для поддержания температуры тела .....	20
3. Терморегуляция: понятие и виды .....	20
3.1. Механизмы отдачи тепла в окружающую среду .....	20
4. Система терморегуляции .....	20
5. Процессы, обеспечивающие температурный гомеостаз .....	21
6. Температура в различных частях и органах тела .....	21
7. Теплоотдача у человека за сутки .....	22
8. Нарушения терморегуляции .....	22
9. Лихорадка .....	22

<b>V. ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ</b> .....	23
1. Система крови (Г.Ф. Ланг, 1939) .....	23
2. Функции крови .....	23
3. Буферные системы крови .....	23
4. Количество, состав, физико-химические свойства и клинические показатели крови .....	24
5. Виды лейкоцитов здорового человека ( <i>Р.В. Золотницкая</i> ) .....	25
6. Лейкоцитарная формула здорового человека .....	26
7. Пигменты крови .....	26
8. Формы и соединения гемоглобина .....	26
9. Гемолиз .....	26
10. Биохимические показатели крови, плазмы и сыворотки .....	27
11. Белки плазмы крови .....	27
11.1. Содержание иммуноглобулинов в сыворотке крови .....	28
12. Функции белков плазмы крови .....	28
13. Содержание аминокислот в сыворотке здоровых людей .....	29
14. Группы крови .....	29
14.1. Оценка результатов определения групп крови с помощью стандартных сывороток .....	29
15. Гемостаз .....	30
16. Система свёртывания крови .....	30
17. Противосвёртывающие механизмы .....	30
18. Фибринолиз .....	31
19. Показатели лимфы человека .....	31
20. Функции лимфатической системы .....	31
21. Специфические и неспецифические механизмы защиты .....	32
22. Макрофаги в различных тканях .....	32
<b>VI. ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ</b> .....	33
1. Понятие дыхания. Типы дыхания. Транспорт дыхательных газов .....	33
2. Воздухоносные пути и их функции .....	33
3. Альвеолярно-капиллярная мембрана. Сурфактант .....	33
4. Анатомически и функциональное мёртвое пространство .....	33
5. Вентиляция и газообмен .....	34
6. Типы вентиляции .....	35
7. Вентиляционно-перфузионные отношения в разных зонах лёгких .....	35
8. Дыхательный цикл .....	36
9. Патологические типы дыхания .....	36
<b>VII. ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ</b> .....	36
1. Понятие и типы пищеварения .....	36
2. Виды моторики пищеварительного тракта .....	36
3. Функции пищеварительной системы .....	37
4. Глотание .....	37
5. Количественный и качественный состав смешанной слюны ( <i>Н.В. Семенов</i> ) .....	37
6. Секреция желудочного сока .....	38

6.1. Стимуляторы и ингибиторы желудочной секреции .....	38
7. Пищеварительная функция печени .....	39
7.1. Состав и свойства печеночной и пузырной желчи .....	39
8. Гормоны и биологически активные пептиды желудочно-кишечного тракта .....	39
9. Пищеварительные соки .....	40
10. Состав микрофлоры кишечника здорового человека .....	41
<b>VIII. СЕРДЦЕ. ГЕМОДИНАМИКА</b> .....	41
1. Проводящая система сердца .....	41
2. Градиент автоматии сердца .....	41
3. Сердечный цикл и тоны сердца .....	41
4. Электрокардиограмма .....	42
5. Систолический объем сердца, минутный объем крови, сердечный индекс .....	43
6. Классификация кровеносных сосудов .....	43
7. Показатели гемодинамики .....	43
8. Гемодинамические показатели .....	43
9. Артериальный пульс и его характеристики .....	43
10. Возрастные изменения пульса и артериального давления .....	44
11. Возрастные изменения частоты пульса .....	44
12. Микроциркуляторное русло .....	44
13. Движение крови по венам .....	44
14. Геометрические характеристики сосудистого русла .....	45
15. Гидродинамические характеристики сосудистого русла .....	45
16. Механизмы регуляции деятельности сердца .....	45
17. Механизмы регуляции тонуса сосудов .....	46
18. Центры кровообращения .....	46
19. Ортостатическая проба и её оценка .....	46
20. Глазосердечная проба Ашнера .....	47
21. Вегетативный индекс Кердо .....	47
22. Оценка возбудимости центров симпатической и парасимпатической иннервации .....	47
<b>IX. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ</b> .....	48
1. Выделение .....	48
2. Диурез. Процессы образования мочи .....	48
3. Общие свойства мочи .....	49
4. Химический состав мочи .....	49
5. Регуляция деятельности почек .....	49
6. Мочевыделение, мочеиспускание и их регуляция .....	50
7. Параметры спермы .....	50

## ВВЕДЕНИЕ

Учебное издание включает справочные материалы по следующим разделам курса физиологии человека и животных: физиология крови, физиология сердечно-сосудистой системы, физиология дыхания, физиология пищеварения, физиология метаболических процессов, терморегуляция, физиология выделения.

Предлагаемые материалы предназначены для студентов следующих факультетов: биологического, педагогического, физической культуры и спорта, социальной педагогики и психологии. Издание целесообразно использовать при изучении таких дисциплин, как «Физиология человека и животных», «Физиологические основы поведения», «Физиология спорта», «Возрастная физиология и школьная гигиена», «Возрастная физиология и гигиена», «Возрастная физиология и гигиена детей дошкольного возраста», «Анатомия, физиология и патология».

Использование данного издания в процессе изучения перечисленных дисциплин позволит студентам более эффективно использовать время для самостоятельной подготовки к лабораторным и практическим занятиям, а также к зачёту и экзамену.

В дальнейшем материалы издания могут быть использованы студентами для актуализации знаний по физиологии человека и животных при прохождении ими педагогической практики в школе и при подготовке к госэкзаменам.

# I. ВОЗРАСТНАЯ ПЕРИОДИЗАЦИЯ ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

## 1. Периоды жизни.

Таблица 1

<i>I Антенатальное развитие</i>	
1. Прогенез (гамеогенез)	период, связанный с созреванием половых клеток (гамет)
2. Киматогенез	период от оплодотворения до родов
а) бластогенез	с момента оплодотворения до 15-го дня беременности
б) эмбриогенез	16-75-й день беременности
в) фетогенез:	76-280-й день беременности
ранний	до 196-го дня
средний	до 259-го дня
поздний	до 280-го дня
<i>II. Постнатальное развитие</i>	
1. Перинатальный период	28 неделя антенатального развития – первые 10 дней постнатального развития
2. Период новорожденности	1-й месяц жизни
3. Грудной возраст	1-й месяц – 1 год
4. Раннее детство	1-3 года
5. Первое детство	4 года – 7 лет
6. Второе детство	8-12 лет – мальчики; 8-11 лет – девочки
7. Подростковый возраст	13-16 лет – мальчики; 12-15 лет – девочки
8. Юношеский возраст	17-21 год – юноши; 16-20 лет – девушки
9. Зрелый возраст:	
I период	22-35 лет – мужчины; 21 – 35 лет – женщины
II период	36-60 лет – мужчины; 36 – 55 лет – женщины
10. Пожилой возраст	61-74 лет – мужчины; 56 – 74 лет – женщины
11. Старческий возраст	75-90 лет – мужчины и женщины
12. Долгожители	90 лет и выше

## 2. Зависимость состояния здоровья человека от основных факторов жизни.

Образ жизни	50-60%
Экология	20%
Генетика	10%
Уровень медицинского обслуживания	10%

## II. ТЕЛО ЧЕЛОВЕКА

### 1. Площадь поверхности тела:

условного мужчины – 18 000 см<sup>2</sup>,  
условной женщины – 16 000 см<sup>2</sup>.

### 2. Поверхность отдельных участков тела («правило девятки»):

головы и шеи – 9%,	задняя часть туловища – 18%,
верхние конечности (каждая 9%) – 18%,	промежность – 1%,
нижние конечности (каждая 18%) – 36%,	ладонь и пальцы – 1%.
передняя часть туловища – 18%,	

**3. Площадь поверхности всего тела; головы, туловища и конечностей в зависимости от возраста.**

Таблица 2

Возраст, годы	Площадь поверхности всего тела, см <sup>2</sup>	Процент общей площади поверхности			
		голова	туловище	конечности	
				верхние	нижние
Новорожденный	2115	20,8	31,9	16,8	30,5
1	3925	17,2	34,4	17,8	30,6
2	5275	15,2	33,6	18,5	32,7
3	6250'	14,4	33,6	18,8	33,2
4	6950	13,7	33,1	19,4	33,8
5	7510	13Д	33,0	19,6	34,3
6	7925	12,6	33,4	19,6	'34,4
7	8275	12,4	33,5	19,3	34,7
8	8690	12,0	33,4	19,6	35,1
9	9100	11,5	33,5	19,2	35,7
10	9610	10,9	33,6	19,4	36,2
11	10 165	10,4	33,4	19,5	36,6
12	10 750	10,0	33,3	19,5	37,2
13	11425	9,6	33,0	19,7	37,6
14	12 290	9,2	32,5	20,3	38,0
15	13 325	8,8	31,9	21,4	37,9
16	14 300	8,4	31,6	21,5	38,5
17	15 200	8,2	31,7	21,2	38,8
18	15 850	7,9	32,5	20,8	38,8
19	16 435	7,7	33,5	20,5	38,3
20	16 800	7,6	33,9	20,2	38,2
21	17 050	7,5	34,3	19,9	38,3
22	17 255	7,5	34,4	19,7	38,3
23	17 415	7,5	34,5	19,5	38,5
24	17 535	7,5	34,6	19,4	38,5

**4. Масса тела (кг) мужчин и женщин в зависимости от возраста и роста.**

Таблица 3

Рост, см	Возраст, годы						
	18-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	75-79
<b>Мужчины</b>							
157	59	63	65	63	60	73	72
160	62	67	71	67	68	69	62
163	57	66	71	71	71	72	61
165	63	70	74	72	67	69	72
168	68	72	72	72	74	71	67
170	67	73	73	74	75	71	82
173	68	71	75	78	77	72	86
175	72	78	78	77	77	67	66
178	73	80	80	82	72	79	78
180	73	81	83	84	79	82	80
183	74	84	82	82	77	80	82
185	82	84	86	80	96	82	85
188	78	82	95	84	86	83	87

Женщины							
145	52	50	56	62	56	64	56
147	48	49	53	52	61	63	60
150	50	53	50	58	61	63	58
152	52	55	52	59	67	62	68
155	54	53	53	65	64	65	67
157	56	57	53	62	68	68	60
160	54	57	56	63	67	64	65
163	56	59	56	67	67	70	69
165	59	60	54	67	67	65	68
168	61	61	59	70	62	73	70
170	60	66	59	71	80	74	72
173	58	66	58	69	70	76	73

**Формулы для определения «должной» массы тела:**

Для мужчин:  $M = ((\text{Рост, см} \times 4) / 2,54) - 128) \times 0,453$

Для женщин:  $M = ((\text{Рост, см} \times 3,5) / 2,54) - 108) \times 0,453$

**По Броку:**

при росте 155-164 см:  $M = \text{Рост (в см)} - 100 \text{ кг}$ ,

при росте 165-174 см:  $M = \text{Рост (в см)} - 105 \text{ кг}$ ,

при росте свыше 174 см:  $M = \text{Рост (в см)} - 110 \text{ кг}$ .

**Индекс массы тела:**

$\text{ИМТ} = \text{вес (в кг)} / \text{рост}^2 \text{ (в метрах)}$ . В норме ИМТ варьирует от 19 до 24.

**Индекс Кетле:**

$\text{ИК} = \text{Масса (г)} / \text{Рост (см)}$ .

В норме ИК равен для женщин – 325-375 г/см; для мужчин – 350-400 г/см.

**III. МЕТАБОЛИЗМ, ПИТАНИЕ****1. Метаболизм: понятие, процессы, этапы, факторы интенсивности.**

**Метаболизм** - совокупность процессов превращения веществ и энергии в живых организмах, а также обмен веществами и энергией между организмом и внешней средой.

*Процессы метаболизма:* **анаболизм** – совокупность процессов биосинтеза органических веществ, обеспечивающих рост, развитие, обновление биологических структур и накопление энергии за счёт синтеза макроэргов (аденозинтрифосфорной кислоты, АТФ); **катаболизм** – совокупность процессов расщепления сложных веществ до простых, одна часть которых используется для биосинтеза, а другая расщепляется до конечных продуктов с выделением энергии. Преобладание анаболических процессов вызывает рост и накопление массы тканей, а преобладание процессов катаболизма приводит к частичному разрушению тканевых структур.

*Этапы метаболизма:*

I. Ферментативные процессы расщепления сложных питательных веществ до простых и всасывание последних из желудочно-кишечного тракта в кровь и лимфу.

II. Транспорт простых питательных веществ и кислорода к тканям, в клетках которых происходит расщепление питательных веществ до конечных продуктов, либо питательные вещества расходуются на синтез веществ.

III. Удаление конечных продуктов метаболизма из клеток, транспорт к органам выделения и удаление из организма.

*Факторы, влияющие на интенсивность процессов обмена:* время суток (максимальная интенсивность обмена веществ утром, минимальная – ночью); физические и умственные нагрузки (прямая зависимость); приём пищи (прямая зависимость); температура окружающей среды (снижение температуры приводит к большему усилению обмена веществ, чем её повышение).

## 2. Обмен белков.

Суточная норма потребления белка (для взрослых) составляет 0,75 г на 1 кг массы тела. Выделение организмом 1 г азота соответствует распаду 6,25 г белка. называется.

**Коэффициент изнашивания Рубнера** - значение массы выделившегося азота на 1 кг массы тела в сутки.

Состояния организма по соотношению между количеством азота, поступившего с пищей ( $A_{\text{п}}$ ) и количеством азота, выводимого ( $A_{\text{в}}$ ) из организма: *азотистое равновесие:*  $A_{\text{п}} = A_{\text{в}}$ ; *положительный азотистый баланс:*  $A_{\text{п}} > A_{\text{в}}$ ; *отрицательный азотистый баланс:*  $A_{\text{п}} < A_{\text{в}}$ .

*Этапы обмена белков:*

I. Гидролиз белков пептидазами желудка и тонкого кишечника до пептидов, которые расщепляются до олигопептидов и аминокислот. Аминокислоты всасываются в энтероциты. Часть олигопептидов всасывается в энтероциты и гидролизуется в цитозоле до аминокислот, а часть - гидролизуется на мембранах энтероцитов до аминокислот, которые затем всасываются в энтероциты, а оттуда в кровь.

II. Доставка аминокислот с током крови к клеткам тканей различных органов, где из них синтезируются специфические белки, либо они расщепляются.

III. Расщепление аминокислот (дезаминирование) до аммиака и кетокислот. Затем аммиак в печени превращается в мочевины, а кетокислоты распадаются до воды и углекислого газа.

## 3. Обмен углеводов.

*Этапы обмена углеводов:*

I. Гидролиз полисахаридов амилазой слюны и панкреатического сока до олигосахаридов. Мембранный гидролиз олигосахаридов гликозидазами до глюкозы и других моносахаридов и всасывание их в энтероциты, а затем в кровь.

II. Поступление моносахаридов через воротную вену в печень, переходят в галактозу, часть которой превращается в гликоген, а часть транспортируется в различные ткани, где расходуется на энергетические цели.

III. Расщепление моносахаридов до воды и углекислого газа.

## 4. Обмен липидов.

*Этапы обмена липидов:*

I. Гидролиз липидов под влиянием липаз пищеварительного тракта до глицерина и жирных кислот, которые всасываются в энтероцит и формируют транспортные частицы – *хиломикроны*. Хиломикроны поступают в лимфатические сосуды и по ним в кровоток.

II. В тканях организма и в печени часть хиломикронов (их главный компонент – триглицериды), под влиянием липопротеидлипазы эндотелия капилляров расщепляются до

глицерина и свободных жирных кислот. Часть жирных кислот и глицерина поступает в жировые клетки (депо) и превращается в триглицериды.

Пластическая функция липидов связана с образованием фосфолипидов, холестерина и жирных кислот, которые, соответственно являются структурными компонентами клеточных мембран, входят в состав липопротеидов и являются предшественниками стероидных гормонов, необходимы для синтеза желчных кислот и простагландинов.

III. Клетки печени захватывают остатки хиломикрон и разрушают в лизосомах.

## 5. Водный обмен.

Суточная потребность в воде составляет 21-43 мл на 1 кг массы тела.

Таблица 4

### 5.1 Потребление и выделение воды

Потребление воды	Кол-во, мл	Выделение воды	Кол-во, мл
Общее потребление	2500	Общее выделение	2500
С твердой пищей	1000	С мочой	1400
С жидкой пищей	1200	С потом	600
Эндогенная вода - образующаяся при окислении:	300	С выдыхаемым воздухом	300
100 г углеводов	55	С калом	200
100 г белков	41		
100 г жиров	107		

Таблица 5

### 5.2 Содержание и распределение воды в организме в зависимости от возраста, % от массы тела

	Возраст			
	до 6 мес	6 мес - 1 год	1 год - 5 лет	с 5 лет и взрослые
Общее содержание воды	70	70	65-70	60-65
внутриклеточная	30	35	35-40	40-45
межклеточная	34,5	30	25	17
плазма	5,6	5	5	5

Таблица 6

### 5.3 Относительное содержание воды в различных органах и тканях

Содержание воды, %	Ткань, орган	% от массы тела
72,0	Кожа	18
75,6	Мышцы	41,7
22,0	Скелет	15,9
74,8	Мозг	2,0
68,3	Печень	2,3
79,2	Сердце	0,5
79,0	Легкие	0,7
82,7	Почки	0,4
75,8	Селезенка	0,2
83,0	Кровь	8,0
74,5	Кишечник	1,0
10,0	Жировая ткань	10,0

## 6. Энергетический обмен.

*Энергетический обмен* - показатель физиологической активности организма.

**Калория** (кал) - единица измерения энергии: количество энергии, необходимое для повышения температуры 1 г воды на 1<sup>0</sup>С (1ккал=4,19 кДж).

Таблица 7

### 6.1 Энергетический эквивалент пищи

Питательный компонент	Условия окисления	
	в калориметрической бомбе	в организме
1 г. углеводов	17,17 кДж (4,1 ккал)	17,17 кДж (4,1 ккал)
1г. жира	38,96 кДж (9,3 ккал)	38,96 кДж (9,3 ккал)
1 г. белка	22,61 кДж (5,4 ккал)	17,17 кДж (4,1 ккал)

**Дыхательный коэффициент (ДК)** – соотношение между количеством выделенного углекислого газа и количеством потреблённого кислорода за данный период времени.

**ДК белков = 0,8; ДК жиров = 0,7; ДК углеводов = 1,0.**

**Калорический эквивалент кислорода (КЭ<sub>кислорода</sub>)** – количество тепла, выделяемое при окислении вещества на каждый литр поглощённого при этом кислорода.

КЭ<sub>кислорода</sub> для углеводов = 21 кДж/л (5 ккал/л).

КЭ<sub>кислорода</sub> для жиров = 19,8 кДж/л (4,74 ккал/л).

КЭ<sub>кислорода</sub> для белков = 18,7 кДж/л (4,5 ккал/л).

## 7. Основной обмен.

*Основной обмен* – количество энергии, затрачиваемое организмом в стандартных условиях: натощак (через 12-16 ч после последнего приёма пищи), в положении лёжа, в состоянии бодрствования и эмоционального покоя, при температуре окружающего воздуха +18 +20<sup>0</sup>С.

*Факторы, влияющие на интенсивность основного обмена:* пола (у женщин примерно на 10% меньше, чем у мужчин); возраста (у детей больше, чем у взрослых); роста и массы тела; величины поверхности тела (правило М. Рубнера или правило поверхности). Но, интенсивность энергообмена у людей с одинаковой поверхностью тела вследствие особенностей состояния нервной, эндокринной и других систем, значительно отличается.

Средняя величина основного обмена: **1 ккал в 1 час на 1 кг массы тела.**

Средняя ежедневная продукция тепла на 1 м<sup>2</sup> поверхности тела человека = 3559-5234 кДж (850-1250 ккал).

Таблица 8

### 7.1 Относительный вклад органов в обеспечение основного обмена у человека

Орган	Печень	Мышцы	Мозг	Сердце	Почки	Органы
Относительный вклад	26%	26%	18%	9%	7%	14%

## 8. Суточный расход энергии.

Компоненты суточного калоража:

I. Основной обмен.

II. Специфически динамическое действие пищи = 15% основного обмена.

III. Прибавка на бытовые тракты = 25% основного обмена.

IV. Прибавка на работу = коэффициент физической активности x основной обмен.

*Коэффициент физической активности:*  
 при умственном труде – 1,4;  
 при лёгком физическом труде – 1,6;  
 при физическом труде средней тяжести – 1,9;  
 при тяжёлом физическом труде – 2,2;  
 при особо тяжёлом физическом труде – 2,5.

### 9. Суточные физиологические нормы питания взрослого населения.

Таблица 9

Группа труда	Пол	Возраст, лет	Энергетич. ценность, ккал	Белки, г всего / животные	Жиры, г	Углеводы, г
I преимущественно умственный труд	Муж	18–29	2800	91 / 50	103	378
		30–39	2700	88 / 48	99	365
		40–59	2550	83 / 46	93	344
	Жен	18–29	2400	78 / 43	88	324
		30–39	2300	75 / 41	84	310
		40–59	2200	72 / 40	81	297
II лёгкий физический труд	Муж	18–29	3000	90 / 52	110	412
		30–39	2900	87 / 48	106	399
		40–59	2750	82 / 45	101	378
	Жен	18–29	2550	77 / 42	93	351
		30–39	2450	74 / 41	90	337
		40–59	2350	70 / 39	86	323
III средний по тяжести труд	Муж	18–29	3200	96 / 53	117	440
		30–39	3100	93 / 51	114	426
		40–59	2950	88 / 48	108	406
	Жен	18–29	2700	81 / 45	99	371
		30–39	2600	78 / 43	95	358
		40–59	2500	75 / 41	92	344
IV тяжёлый физический труд	Муж	18–29	3700	102 / 56	136	518
		30–39	3600	99 / 54	132	504
		40–59	3450	95 / 52	126	483
	Жен	18–29	3150;	87 / 48	116	441
		30–39	3050	84 / 46	112	427
		40–59	2900	80 / 44	106	406
V особо тяжёлый физический труд	Муж	18–29	4300	118 / 65	158	602
		30–39	4100	113 / 62	150	574
		40–59	3900	107 / 59	143	546

### 10. Состав сбалансированного питания взрослого человека (АЛ. Покровский).

Таблица 10

Пищевые вещества	Дневная потребность, г
1	2
<i>Вода:</i>	1750–2200
питьевая (вода, чай, кофе и т.д.)	800–1000
в супах	250–500
в продуктах питания	700

1	2
<i>Белки / в том числе животные</i>	80–100 / 50
<i>Незаменимые аминокислоты:</i>	
триптофан	1
лейцин	4–6
изолейцин	3–4
валин	3–4
треонин	2–3
лизин	3–5
метионин	2–4
фенилаланин	2–4
<i>Заменимые аминокислоты:</i>	
гистидин	1,5–2
аргинин	5–6
цистин	2–3
тирозин	3–4
аланин	3
серии	3
глутаминовая кислота	16
аспарагиновая кислота	6
пролин	5
глицин	3
<i>Углеводы:</i>	400–500
крахмал	400–450
моно- и дисахариды	50–100
<i>Органические кислоты (лимонная, молочная...)</i>	2
<i>Балластные вещества (клетчатка и пектин)</i>	25
<i>Жиры / в том числе растительные</i>	80–100 / 20–25
<i>Жирные кислоты</i>	2–6
<i>Холестерин</i>	0,3–0,6
<i>Фосфолипиды</i>	5
<i>Минеральные вещества, мг:</i>	
кальций	800–1000
фосфор	1000–1500
натрий	4000–6000
калий	2500–5000
хлориды	5000–7000
магний	300–500
железо	15
цинк	10–15
марганец	5–10
хром	0,20–0,25
медь	2
кобальт	0,1–0,2
молибден	0,5
селен	0,5
фториды	0,5–1,0
йодиды	0,1–0,2

1	2
<i>Витамины, мг:</i>	
витамин С	50–70
тиамин (В <sub>1</sub> )	1,5–2,0
рибофлавин (В <sub>2</sub> )	2,0–2,5
никотинамид (РР)	15–25
пантотеновая кислота (В <sub>3</sub> )	5–10
витамин В <sub>6</sub>	2–3
витамин В <sub>12</sub>	0,002–0,005
биотин	0,15–0,30
холин	500–1000
рутин (Р)	25
фолацин (В <sub>9</sub> )	0,2–0,4
витамин Д (различные формы)	0,0025–0,01; (100–400 МЕ)
витамин А (различные формы)	1,5–2,5
каротиноиды	3,0–5,0
витамин Е (различные формы)	5–30
витамин К (различные формы)	0,2–3,0
липовая кислота	0,5
<i>Инозит, г</i>	0,5–1,0
<i>Энергетическая ценность</i>	2850 ккал / 11900 кДж

### 11. Краткие сведения о витаминах

Таблица 11

Витамин	Суточная потребность	Физиологическое действие	Основные источники
С - аскорбиновая кислота	50–100 мг	Участвует в окислительно-восстановительных процессах; в образовании коллагена сосудистой стенки; в обеспечении оптимального состояния внутренней среды и устойчивости организма к инфекциям и интоксикациям; повышает антиоксидантную функцию печени.	Перец, укроп, зеленый лук, томат, капуста, картофель, лимон, черная смородина, шиповник, печень
В <sub>1</sub> - тиамин	1,4–2,4 мг	Является составной частью ферментов, участвующих в обмене жиров, углеводов, белков, воды, необходим для синтеза ацетилхолина; повышает двигательную и секреторную деятельность желудка; нормализует работу сердца.	Зерновые и бобовые культуры, печень, почки, сердце
В <sub>2</sub> – рибофлавин, лактофлавин	2–3	Является коферментом ферментов, катализирующих транспорт электронов в окислительно-восстановительных реакциях, необходим для цветового зрения и процессов кроветворения. Влияет на рост и развитие плода и ребенка.	Зерновые и бобовые культуры, печень, почки, сердце, мясо, молоко, яйца.

В <sub>3</sub> – пантотеновая кислота	5-10 мг	Входит в состав ферментов, катализирующих превращение в организме углеводов, белков, жиров, принимает участие в синтезе ацетилхолина, способствует оптимальному функционированию ЦНС, желез внутренней секреции, способствует нормализации моторики желудочно-кишечного тракта, участвует в обезвреживании промышленных ядов.	Бобовые и зерновые культуры, картофель, печень, яйца, рыба.
В <sub>4</sub> - холин	250–600 мг	Регулирует обмен жиров, участвует в биосинтезе лецитина, оказывает положительный липотропный эффект, т. е. предупреждает жировое перерождение печени.	
В <sub>6</sub> – пиридоксин, адермин	1,5–3 мг	Является компонентом ферментов, участвующих в обмене аминокислот и белков; участвует в обмене жиров, являясь липотропным фактором; необходим для функционирования ЦНС, печени, кожи, кровеносных органов.	Зерновые и бобовые, говядина, печень, свинина, баранина, сыр, рыба, (треска, тунец, лосось). Синтезируется микрофлорой кишечника.
В <sub>8</sub> - инозит	1–1,5 мг/сутки	Регулятор обмена веществ в ЦНС, липотропный фактор, активатор моторной деятельности желудка, способствует снижению уровня холестерина в крови.	Мясо, сердце, яйца, зерновые.
В <sub>12</sub> – цианкобаламин, антианемический витамин	2-5 мкг	Влияет на эритропоэз в костном мозге (внешний фактор Касла), является липотропным фактором, участвует в синтезе нуклеиновых кислот, необходим для оптимального функционирования ЦНС и периферической нервной системы.	Печень рыб, печень и почки крупного рогатого скота. Синтезируется микрофлорой кишечника.
В <sub>13</sub> - оротовая кислота	не установлена	Участвует в синтезе белка, в процессах роста, регулирует функции печени.	
В <sub>15</sub> - пангамовая кислота	не установлена	Обладает липотропным эффектом, нормализует тканевое дыхание.	
В <sub>С</sub> – фолиевая кислота, фолацин	400 мг	Участник процессов кроветворения, метилирования в печени, синтеза нуклеиновых кислот, холина, положительно влияет на функции печени, повышает устойчивость организма к различным химическим факторам (в организме для проявления биологического эффекта фолиевая кислота превращается в фолиновую кислоту в присутствии витамина С).	Салат, капуста, шпинат, томаты, морковь, пшеница, рожь, печень, почки, говядина, яйца. Синтезируется микрофлорой кишечника.

Продолжение таблицы 11

Вт - карнитин	не установлена	Необходим для переноса жирных кислот из цитоплазмы в митохондрии, где они окисляются в цикле Кребса. Образуется из метионина и лизина при участии железа и витамина С.	Печень, мясо, молоко.
РР – никотиновая кислота, ниацин, антипеллагрический витамин	14–15 мг	Кофермент ферментов, участвующих в клеточном дыхании и межклеточном обмене, нормализует секреторную и моторную функции желудочно-кишечного тракта, улучшает функцию печени, кожи, положительно влияет на обмен холестерина, участвует в эритропоэзе.	Говядина, печень, почки, сердце, рыба (лосось, сельдь).
Р - биофлавоноиды: рутин, катехины	35–50 мг	Повышают прочность стенки капилляров, нормализуют тканевое дыхание.	
Н – биотин	150–200 мкг	Участвует в обмене жирных кислот и стероидов, способствует нормальной функции кожи и нервной системы.	Горох, соя, цветная капуста, грибы, пшеница, яичный желток, печень, почки, сердце.
У - метилметионин-сульфоний	не установлена	Противоязвенный фактор, обладает липотропным действием, подобно холину препятствует образованию язв слизистой оболочки желудка, стимулирует их заживление.	Соки сырых овощей, особенно капустный.
А – ретинол	1,5-2,5 мг (5000 МЕ)	Оказывает специфическое влияние на репродуктивные функции и зрение. Участвует в образовании зрительных пигментов (альдегидная форма его – ретиналь). Обеспечивает нормальный рост и развитие.	Животные жиры, мясо, рыба, яйца, молоко.
Д (Д <sub>1</sub> , Д <sub>3</sub> – кальциферолы), антирахитический	2,5 мг (100 МЕ)	Регулирует обмен кальция и фосфора, всасывание кальция в ЖКТ и в почках, способствуют переносу кальция из крови в костную ткань.	Икра, яйца, печень рыб, птиц и млекопитающих.
Е – токоферол, витамин размножения	10–15 мг	Тормозит перекисное окисление липидов, повышает устойчивость мембран эритроцитов, влияет на синтез половых гормонов, регулирует процесс размножения, влияет на метаболизм в скелетных мышцах, сердце, печени, нервной системе.	Растительные масла, листья овощей, яйца.
К – филлохинон, антигеморрагический витамин	0,2–0,3 мг	Участвует в синтезе протромбина и других прокоагулянтов; способствует нормальному свертыванию крови.	Шпинат, капуста, томаты, печень. Синтезируется микрофлорой кишечника.

## 12. Гипо- и авитаминоз.

Таблица 12

<b>Витамин</b>	<b>Проявления гипо- и авитаминоза</b>
С - аскорбиновая кислота	Снижается использование белка. Поражаются стенки кровеносных сосудов, развиваются мелкие кровоизлияния в коже, повышается кровоточивость десен (цинга).
В <sub>1</sub> - тиамин	Заболевание бери-бери: полиневрит, нарушения деятельности сердца и желудочно-кишечного тракта.
В <sub>2</sub> - рибофлавин	У взрослых поражаются глаза (васкуляризация роговицы, воспаление, помутнение хрусталика), и слизистая оболочка полости рта.
РР – никотиновая кислота	Развивается пеллагра (дерматиты), расстройства желудочно-кишечного тракта, поражения слизистых оболочек полости рта и языка, нарушения психики.
В <sub>3</sub> – пантотеновая кислота	Возникает слабость, быстрая утомляемость, головокружения, дерматиты, поражения слизистых оболочек, невриты.
В <sub>6</sub> – пиридоксин	Развиваются эпилептиформные судороги, гипохромная анемия.
В <sub>с</sub> – фолиевая кислота	Развивается заболевание – спру, анемия.
В <sub>12</sub> – цианокобаламин	Развивается злокачественная анемия.
Н – биотин	Дерматит, развивающийся при употреблении больших количеств сырого яичного белка, связывающего биотин.
А – ретинол	Возникает нарушение сумеречного зрения, пролиферация эпителия и его ороговение, повреждение роговицы (ксерофтальмия и кератомалиция).
D – кальциферол	В детском возрасте развивается рахит (вследствие уменьшения содержания в костях солей кальция и фосфора нарушается процесс костеобразования).
Е – токоферол	Развивается дистрофия скелетных мышц, возможно ослабление половой функции.
К – филлохинон	Увеличивается время свертывания крови, возможны желудочно-кишечные кровотечения, подкожные кровоизлияния.

Таблица 13

## 13. Клинические проявления основных видов витаминной недостаточности.

<b>Витамин</b>	<b>Клиническое проявление гипо- или авитаминоза</b>	<b>Показания к лечебному применению</b>
С - аскорбиновая кислота	Синюшность губ, носа, ногтей, десен, разрыхленность и кровоточивость десен; бледность и сухость кожи; общая слабость, единичные мелкие кровоизлияния на коже, в полости суставов, внутренних органов	С-витаминная недостаточность, ревматизм, ишемическая болезнь сердца, атеросклероз, химические интоксикации, гастриты, язвенная болезнь, гепатиты, диабет, туберкулез и другие инфекционные заболевания, лучевая болезнь.
В <sub>1</sub> - тиамин	Потеря аппетита, тошнота, запоры, болезненность икроножных мышц, боль по ходу периферических нервов; учащение сердцебиения, одышка, быстрая утомляемость.	Бери-бери, невриты различного происхождения, ишемическая болезнь сердца, ревматизм, нейродермия, диабет, нарушения трофики, язвенная болезнь и др.

В <sub>2</sub> - рибофлавин	Сухость и синюшность кожных покровов, трещины губ; трещины, корочки в углах рта; сухой ярко красный язык; дерматит; конъюнктивит, блефарит.	В <sub>2</sub> -витаминная недостаточность – арибофлавиноз, заболевания кожи, незаживление ран, трещины грудных сосков, блефариты, конъюнктивиты, гепатиты, гастриты, энтериты и др.
РР – никотиновая кислота	Сухость, бледность губ; обложенный, ярко-красный отечный язык; поносы, эритема кожи открытых для солнца частей тела; неврастенический синдром.	Пеллагра, ишемическая болезнь сердца, гиперхолестеринемия, дерматиты, язвенная болезнь, некоторые нервные и психические болезни.
В <sub>6</sub> – пиридоксин	У детей раннего возраста – задержка роста, желудочно-кишечные расстройства, гипохромная микроцитарная анемия, судороги; у взрослых – потеря аппетита, тошнота, дерматит, конъюнктивит, возможны расстройства центральной нервной системы.	Токсикозы беременных, дерматиты (себорея), эпилепсия, паркинсонизм, гепатиты, гастриты, микроцитарная анемия, нервные и психические болезни, алкогольная интоксикация.
В <sub>12</sub> – цианокобаламин	Бледность слизистых оболочек, конъюнктивиты; сухой, яркого цвета язык; пониженная кислотность желудочного содержимого; отсутствие аппетита, поносы; полиневриты; анемия мегалобластная гиперхромная.	Анемия Аддисона–Бирмера, макроцитарная мегалобластная анемия; полиневриты.
А – ретинол	Бледность, сухость и шелушение кожи, угри; конъюнктивит и блефарит; светобоязнь, сумеречная слепота, ломкость ногтей; частые заболевания дыхательных путей.	Гиповитаминоз А различного происхождения, ретинит, ожоги, кератозы, дерматиты и др.
Е – токоферол	Мышечная слабость, снижение тонуса; повторные самопроизвольные аборты; некоторые формы склеродермии, ишемическая болезнь сердца.	Сердечно-сосудистые заболевания. Синдром гиперпероксидации (гипероксия); привычный выкидыш, склеродермия, мышечная дистрофия, язвенная, лучевая болезнь.
К – филлохинон	Внутриполостные кровотечения; подкожные и внутрикожные кровоизлияния.	Гипопротромбинемия, дефицит белковых факторов свертываемости крови, геморрагии

## IV. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

### 1. Классификация организмов по способам реагирования на температуру окружающей среды.

*Пойкилотермные* или *холоднокровные* организмы - температура тела, интенсивность энергетических процессов и уровень активности организмов зависят от температуры внешней среды (большинство беспозвоночных и низших позвоночных: рыбы, земноводные, пресмыкающиеся).

*Гомойтермные* организмы - способны поддерживать постоянную температуру внутренних органов и постоянный уровень активности независимо от температуры окружающей среды (птицы и млекопитающие).

*Гетеротермные* организмы - гомойтермные животные, способные переходить в пойкилотермное состояние, при котором температура их тела снижается и превышает температуру окружающей среды примерно на 1<sup>0</sup>С.

Температура тела гомойтермных организмов зависит от интенсивности образования тепла (*телопродукции*) и величины потерь тепла (*теплоотдачи*).

### 2. Классификация организмов по источникам тепла, используемых для поддержания температуры тела.

*Экзотермные* организмы - используют наружное тепло

*Эндотермные* организмы - используют тепло метаболического происхождения.

### 3. Терморегуляция: понятие и виды.

*Терморегуляция* - оптимальное соотношение теплопродукции и теплоотдачи, обеспечивающееся совокупностью физиологических процессов, деятельность которых направлена на поддержание относительного постоянства температуры тела в условиях изменения температуры окружающей среды.

*Химическая терморегуляция* осуществляется за счёт изменения уровня обмена веществ, приводящего к повышению или понижению образования тепла в организме.

Механизмы дополнительного теплообразования: *сократительный термогенез* – образование тепла в мышцах при их напряжении и сокращении; *несократительный термогенез* – теплообразование за счёт возрастания скорости окисления жирных кислот бурого жира.

*Физическая терморегуляция* - совокупность физиологических процессов, ведущих к изменению уровня теплоотдачи.

Таблица 14

3.1 Механизмы отдачи тепла в окружающую среду

Механизм	Характеристика
<b>Излучение</b>	в виде электромагнитных волн инфракрасного диапазона
<b>Теплопроводение (кондукция)</b>	при непосредственном соприкосновении тела с другими физическими объектами
<b>Конвекция:</b> свободная, принудительная	путём переноса тепла движущимися частицами воздуха (воды)
<b>Испарение</b>	за счёт испарения пота или влаги с поверхности кожи и слизистых дыхательных путей. <i>На испарение 1 г воды затрачивается 0,58 ккал.</i>

### 4. Система терморегуляции.

Система терморегуляции состоит из периферических и центральных терморепцепторов, афферентных нервных волокон (типа А–дельта и типа С), центра терморегу-

ляции в гипоталамусе, эфферентных нервов и эффекторов, обеспечивающих теплопродукцию и теплоотдачу.

#### **Терморецепторы:**

*Экстерорецепторы* – располагаются в коже, и делятся на холодовые и тепловые. На поверхности тела человека холодных рецепторов около 250 тыс., тепловых - приблизительно 30 тыс. Холодовые рецепторы располагаются на глубине 0,17 мм, а тепловые – 0,3 мм от поверхности кожи.

*Интерорецепторы* – располагаются в сосудах и внутренних органах.

*Центральные* – располагаются в центральной нервной системе: в спинном мозге, ретикулярной формации, среднем мозге, гипоталамусе и коре больших полушарий.

#### **Терморегуляторный центр гипоталамуса:**

*Термочувствительные нейроны*, определяющие уровень поддерживаемой в организме температуры тела (улавливают разницу температуры крови в  $0,01^{\circ}\text{C}$ , протекающей через мозг).

*Нейроны, управляющие процессами теплоотдачи* (в переднем гипоталамусе);

*Нейроны, управляющие процессами теплопродукции* (в заднем гипоталамусе).

#### **Гуморальные факторы терморегуляции:**

гормоны щитовидной железы (тироксин, трийодтиронин);

гормоны надпочечников (адреналин и др.).

Усиливая окислительные процессы, гормоны приводят к увеличению теплообразования, а влияя на диаметр периферических сосудов, регулируют теплоотдачу.

### **5. Процессы, обеспечивающие температурный гомеостаз.**

*Поведенческие механизмы*: перемещение в среде с целью поиска комфортных температурных условий; изменение позы с целью уменьшения или увеличения поверхности тела, участвующей в теплообмене; использование одежды.

*Вегетативные механизмы*: сосудистые реакции; пилоomotorные реакции (у человека сохранились в рудиментарном виде – «гусиная» кожа); изменение интенсивности метаболизма.

*Адаптивные механизмы*: основаны на определённых изменениях в органах и функциональных системах, развивающихся только под влиянием продолжительных температурных воздействий.

температуры.

### **6. Температура в различных частях и органах тела**

Таблица 15

	<b>Часть тела или орган</b>	<b>Температура, °C</b>
«Ядро» тела	Подмышечная впадина	36,6-36,9
	Полость рта	36,4-37,2
	Прямая кишка	36,8-37,6
	Печень	39,0
«Оболочка» тела	Кожа:	
	лица	33,5
	шеи	34,0
	кистей рук и стоп ног	24-28

Для человека снижение температуры «ядра» тела ниже  $25^{\circ}\text{C}$  и её увеличению выше  $43^{\circ}\text{C}$ , как правило, смертельно.

## 7. Теплоотдача у человека за сутки.

Таблица 16

Путь теплоотдачи	Ккал	%
Излучение, проведение	2100	70,0
Испарение через кожу	435	14,5
Испарение через лёгкие	240	8,0
Нагревание вдыхаемого воздуха	75	2,5
Нагревание мочи и кала	45	1,5
Прочее	105	3,5
Всего	3000	100,0

## 8. Нарушения терморегуляции.

**Гипотермия** – понижение температуры тела (переохлаждение), связанное с превышением величины теплоотдачи над величиной теплопродукции.

*Стадии развития гипотермии:*

Стадия компенсации: при снижении окружающей температуры теплоотдача уменьшается, а теплопродукция увеличивается.

Переходная стадия: увеличивается теплоотдача, но теплопродукция не повышается.

Стадия декомпенсации: теплоотдача продолжает возрастать, а теплопродукция снижается. Угнетается активность ЦНС, дыхания и кровообращения и возникает сон.

**Гипертермия** – состояние организма, сопровождающееся повышением температуры тела вследствие повышения теплопродукции и снижения теплоотдачи, главным образом за счёт уменьшения потоотделения.

«Тепловой удар» - развивается при продолжительной гипертермии: в результате расширения периферических сосудов происходит покраснение кожи, отсутствует потоотделение, нарушается ориентация, появляются бред и судороги; в лёгких случаях гипертермии – «тепловой обморок», характеризующийся расширением периферических сосудов и падением артериального давления.

Гипертермия развивается при действии на организм внешней температуры, превышающей 37<sup>0</sup>С при высокой (до 100%) влажности воздуха, а также при действии на организм пирогенных факторов: вирусов, микроорганизмов, чужеродных веществ – экзопирогенов.

## 9. Лихорадка.

*Лихорадка* - защитная ответная реакция организма. *Этапы развития:*

проникновение в организм экзогенных пирогенов;

высвобождение из лейкоцитов, гистиоцитов и клеток Купфера эндогенных пирогенов (интерферон, интерлейкин и др.);

центр терморегуляции воспринимает нормальную температуру тела как низкую и стимулирует повышение температуры тела за счёт активации теплопродукции и снижения интенсивности теплоотдачи;

температура тела повышается, но человек субъективно ощущает озноб и испытывает дрожь;

установление нового уровня регуляции, при котором процессы выработки и отдачи тепла уравниваются, дрожь и озноб исчезают.

Виды лихорадки по степени подъёма температуры: *субфебрильная* (до 38<sup>0</sup>С), *умеренная* (38-39<sup>0</sup>С), *чрезмерная* (41<sup>0</sup>С и выше).

## V. ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ

### 1. Система крови (Г.Ф. Ланг, 1939):

периферическая кровь, циркулирующая по сосудам;  
органы кроветворения (красный костный мозг, лимфатические узлы, селезёнка, тимус);  
органы кроверазрушения (печень);  
регулирующий нейрогуморальный аппарат.

### 2. Функции крови:

**транспортная** (перенос веществ), её разновидности:

*дыхательная* (перенос кислорода и углекислого газа),

*трофическая* (перенос питательных веществ),

*эксcretорная* (перенос конечных продуктов метаболизма к органам выделения),

*регуляторная* (перенос гормонов и других физиологически активных веществ);

**терморегуляторная** (охлаждает энергоёмкие органы и согревает органы, теряющие тепло);

**гомеостатическая** (поддерживает стабильность ряда констант гомеостаза: pH, осмотическое давление, водно-электролитный баланс);

**защитная** (обеспечивает иммунитет: клеточный, обусловленный фагоцитарной активностью лейкоцитов, и гуморальный, связанный с наличием в крови антител);

**осуществление креаторных связей** (перенос макромолекул, осуществляющих межклеточную передачу информации, которая обеспечивает регуляцию внутриклеточных процессов синтеза белков, сохранение степени дифференцированности клеток, восстановление и поддержание структуры тканей).

Кровь является интегральным показателем состояния организма.

### 3. Буферные системы крови:

**Фосфатный буфер** состоит из *дигидрофосфата натрия* ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4^-$ , обладающего свойствами слабой кислоты и взаимодействующего с поступившими в кровь щелочными продуктами) и *гидрофосфата натрия* ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4^-$ , имеющего свойства слабой щёлочи и взаимодействующего с более сильными кислотами).

**Бикарбонатный буфер** представлен *угольной кислотой* ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) и *бикарбонатом натрия или калия* ( $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{KHCO}_3$ ) в пропорции 1:20. При поступлении в кровь кислоты, более сильной, чем угольная, в реакцию вступает бикарбонат натрия и образуются нейтральная соль и угольная кислота, которая под действием карбоангидразы эритроцитов распадается на  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CO}_2$ , а  $\text{CO}_2$  выделяется лёгкими. При поступлении в кровь основания в реакцию вступает угольная кислота, образуя воду и гидрокарбонат натрия, избыток которого удаляется почками.

**Белковый буфер.** В кислой среде белки плазмы (альбумины) ведут себя как основания, в основной – как кислоты

**Гемоглибиновый буфер** (75% буферной ёмкости крови). *Оксигемоглобин* (в виде калиевой соли) является более сильной кислотой, чем *восстановленный гемоглобин*. В капиллярах тканей происходит диссоциация оксигемоглобина, в результате чего появляются соли гемоглобина, взаимодействующие с кислыми продуктами обмена веществ. При этом образуются бикарбонаты и восстановленный гемоглобин. В лёгочных капиллярах гемоглобин, отдавая ионы водорода, присоединяет кислород и становится сильной кислотой, которая связывает ионы калия. Ионы водорода идут на образование угольной кислоты, в дальнейшем выделяющейся из лёгких в виде  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CO}_2$ .

#### 4. Количество, состав, физико-химические свойства и клинические показатели крови.

Таблица 17

Показатель	Значение
Количество крови У новорожденного На 1 кг массы тела	4,5-6,0 л (6-8% массы тела) 15% массы тела 70-80 мл (взрослые); 95-100 мл (дети 10 лет)
Плазма	55-60%
Форменные элементы	40-45%
Депонированная кровь	45-50%
Циркулирующая кровь	55-50%
Плазма: вода	90-92%
сухой остаток	8-10%
минеральные вещества	0,9%
Осмотическое давление крови	7,6-8,1 атм.
Онкотическое давление: крови	0,03-0,04 атм
плазмы	1,7-2,2 атм
Относительная плотность (уд. вес): цельной крови	1,050-1,060
плазмы	1,025-1,034 (1/200 осмотического)
Вязкость: цельной крови	5,0
эритроцитов	1,090
Реакция крови (рН): артериальной	7,40
венозной	7,35
Пределы рН, совместимые с жизнью	7,0-7,8
Щелочной резерв	4,5-5,6 ммоль/л (по $\text{NaHCO}_3$ )
Эритроциты: количество	4,0-5,0 x $10^{12}$ /л у мужчин; 3,7-4,7 x $10^{12}$ /л у женщин
средний диаметр	7,55 ± 0,009 мкм
толщина	2,2 мкм
средний объем	75-95 мкм <sup>3</sup>
химический состав: осмотическая резистентность в растворе NaCl	вода 60%, сухой остаток 40 % (90%Нв) min 0,48-0,46%; max 0,34-0,32%
продолжительность жизни	120-130 дней
Эритрон (общее количество Er, циркулирующих в организме взрослого человека)	$15 \cdot 10^{12}$ - $30 \cdot 10^{12}$
Индекс регенерации	0,05-0,1
Тромбоциты: количество	180-320 x $10^{12}$ /л
толщина	0,5-0,75 мкм
длина	1-4 мкм
продолжительность жизни	5-11 дней
Количество ретикулоцитов	0,2-1,2%

Продолжение таблицы 17

Лейкоциты: количество размер	4-9 x 10 <sup>12</sup> /л 7,5-20 мкм
Гемоглобин: содержание в крови	136-196 г/л у новорожденных; 95-125 г/л в 3 месяца; 110-130 г/л с 4 месяцев до 1 года; 115-148 г/л в 10 лет; 130-160 г/л у мужчин; 115-145 г/л у женщин
среднее содержание Hb в 1 Eг средняя концентрация Hb в 1 Eг	24-33 пг 30-38%
Цветной показатель	085-1,05
Скорость оседания эритроцитов (СОЭ)	1-10 мм/час у мужчин; 2-15 мм/час у женщин
Гематокрит крови	44-62 у новорожденных; 32-44 в 3 месяца; 36-44с 4 месяцев до 1 года; 37-44 в 10 лет; 40-54 у мужчин; 36-47 у женщин

### 5. Виды лейкоцитов здорового человека (Р.В. Золотницкая).

Таблица 18

Вид	Ядро: форма, структура, окраска	Цитоплазма: окраска, зернистость
Нейтрофилы: палочко- ядерные	Узкое, вытянутое в виде палочки. Неравномерная крупноглыбчатая. Темно-фиолетовая.	Розовая. Обильная, мелкая, бледно-фиолетовая.
сегменто- ядерные	Узкое, состоит из 3-5 сегментов. Не- равномерная крупноглыбчатая. Тем- но-фиолетовая.	Розовая. Обильная, мелкая, бледно-фиолетовая.
Эозинофилы	Несколько шире, чем у нейтрофила, состоит из 2-3 сегментов. Неравно- мерная крупноглыбчатая. Фиолето- вая.	Бледнорозовая. Обильная, крупная, розово-оранжевая.
Базофилы	Неопределенное. Неравномерная крупноглыбчатая. Фиолетовая.	Бледнорозовая. Неравномер- ная, фиолетовая.
Лимфоциты	Округлое или бобовидное. Неравно- мерная крупноглыбчатая. Темно- фиолетовая.	В виде узкого голубого обод- ка. Иногда единичные фиоле- товые гранулы.
Моноциты	Полиморфное: округлое, бобовидное. Равномерная сетчатая. Светло- фиолетовая.	Обильная, бледно-голубая или сероватая. Иногда мелкая, бледно-фиолетовая.

## 6. Лейкоцитарная формула здорового человека.

Таблица 19

Вид лейкоцита	Размер, мкм	Содержание в крови		
		в 100 лейкоцитах	в 1 мкл	в 1 литре
палочкоядерные	10-15	1-6%	40-300	$0,040-0,300 \times 10^9$
сегментоядерные	10-15	47-72%	2000-5500	$2,0-5,0 \times 10^9$
эозинофилы	12-15	0,5-5%	20-300	$0,2-0,3 \times 10^9$
базофилы	8-12	0-1%	0-65	$0-0,065 \times 10^9$
лимфоциты	8-10	19-37%	1200-3000	$1,2-3, \times 10^9$
моноциты	15-20	3-11%	90-600	$0,09-0,6 \times 10^9$

Увеличение числа форменных элементов крови: **эритроцитоз, лейкоцитоз, тромбоцитоз** (*истинный* - в результате усиленного образования, *перераспределительный, реактивный* - в результате поступления из депо крови).

Уменьшение числа форменных элементов крови: **эритропения, лейкопения, тромбоцитопения.**

## 7. Пигменты крови.

В процессе эволюции внутренней среды возникло несколько типов пигментов (металлопротеидов), обеспечивающих перенос и депонирование кислорода и углекислого газа, и участвующих в тканевом дыхании. Железосодержащие пигменты: *гемоглобин, миоглобин, гемэритрин, хлорокруорин*. Медьсодержащие пигменты: *гемоцианин*. Ванадийсодержащие пигменты: *гемованадин*.

**Состав гемоглобина:** четыре части глобулярного белка и гемм (двухвалентное железо). У разных видов животных строение гемма одинаково, а глобин отличается по аминокислотному составу.

## 8. Формы и соединения гемоглобина.

Таблица 20

Форма	Период существования
НбР – примитивный	7-12 нед. внутриутробного развития
НбF – фетальный (плодный)	на 9-й неделе внутриутробного развития
НбA – гемоглобин взрослых	появляется перед рождением
Соединение	Вещество, соединяемое с Нб
Оксигемоглобин	Кислород ( $O_2$ )
Карбогемоглобин	Углекислый газ ( $CO_2$ )
Метгемоглобин	Окислители, переводящие $Fe^{+2}$ в $Fe^{+3}$
Карбоксигемоглобин (в норме 1%, при курении 3-10%)	Угарный газ (CO)
Солянокислый гематин	Соляная кислота (HCl)

**9. Гемолиз** - процесс разрушения эритроцитов, при котором гемоглобин выходит в плазму. *Гемолизированная (лаковая) кровь* – прозрачная жидкость красноватого цвета. **Причины гемолиза:** физическое воздействие на  $E_r$  ( $t^0 C$ , ультразвук); химические агенты (изменение pH и электролитного состава, недостаток ненасыщенных жирных кислот в плазме), гемолитические яды растительного, животного и бактериального происхождения; биологические (переливание крови несоответствующей группы, антитела).

## 10. Биохимические показатели крови, плазмы и сыворотки.

Таблица 21

Показатель	Исследуемый материал	Значение
Азот аммиака остаточный	сыворотка	14,3-25,0 ммоль/л 7,14-21,42 ммоль/л 14,3-28,6 ммоль/л
Билирубин: общий прямой	сыворотка	8,5-20,5 мкмоль/л 2,2-5,1 мкмоль/л
Галактоза	сыворотка	111-943,7 мкмоль/л
Глюкоза	сыворотка кровь	3,88-6,1 ммоль/л 3,33-5,55 ммоль/л
Гаптоглобин, суммарный	сыворотка	0,83-2,67 г/л
Гликопротеиды, общие	сыворотка	1,2-1,6 г/л
Железо: мужчины женщины	сыворотка	8,95-28,64 мкмоль/л 7,16-26,85 мкмоль/л
Жирные кислоты, общие	сыворотка	9-15 ммоль/л
Жирные кислоты, свободные натошак после приёма пищи	сыворотка плазма плазма	0,3-0,9 ммоль/л 640-880 мкмоль/л 780-1180 мкмоль/л
Индикан	сыворотка	0,87-3,13 мкмоль/л
Йод белковосвязанный	сыворотка	315,2-630,4 нмоль/л
Йод бутанолэкстрагируемый	сыворотка	275,8-512,23 нмоль/л
Калий	сыворотка	3,4-5,33 ммоль/л
Кальций: общий ионизированный	сыворотка	2,0-2,5 ммоль/л 1,05-1,3 ммоль/л
Кетоновые тела	кровь	30 мг/л
Креатин: мужчины женщины	сыворотка, плазма	15,25-45,75 мкмоль/л 45,75-76,25 мкмоль/л
Креатинин	сыворотка, плазма	53,0-106,1 мкмоль/л
Липиды, общие	сыворотка	3,5-8,0 г/л
Магний	сыворотка	0,75-1,25
Медь: мужчины женщины	сыворотка, плазма	11-22 мкмоль/л 12,524,3 мкмоль/л
Метгемоглобин	кровь	0-37,2 мкмоль/л
Молочная кислота	артериальная кровь венозная кровь	0,33-0,78 ммоль/л 0,55-2,22 ммоль/л
Миоглобин	сыворотка	≤ 95 мкг/л
Мочевая кислота	сыворотка	0,12-0,24 ммоль/л
Мочевина	сыворотка	2,5-8,32 ммоль/л
Натрий	плазма	134-169 ммоль/л
Преальбумин	плазма	1,64-6,56 мкмоль/л
Протромбин	плазма	1,4-2,1 мкмоль/л

## 11. Белки плазмы крови.

**Альбумины** - составляют 60% белков плазмы, обладают небольшой молекулярной массой (70000), синтезируются в печени, на 80% определяют онкотическое давление плазмы, обеспечивают перенос кровью холестерина, билирубина, жирных кислот, солей желчных кислот и тяжёлых металлов, фармакологических препаратов (антибиотиков, сульфаниламидов и др.).

**Глобулины** - составляют 40% белков плазмы, образуются в печени, костном мозге, селезёнке, лимфатических узлах и подразделяются на фракции:

**Альфа<sub>1</sub>-глобулины** - гликопротеины, в составе которых циркулирует примерно 60% всей глюкозы плазмы, и мукопротеины, содержащие мукополисахариды.

**Альфа<sub>2</sub>-глобулины** состоят из медьсодержащего белка церулоплазмينا, связывающего до 90% меди, содержащейся в плазме.

Альфа-глобулины транспортируют гормоны, витамины, липиды, микроэлементы. К ним относятся *эритропоэтин, плазминоген, протромбин*.

**Бета-глобулины** участвуют в транспорте фосфолипидов, холестерина, стероидных гормонов, катионов металлов. К  $\beta$ -глобулинам относятся белок трансферрин, осуществляющий перенос железа кровью, и многие факторы свёртывания крови.

**Гамма-глобулины** включают в себя антитела или иммуноглобулины 5 классов: IgA, IgG, IgM, IgD, IgE, которые защищают организм от бактерий и вирусов, а также  $\alpha$  и  $\beta$ -агглютинины крови, определяющие её групповую принадлежность.

**Фибриноген** занимает промежуточное положение между фракциями  $\beta$ - и  $\gamma$ -глобулинов, является первым фактором свёртывания крови, образуется в печени, а его концентрация в плазме составляет 0,3%.

Таблица 22

### 11.1 Содержание иммуноглобулинов в сыворотке крови

Имуноглобулины		Значение				
	IgA	0,90-450 г/л				
	IgA1	90%				
	IgA2	10%				
	IgD	0-0,15 г/л				
	IgE	0-380 кМЕ/л				
	IgG	5,65-17,65 г/л				
	Норма, МЕ/мл					
	дети до 1 года	дети от 1 до 3 лет	дети от 3 до 7 лет	дети от 7 до 16 лет	взрослые	
IgG	33-109	62-143	70-168	72-172	95-235	
IgM	14-80	33-143	58-201	80-319	55-250	
IgA	47-154	55-180	64-176	63-172	60-405	

### 12. Функции белков плазмы крови.

Белки плазмы крови выполняют следующие функции:

- обуславливают онкотическое давление, от величины которого зависит регуляция водного обмена между кровью и тканями;
- поддерживают кислотно-щелочное состояние крови, т.к. обладают буферными свойствами;
- обеспечивают определённую вязкость крови;
- препятствуют оседанию эритроцитов;
- участвуют в процессах свёртывания крови;
- являются факторами иммунитета;
- переносят некоторые органические и минеральные вещества;
- осуществляют креаторные связи;
- участвуют в построении тканевых белков.

### 13. Содержание аминокислот в сыворотке здоровых людей, мкмоль/л.

Таблица 23

Аминокислоты	Мужчины	Женщины
Аспарагиновая	17,7 ± 4,4	16,9 ± 4,9
Треонин	138,4 ± 33,2	127,4 ± 30,5
Серии	112,4 ± 27,9	109,0 ± 22,6
Аспарагин	43,3 ± 19,5	38,1 ± 16,6
Глутаминовая	65,8 ± 23,7	57,6 ± 27,8
Глутамин	540,8 ± 132,1	503,0 ± 19,0
Пролин	277,7 ± 90,7	223,1 ± 64,5
Глицин	241,5 ± 57,5	233,8 ± 85,8
Аланин	458,1 ± 109,4	404,4 ± 90,6
Цитруллин	31,5 ± 11,0	27,3 ± 12,4
Валин	270,6 ± 57,2	236,9 ± 47,9
Цистин	122,5 ± 19,9	115,2 ± 14,6
Метионин	26,2 ± 8,44	20,3 ± 6,2
Изолейцин	78,2 ± 26,0	62,5 ± 14,3
Лейцин	143,3 ± 43,6	116,7 ± 27,7
Тирозин	72,9 ± 20,3	62,9 ± 19,8
Фенилаланин	65,1 ± 15,7	59,9 ± 10,2
Орнитин	70,4 ± 16,7	63,3 ± 16,3
Лизин	187,5 ± 48,5	171,2 ± 42,7
Гистидин	95,7 ± 17,0	88,9 ± 18,0
Триптофан	38,6 ± 18,5	32,1 ± 19,8
Аргинин	104,1 ± 30,5	86,2 ± 24,8
Всего	3225,7 ± 486,8	2862,3 ± 394,9

### 14. Группы крови.

Таблица 24

Группа крови	Система АВО	
	агглютиногены (эритроциты)	агглютинины (плазма)
I (0)	0	α, β
II (A)	A	β
III (B)	B	α
IV (AB)	AB	0

Таблица 25

#### 14.1 Оценка результатов определения групп крови с помощью стандартных сывороток

Исследуемые эритроциты крови	Стандартные сыворотки			
	I	II	III	IV
I (0)	-	-	-	-
II (A)	+	-	+	-
III (B)	+	+	-	-
IV (AB)	+	+	+	-

Примечание: + агглютинация; - отсутствие агглютинации.

## 15. Гемостаз.

**Тромбоцитарный (первичный) гемостаз.** При нарушении целостности стенки микрососуда формируются следующие реакции:

сокращение сосуда в месте повреждения;  
шунтирование крови выше повреждённого участка;  
собственно тромбоцитарные реакции

**Коагуляционный (вторичный гемостаз)** - процесс формирования и закрепления тромбов. При повреждении сосудистой стенки в связи с изменением электрического заряда с «-» на «+» отрицательно зависимые тромбоциты приклеиваются к месту повреждения – адгезия. Новые порции тромбоцитов, соприкасаясь с адгезированными тромбоцитами подвергается агрегации (скупиванию). Затем образуется тромбоцитарный тромб, который уплотняется и сокращается. Его формирование усиливается образованием фибрина вследствие активации системы свёртывания крови.

## 16. Система свёртывания крови.

Обеспечивает остановку кровотечения благодаря образованию фибриновых тромбов.

В физиологических условиях большинство факторов свёртывания крови содержатся в ней в неактивном состоянии в виде неактивных форм ферментов, обозначаемых римскими цифрами I, II, VIII, IX, X, XI, XII, XIII. Повреждение сосуда приводит к их активации. При этом переход в активное состояние одного фактора вызывает активацию следующего, образуя цепную или каскадную реакцию, результатом которой является образование фибриновых нитей, которые формируют сеть тромба.

В начале этой реакции в крови в зоне повреждённого сосуда образуется активная протромбокиназа, которая превращает неактивный протромбин в тромбин – активный протеолитический фермент, который отщепляет от молекулы фибриногена 4 пептида мономера. Каждый из мономеров имеет 4 свободных связи, соединяясь которыми друг с другом, они в течение нескольких секунд формируют волокна в результате образования в фибрине дополнительных дисульфидных связей. Образующаяся сеть укрепляется под влиянием фибринстабилизирующего фактора (XIII), который активируется тромбином в присутствии  $Ca^{2+}$ . В этой сети задерживаются Tt, L, E<sub>g</sub> и белки плазмы, которые и формируют фибриновый тромб.

Ускорение реакции свёртывания обеспечивают неферментные белки - акселераторы (факторы V, VII), которые взаимодействуют с фосфолипидными поверхностями Tt-ов (тромбоцитарный фактор 3) и с участками мембран других повреждённых клеток.

После образования сгустка (тромба) через 30-60 мин начинается его сокращение – ретракция, связанное с сокращением нитей актина и миозина тромбоцитов, а также сети фибрина под влиянием тромбина и ионов кальция. В результате ретракции сгусток сжимается и тромб уплотняется.

## 17. Противосвёртывающие механизмы.

Поддержание крови в жидком состоянии в результате ограничения процесса тромбообразования обеспечивают гладкая поверхность сосудистой стенки и физиологические антикоагулянты:

антитромбин III (альфа-2-глобулин) – ингибирует активность тромбина;

гепарин (сульфатированный полисахарид) – образует комплекс с антитромбином III и усиливает его эффект в 1000 раз;

протеины «С» - инактивирует VIII и V факторы свёртывания крови и «S» - снижает способность тромбина активировать VIII и V факторы свёртывания крови;

простациклин – ингибитор агрегации тромбоцитов (образующихся из арахидоновой кислоты).

## 18. Фибринолиз.

Фибринолиз – процесс разрушения сгустка крови, связанный с расщеплением фибрина и фибриногена на мелкие фрагменты, и обеспечивающий восстановление просвета сосудов, закупоренных тромбами.

Фибринолиз осуществляется системой ферментов, основным является плазмин – расщепляет фибрин, фибриноген, V, VII, XII ферменты свёртывания крови и протромбин. Фибринолиз продолжается несколько дней. Выброс активаторов фибринолиза наблюдается при физических нагрузках и под влиянием адреналина и норадреналина.

## 19. Показатели лимфы человека

Таблица 26

Показатель	Значение
Количество в организме	1,5-2 л
Удельный вес	1010-1023
Относительная плотность	1,012-1,023
pH	7,35-9,2
Общий белок	25-56,1 г/л
Альбумины	15,0-40,0 г/л
Глобулины	10,0-16,0 г/л
Фибриноген	1,5-4,6 г/л
Липиды в виде хиломикронов	у голодного животного 626 мг%
Хлор	92,0–140,7 ммоль/л
Бикарбонаты	114,3– 137,5 ммоль/л
В сутки через грудной проток протекает лимфы, мл	1000-3000
Ферменты	Диастаза, липаза
Лейкоциты (г.о. лимфоциты)	1 до 22 x 10 <sup>9</sup> /л
Лейкоцитарная формула лимфы (по Б.Н. Ткаченко):	
лимфоциты	90%
моноциты	5%
сегментоядерные нейтрофилы	1%
эозинофилы	2%
другие клетки	2%
Тромбоциты	5-35 x 10 <sup>9</sup> /л
Время свертывания лимфы	10-15 минут

## 20. Функции лимфатической системы.

*Возврат белков, электролитов и воды из интерстиция в кровь.* За одни сутки в кровоток лимфа возвращает 100 г белка. При массивной кровопотере увеличивается поступление лимфы в кровь. При перевязке или закупорке лимфатического сосуда развивается лимфатический отек ткани (скопление жидкости в тканях).

*Резорбтивная функция.* Через поры в лимфатических капиллярах в лимфу проникают коллоидные вещества, крупномолекулярные соединения, лекарственные препараты, частицы погибших клеток.

*Барьерная функция* осуществляется за счет лимфоузлов, задерживающих инородные частицы, микроорганизмы и опухолевые клетки.

*Участие в энергетическом и пластическом обмене веществ.* Лимфа приносит в кровь продукты метаболизма, витамины, электролиты и другие вещества.

*Участие в жировом обмене.* Жиры из кишечника после их всасывания поступают в лимфатические сосуды, затем в кровеносную систему и в жировые депо в виде хиломикронов.

*Участие в обмене жирорастворимых витаминов (А, Е, К),* которые сначала всасываются в лимфу, а затем в кровь.

*Иммунобиологическая функция.* В лимфоузлах образуются плазматические клетки, вырабатывающие антитела. Там же находятся Т- и В-лимфоциты, отвечающие за иммунитет.

## 21. Специфические и неспецифические механизмы защиты.

Таблица 27

Тип защиты	Факторы
Неспецифический (резистентность)	Фагоцитоз
Специфический (иммунитет)	Индукция образования иммуноглобулина и специфически сенсibilизированных лимфоцитов
Естественный пассивный индуцированный	Материнский МgG у новорожденных Введение ксеногенных или аллогенных антител
Естественный активный индуцированный	Иммунизация в результате инфекции Иммунизация с помощью вакцин

## 22. Макрофаги в различных тканях.

Таблица 28

Ткань	Клетки
Костный мозг	Промоноциты
Печень	Купферовские клетки (макрофаги синусов)
Легкое	Альвеолярные макрофаги (подвижные)
Селезенка	Макрофаги селезенки
Лимфоузлы	Макрофаги лимфоузлов свободные и фиксированные
Костная	Остеокласты
Нервная	Микроглия
Соединительная	Гистиоциты
Перитонеальная полость	Подвижные макрофаги перитонеального экссудата
Кровь	Моноциты

## VI. ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

### 1. Понятие дыхания. Типы дыхания. Транспорт дыхательных газов.

**Дыхание** – обмен газами между клетками и окружающей средой.

Таблица 29

O <sub>2</sub>			
Конвекционный транспорт в альвеолы (вентиляция)	Диффузия из альвеол в кровь лёгочный капилляр	Конвекционный перенос кровью к капиллярам тканей	Диффузия из капилляров в окружающие ткани
CO <sub>2</sub>			
Конвекционный транспорт из альвеол	Диффузия из лёгочных капилляров в альвеолы	Конвекционный перенос кровью к лёгочным капиллярам	Диффузия в капилляры из окружающих тканей

*Грудной (рёберный) тип дыхания* - расширение грудной клетки, связанное с поднятием или опусканием ребер за счёт работы межреберных мышц, а диафрагма смещается пассивно в соответствии с изменениями внутригрудного давления.

*Брюшной тип дыхания* - расширение грудной клетки, связанное с мощным сокращением диафрагмы, в результате которого сильно смещаются органы брюшной полости и живот «выпячивается».

### 2. Воздухоносные пути и их функции.

Воздухоносная пути: носовая полость, носоглотка, гортань, трахея, главные бронхи, мелкие бронхи (до 16 ветвления), конечные бронхиолы, дыхательные бронхиолы (после 17-19-го делений, в их стенках имеются отдельные альвеолы), альвеолярные ходы (после 20 деления, плотно окружены альвеолами).

В 1-7 отделах перенос воздуха осуществляется путём конвекции, а в 8-9 – путём диффузии.

*Функции воздухоносных путей:* проведение воздуха, очистка вдыхаемого воздуха, согревание воздуха, увлажнение воздуха.

### 3. Альвеолярно-капиллярная мембрана. Сурфактант.

Альвеолярно-капиллярная мембрана (аэрогематический барьер) образована альвеолярным эпителием, интерстициальным пространством, эндотелием капилляра.

Общая толщина АКМ не превышает 1 мкм.

Внутренняя поверхность альвеол выстлана тонкой плёнкой жидкости, в которой содержатся белки, липиды и *сурфактанты* – поверхностно-активные вещества, снижающие силы поверхностного натяжения в альвеолах.

### 4. Анатомически и функциональное мёртвое пространство.

*Анатомически мёртвое пространство* - объём воздухоносных путей, где не происходит газообмена.

*Функциональное мёртвое пространство (физиологическое)* – все участки дыхательной системы, в которых не происходит газообмена: воздухоносные пути и альвеолы, которые вентилируются, но не перфузируются кровью.

В норме АМП = ФМП, при заболеваниях ФМП больше АМП.

Вентиляция мёртвого пространства – ДО/З.

## 5. Вентиляция и газообмен.

Таблица 30

Показатель	Значение
Частота дыхания: у новорожденных у грудных	12-18 в 1 мин (ср. 14) 40-50 в 1 мин 30-40 в 1 мин
Дыхательный объем (ДО), л Резервный объем вдоха, л Резервный объем выдоха, л Остаточный объем (ОО), л Жизненная емкость легких (ЖЕЛ), л Функциональная остаточная емкость (ФОЕ), л Емкость вдоха, л Общая емкость легких (ОЕЛ), л Объем мертвого пространства, л	0,3-0,9 (15% ЖЕЛ) 1,5-2,0 1,0-1,5 (25% ЖЕЛ) 1,0-1,5 муж. 3,5-5,0 жен. 2,6-3,8 2,5 2,0 3,5-6,0 0,14-0,17
Минутный объем дыхания (МОД), л Максимальная вентиляция легких (МВЛ), л/мин: Резерв дыхания (МВЛ-МОД) / МВЛ x 10, % Отношение продолжительности фазы вдоха к фазе выдоха ОО/ОЕМ x 100, % Вентиляционный индекс (МОД/ЖЕЛ) Коэффициент легочной вентиляции Легочная вентиляция (ЛВ), л/мин: в покое при работе Вентиляционный эквивалент (ЛВ /объем O <sub>2</sub> , потребленный за 1 мин) Альвеолярная вентиляция, л/мин Дыхательный резерв (МОД/МВЛ), %	6-88 муж. 120-170 жен. 125-140 85-90 1:1,2 20 2 1/7 6-10 50-100 24-28 4,2 8
Подвижность грудной клетки (разница в объеме между вдохом и выдохом), см	муж. 7-10 жен. 5-8
Количество поглощаемого O <sub>2</sub> в 1 мин, л: в покое при быстрой ходьбе при тяжелой физической работе Количество выделяемого CO <sub>2</sub> в 1 мин, л Дыхательный коэффициент Коэффициент использования O <sub>2</sub> (КИ O <sub>2</sub> ) в лёгких из 1 л вентилярованного воздуха, л Коэффициент утилизации кислорода (КУ O <sub>2</sub> ), %: в покое при работе	0,25-0,3 до 2,5 до 4,0 0,2-0,25 0,7-1,0 0,2-0,6 30-40 50-60
Внутриплевральное отрицательное давление, мм рт. ст.: при вдохе при выдохе	4-5 (6-8 см H <sub>2</sub> O) 2-3 (3-5 см H <sub>2</sub> O)
Доля силы поверхностного напряжения альвеол в обеспечении эластической тяги легких	2/3

Число альвеол в лёгких, млн	725-750
Диаметр альвеол, мм	0,1-0,35
Суммарная поверхность альвеол, м <sup>2</sup>	50-90
Суммарная поверхность капилляров, оплетающих альвеолы, м <sup>2</sup>	140
Толщина лёгочной мембраны, мкм	0,4-1,5
Лёгочный капиллярный кровоток, мл/мин	5400
Давление в лёгочной артерии, мм рт.ст	25
Лёгочное капиллярное давление крови, мм рт.ст	8
Время прохождения частицы крови через малый круг кровообращения, с	10
Кислородносвязывающая способность 1 г Нв, мл О <sup>2</sup>	1,34
Кислородная ёмкость крови, %	19

## 6. Типы вентиляции

*Нормовентиляция* – нормальная вентиляция, при которой парциальное давление CO<sub>2</sub> в альвеолах поддерживается на уровне 40 мм рт.ст. (5,3 кПа).

*Гипервентиляция* – усиленная вентиляция, превышающая метаболические потребности организма.

*Гиповентиляция* – пониженная вентиляция относительно метаболических потребностей организма.

*Повышенная вентиляция* – любое увеличение альвеолярной вентиляции по сравнению с уровнем покоя независимо от парциального давления газов в альвеолах.

*Эупноэ* – нормальная вентиляция в покое, сопровождающаяся субъективным чувством комфорта.

*Гиперпноэ* – увеличение глубины дыхания независимо от того, повышена ли при этом частота дыхательных движений или нет.

*Тахипноэ* – увеличение частоты дыхания.

*Брадикапноэ* – снижение частоты дыхания.

*Апноэ* – остановка дыхания, обусловленная г.о. отсутствием физиологической стимуляции напряжения CO<sub>2</sub> в артериальной крови).

*Диспноэ (одышка)* – неприятное субъективное ощущение недостаточности или затруднённости дыхания.

*Ортопноэ* – выраженная одышка, связанная с застоем крови в лёгочных капиллярах в результате недостаточности левого сердца. Это состояние усугубляется в горизонтальном положении тела.

*Асфиксия* – остановка или угнетение дыхания, связанные г.о. с параличом дыхательных центров. Газообмен при этом нарушается в сторону гипоксии и гиперкапнии.

## 7. Вентиляционно-перфузионные отношения в разных зонах лёгких.

Таблица 31

Зона лёгких	Кровоток на % объёма	Вентиляция на % объёма	ВПК	РаО <sub>2</sub> в крови (мм рт.ст.)
Верхушки	0,01	0,03	3,0	120
Средняя	0,06	0,05	0,8	98
Основания	0,1	0,07	0,7	92

## 8. Дыхательный цикл.

Дыхательный цикл или ритм состоит из 3-х фаз:  
*инспирация* – вдох (инспираторные мышцы сокращаются);  
*постинспирация* (инспираторные мышцы некоторое время остаются сокращёнными, а затем постепенно расслабляются: воздух, поступивший при вдохе, на время задерживается, а затем пассивно выдыхается);  
*активная экспирация* – выдох (сокращаются экспираторные мышцы).

## 9. Патологически типы дыхания.

*Тип Чейна-Стокса* – за несколькими глубокими вдохами следует остановка дыхания, затем снова глубокие дыхательные движения (при уремии, при отравлении, может быть во сне и в условиях высокогорья).

*Дыхание Биота (гастинг)* – длительная задержка дыхания на выдохе с редкими короткими вдохами (при повреждении головного мозга, повышении внутричерепного давления, у недоношенных детей).

*Апнейзис* – длительная задержка дыхания на высоте вдоха, периодически прерываемая короткими выдохами.

*Дыхание Куссмауля* – гипервентиляция с глубоким дыханием (при сахарном диабете, ацидозе).

# VII. ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ

## 1. Понятие и типы пищеварения.

**Пищеварение** - комплекс физических процессов, идущих в определённой последовательности во всех отделах пищеварительного тракта и обеспечивающих выработку и превращение пищевых продуктов в химические соединения, способные усваиваться клетками организма.

Таблица 32

<b>Типы пищеварения</b>		
<b>по источникам ферментов</b>		
Собственное	Симбионтное	Аутолитическое
источник ферментов - сам организм	ферменты синтезируются симбионтными микроорганизмами пищеварительного тракта	ферменты находятся в самой пище
<b>по месту действия ферментов</b>		
Внутриклеточное	Мембранное	Внеклеточное
ферменты действуют внутри клетки	ферменты расположены на мембране кишечных клеток	ферменты выделяются в специальные полости и за пределы организма

## 2. Виды моторики пищеварительного тракта.

*Ритмическая сегментация* – обеспечивается сокращениями циркулярного слоя мышц и приводит к перемешиванию химуса.

*Маятникообразные сокращения* – обусловлены сокращениями продольного слоя мышц с участием циркулярного, обеспечивают перемещения химуса вперёд – назад и поступательное движение.

*Перистальтические сокращения* (очень медленные, медленные, быстрые, стремительные) – в виде перистальтических волн: выше химуса за счёт сокращения циркулярных мышц образуется перехват, а ниже химуса, в результате сокращения продольных мышц, расширение полости.

*Тонические сокращения* суживают просвет отдела пищеварительного тракта.  
*Антиперистальтические сокращения* - перистальтическая волна распространяется в оральном направлении, наблюдаются при акте рвоты.

### 3. Функции пищеварительной системы.

Таблица 33

Функция	Чем осуществляется	В чем заключается
<i>Двигательная (моторная)</i>	мускулатурой пищеварительного тракта	в жевании, глотании, перемешивании и передвижении пищи по желудочно-кишечному тракту и удалении непереваренных остатков
<i>Всасывательная</i>	слизистой оболочкой пищеварительного тракта	в поступлении из пищеварительного тракта в кровь и лимфу продуктов расщепления пищевых веществ
<i>Инкреторная</i>	внутрисекреторными клетками слизистой пищеварительного тракта и поджелудочной железой	в синтезе гормонов, регулирующих остальные функции пищеварительного тракта
<i>Экскреторная</i>	печенью, кишечником	в выделении в полость пищеварительного тракта продуктов обмена, воды, солей тяжёлых металлов и лекарственных веществ, и их удалении из организма
<i>Непищеварительная</i>	органами пищеварительной системы	в участии в вводно-солевом обмене, в реакциях местного иммунитета, в гемопозе, в фибринолизе

### 4. Глотание.

**Акт глотания** - рефлекторный процесс проведения пищевого комка через пищевод в желудок. Центр находится в продолговатом мозге на дне IV желудочка. *Фазы:*

*Ротовая (произвольная)* – пищевой комок объемом 5-15 см<sup>3</sup> перемещается на корень языка за передние дужки.

*Глоточная (быстрая непроизвольная)* – сопряжена с закрытием носовых и дыхательных путей, обусловленным сокращением мышц, приподнимающих мягкое нёбо и вызывающих поднятие гортани. После поступления пищевого комка в полость глотки, происходит сокращение её мышц выше пищевого комка, что способствует его продвижению в пищевод.

*Пищеводная (медленная непроизвольная)* – заключается в открытии глоточно-пищеводного сфинктера и поступлении пищевого комка в пищевод, а затем в желудок. Длительность фазы для твёрдой пищи в среднем 8-9 с, для жидкой – 1-2 с.

### 5. Количественный и качественный состав смешанной слюны (Н.В. Семенов)

Таблица 34

Показатель	Диапазон колебаний и среднее значение
Количество в сутки, мл	1400–1500
Скорость выделения, мл/мин	0,1–1,8(0,57)
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,002–1,020 5,6–7,6 (6,75)
Вязкость при 38°С	22–23

Вода, %	99,14–99,42
Плотные вещества, %	0,58–0,86 (386–860 мг/100 мл)
Газы слюны, %:	
кислород	0,5–0,8
углекислый газ	8,0–44,0
азот	0,9–1,0
Общий белок, мг/100 мл	242
Альбумин, %	7,6
Глобулины, %:	
α-глобулины	11,1
β-глобулины	43,3
γ-глобулины	18,5
Лизоцим, мг/100 мл	18,1
Муцин, мг/100 мл	270
Кислая фосфатаза, мг/мл	22,0–23,8
Щелочная фосфатаза, мг/мл	5,5–6,0

## 6. Секрция желудочного сока.

Таблица 35

Клетки желез желудка		
главные	обкладочные	добавочные, мукоциты
вырабатывают неактивные ферменты пепсиногены	вырабатывают соляную кислоту	вырабатывают мукоидный секрет

### Фазы секреции желудочного сока:

*Сложно-рефлекторная (мозговая)* – начинается с раздражения обонятельных, зрительных и слуховых рецепторов. Сок, выделяемый в эту фазу, называется *аппетитным*.

*Желудочная* – наступает с момента попадания пищи в желудок.

*Кишечная* – начинается при переходе химуса из желудка в кишечник.

Центр отделения желудочного сока находится в продолговатом мозге.

Таблица 36

### 6.1 Стимуляторы и ингибиторы желудочной секреции

Стимуляторы	Ингибиторы
Гастрин	pH в антруме ниже 2,5
Ацетилхолин	Секретин
Гистамин	Простагладины
Гиперкальциемия	Глюкагон
Гиперкалиемия	Гипермагниемия
Прозерин	Адреналин
Глюкокортикоиды	Серотонин
Пакреозимйн	Гепарин
Кинины	
Метилксантины	
Инсулин	

## 7. Пищеварительная функция печени.

**Холерез** – желчеотделение, происходит постоянно (500-1500 мл/сутки), желчь скапливается в желчном пузыре.

**Холекинез** - желчевыделение в желчный пузырь или просвет двенадцатиперстной кишки. Происходит через 3-12 мин после начала приёма пищи: первой выделяется желчь из желчного пузыря (пузырная), а затем из печени (печёночная).

Таблица 37

### 7.1 Состав и свойства печеночной и пузырной желчи

Компоненты	Печеночная желчь	Пузырная желчь
Na <sup>+</sup> , ммоль/л	165	280
K <sup>+</sup> , ммоль/л	5	10
Ca <sup>2+</sup> , ммоль/л	2,5	12
Cl <sup>-</sup> , ммоль/л	90	15
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , ммоль/л	45	8
Желчные кислоты, ммоль/л	35	310
Лецитин, ммоль/л	1	8
Желчные пигменты, ммоль/л	0,8	3,2
Холестерол, ммоль/л	3	25
pH	7,3-8,0	6,0-7,0
Цвет	золотисто-жёлтый	тёмно-коричневый
Относительная плотность	1,008-1,015	1,026-1,048

## 8. Гормоны и биологически активные пептиды желудочно-кишечного тракта

Таблица 38

Гормоны	Основные функции
Гастрин	Стимулирует желудочную секрецию
Секретин	Стимулирует панкреатическую секрецию
Холецистокинин	Стимулирует панкреатическую секрецию ферментов и сокращения желчного пузыря
Соматостатин	Угнетает желудочную и панкреатическую секрецию
Панкреатический полипептид	Угнетает секрецию панкреатического сока и желчи
Урогастрон	Угнетает желудочную секрецию
Энтероглокагон	Угнетает желудочную и панкреатическую секрецию, стимулирует желчеотделение
Нейротензин	Угнетает секрецию и опорожнение желудка, вызывает сужение сосудов
ГИП (глюкозозависимый инсулиноотропный пептид)	Вызывает высвобождение инсулина
ВИП (вазоактивный интестинальный полипептид)	Угнетает желудочную секрецию, стимулирует панкреатическую секрецию (бикарбоната) и независимое от желчных кислот желчеотделение. Расслабляет гладкие мышцы
Вещество P	Стимулирует слюнные железы и сокращение гладких мышц
Энкефалины, эндорфины	Угнетают сокращения гладких мышц

## 9. Пищеварительные соки.

Таблица 39

Показатели	Характеристика
<b>Слюна</b>	
Количество, мл/сут.	1400-1500
Удельный вес	1,002-1,020
pH	6,75 (5,6-7,6)
Белок общий, г/л	3,86(1,56-6,30)
Амилаза	из 1500 мл слюны выделяют 150 мг кристалл. амилазы
Лизоцим, мг/л	1,7 + 0,2
<b>Желудочный сок</b>	
Количество, л/сут.	2-3
Удельный вес	1,006 (1,004-1,010)
pH	1,49-1,80
Вода, %	99,4
Скорость секреции, мл/мин	1,0 (0,7-9,5)
Липаза, ед/мл	7,0-8,4
Лизоцим, мг/л	7,57 (2,6-19,2)
Пепсин, гемоглобиновых ед./час	4119(0-8335)
Химазная (молокосвертывающая) активность пепсина, химазных ед.	40-60
<b>Панкреатический сок</b>	
Количество, мл/сут.	600-700
Удельный вес	1,005-1,014
pH	8,6-9,0
Вода, %	98,7
Белок общий, г/л	1,9-3,4
Липаза, ед. в 100 мл сока	300,0-2788 (по Агару)
Трипсин, ед./л	71-428
Химотрипсин, мг/л	1740
Амилаза по Вольгемуту, ед.	160-250
<b>Сок тонкого отдела кишечника</b>	
Суточное количество, мл	около 1000,0
Скорость секреции, мл/мин	0,43(0,17-0,70)
Удельный вес	1,007-1,010
pH	6,51 (5,07-7,07)
Вода, %	98,7
<b>Сок толстого кишечника</b>	
Суточное количество, мл	
средний отдел	840,0 (27,0-4550,0)
нижний отдел	555,0 (420,0-705,0)
Скорость секреции, мл/мин:	
средний отдел	0,56(0,18-1,05)
нижний отдел	0,37(0,28-0,47)
pH:	
верхний отдел	6,1
средний отдел	7,05 (6,77-7,21)
нижний отдел	7,23(7,16-7,31)
Вода, %	90,5 (86,4-93,9)

## 10. Состав микрофлоры кишечника здорового человека

Таблица 40

Микрофлора	Норма
Общее количество кишечной палочки	$10^7-10^8$
Кишечная палочка со слабыми ферментативными свойствами	до 10%
Лактозонегативные энтеробактерии	до 5%
Энтерококк	$10^6-10^7$
Бифидобактерин	$10^8$ и выше
Микробы рода протей	$0-10^3$
Дрожжеподобные грибы	$0-10^4$

## VIII. СЕРДЦЕ. ГЕМОДИНАМИКА

### 1. Проводящая система сердца.

Волокна проводящей системы сердца называются атипической мышечной тканью (АМТ) и обеспечивают автоматию сердца.

У холоднокровных животных эти волокна располагаются правильными рядами и кольцеобразно охватывают венозный синус, в атриовентрикулярном мостике, в бульбусе аорты. На границе предсердий и желудочка волокна образуют спираль и далее спускаются по желудочку к верхушке сердца.

У птиц и млекопитающих АМТ подразделяется на уровни:

*Первый узел* – синусо-предсердный, синоатриальный или узел Кейт-Флака, или пейсмейкер первого порядка – располагается в месте впадения верхней полой вены в правое предсердие. Это главный центр автоматии сердца или водитель ритма.

*Второй узел* – предсердно-желудочковый, атриовентрикулярный, узел Ашоффа-Товара – пейсмейкер второго порядка, располагается в толще сердечной перегородки на границе предсердий и желудочков. Узел состоит из 3, обладающих собственной частотой возбуждения, частей: 1- верхняя – предсердная; 2 – средняя желудочковая; 3 – нижняя - желудочковая.

*Пучок Гиса* - начинается от 2 узла, проходит по межжелудочной перегородке и делится на 2 ножки, идущие в правый и левый желудочки.

*Волокна Пуркинье* - представляют собой ветвление ножек пучка Гиса.

### 2. Градиент автоматии сердца.

Таблица 41

Уровень проводящей системы	Число разрядов, имп/мин	Скорость проведения возбуждения, м/с
1 узел	60-80	
2 узел	40-50	0,05
пучок Гиса	30-40	1,0-1,5
волокна Пуркинье	□ 20	2,0-3,0

**Закон градиента сердца** (В. Гаскелл): степень автоматии отдела проводящей системы тем выше, чем ближе он расположен к первому узлу.

### 3. Сердечный цикл и тоны сердца.

Сердечный цикл состоит из 3 основных фаз: систолы предсердий, систолы желудочков и общей паузы или диастолы.

**Систола предсердий** длится 0,1 с, при этом атриовентрикулярные клапаны открыты, а полулунные закрыты, давление в предсердиях равно 5-8 мм рт.ст. Систола предсердий заканчивается закрытием атриовентрикулярных клапанов и начинается систола желудочков.

**Систола желудочков** делится на период напряжения и период изгнания крови. Период напряжения длится 0,08 с и состоит из 2 фаз: асинхронного сокращения – промежутка времени от начала возбуждения и сокращения кардиомиоцитов до закрытия атриовентрикулярных клапанов, после чего давление в полостях желудочков быстро растет до 60 – 80 мм рт.ст. и начинается фаза изометрического сокращения. Длительность систолы желудочков равна 0,33 с.

С моментом закрытия атриовентрикулярных клапанов совпадает возникновение **1 систолического тона сердца** (0,11). При закрытых полулунных и атриовентрикулярных клапанах длина волокон не изменяется, а увеличивается только напряжение в полостях желудочков, в результате давление в них резко возрастает, становясь выше, чем в аорте и легочной артерии, полулунные клапаны открываются, а атриовентрикулярные остаются закрытыми, и кровь устремляется в эти сосуды. Начинается период изгнания крови, его длительность – 0,25 с. Он состоит из фазы быстрого изгнания и фазы медленного изгнания крови. Давление в желудочках составляет: в левом – 120–130 мм рт. ст., в правом до 25 – 30 мм рт.ст.

**Диастола желудочков**, длящаяся 0,47 с, начинается с протодиастолического периода (0,04 с) – это промежуток времени от начала падения давления внутри желудочков до момента закрытия полулунных клапанов, после которого давление в желудочках продолжает падать, а атриовентрикулярные клапаны еще не открыты – это период изометрического расслабления желудочков.

Моменту закрытия полулунных клапанов соответствует возникновение **2 диастолического тона сердца** (0,07 с). Как только давление в желудочках снизится до 0, открываются атриовентрикулярные клапаны и кровь из предсердий поступает в желудочки. Это период наполнения желудочков кровью, который длится 0,25 с и делится на фазы быстрого (0,08 с) и медленного (0,17 с) наполнения.

Периоду наполнения, сопровождающемуся колебаниями стенок желудочков, соответствует возникновение **3 тона сердца**. В конце фазы медленного наполнения наступает систола предсердий, в результате за 0,1 с «выжимается» около 40 мл крови из предсердий в желудочки (пресистолический период), что ведет к появлению **4 тона сердца**, после чего начинается новый цикл сокращения желудочков.

#### 4. Электрокардиограмма.

ЭКГ отражает процесс возникновения возбуждения и его проведение по сердцу, но не его сокращение. В электрокардиограмме различают пять зубцов: P, Q, R, S, T, сегменты, интервалы и комплексы.

Возникновение зубца **P** обусловлено распространением возбуждения в предсердиях.

Зубец **Q** соответствует возбуждению сосочковых мышц.

Зубец **R** соответствует возбуждению оснований желудочков

Зубец **S** соответствует возбуждению верхушки сердца.

Зубец **T** отражает процесс реполяризации желудочков и состояние метаболизма миокарда.

*Предсердный комплекс* включает зубец P и сегмент PQ.

*Желудочковый комплекс* - QRS и сегмент ST.

Интервал PQ от начала зубца P до начала зубца Q отражает время проведения возбуждения от предсердий к желудочкам, в норме он равен 0,12-0,18 с.

## 5. Систолический объем сердца, минутный объем крови, сердечный индекс.

*Систолический объем сердца* (мл) рассчитывается по формуле *Старра*:

$СОК = 90,97 + 0,54 ПД + 0,57 ДД - 0,61 В$ , где ПД - пульсовое давление, мм Нг; ДД - диастолическое давление, мм Нг; В - возраст, лет.

*Минутный объем крови* (мл):  $МОК = СОК \times ЧСС$ , где ЧСС – частота сердечных сокращений, уд/мин.

*Сердечный индекс*:  $МОК/площадь\ поверхности\ тела, м^2$ .

## 6. Классификация кровеносных сосудов.

По функциональным характеристикам сосуды обоих кругов кровообращения объединяют в 5 групп:

*Амортизирующие сосуды эластического типа*: аорта, лёгочный ствол, крупные артерии, обеспечивают непрерывное течение крови.

*Резистивные сосуды или сосуды сопротивления*: средние и мелкие артерии, артериолы, прекапилляры и прекапиллярные сфинктеры, создают сопротивление кровотоку.

*Обменные сосуды* – капилляры, обеспечивают обменные процессы между кровью и тканевой жидкостью.

*Ёмкостные сосуды* – вены, вмещают 70-80% всей крови.

*Артериовенозные анастомозы (шунты)* – соединяют артериальную и венозную части сосудистой системы, минуя капиллярную сеть.

## 7. Показатели гемодинамики.

*Градиент давления между различными отделами сосудистой системы*: кровь течёт из области высокого давления в область низкого.

*Ламинарное движение крови* - частицы крови движутся параллельно стенкам сосуда.

*Турбулентное движение крови* – частицы крови в месте сужения сосудов движутся перпендикулярно стенкам сосуда, возникают «завихрения».

*Объёмная скорость кровотока* – количество крови, протекающей через поперечное сечение сосуда за единицу времени.

*Линейная скорость кровотока* – расстояние, проходимое частицей крови в единицу времени.

## 8. Гемодинамические показатели.

Таблица 42

Показатель	Нормальные величины
Объем циркулирующей крови, ОЦК	4-6 л
Минутный объем крови (сердца), МОК (МОС)	6-8 л/мин
Систолический объем крови (ударный объем), СОК (УО)	70-100 мл
Ударный индекс, УИ	40-60 мл/м <sup>2</sup>
Минутный индекс, МИ	3,5-4,5 л/мин/м <sup>2</sup>
Объем крови, циркулирующей в легких, ОЦК легк.	400-700 мл
Величина фракции выброса, ФВ	50-75%

## 9. Артериальный пульс и его характеристики.

*Артериальный пульс* - ритмические колебания стенки артерии, связанные с повышением давления во время систолы. Пульсовая волна возникает в аорте во время систолы и распространяется со скоростью 4-6 м/с. Пульс на аорте называется *центральным*, на крупных артериях - *периферическим*.

Характеристики артериального пульса:

*частота* – в норме соответствует частоте сердечных сокращений: 60-80 уд./мин, если менее 60- брадикардия, более 80 – тахикардия;

*ритм* – различают ритмичный (правильный) и аритмический (неправильный) пульс;

*быстрота* – отражает скорость повышения давления в артерии во время подъёма пульсовой волны и снижение во время её спада, различают быстрый и медленный пульс;

*амплитуда* – это амплитуда колебаний стенки сосуда;

*напряжение* – определяется сопротивлением стенки артерии, противодействующей нажиму пальца, различают твёрдый и мягкий пульс;

*форма* – определяется по сфигмограмме.

## 10. Возрастные изменения пульса и артериального давления.

Таблица 43

Возраст, лет	Артериальное давление в мм Нг		Частота пульса
	женщины	мужчины	
10-20	115/75	118/75	60-90
20-30	116/78	120/76	60-65
30-40	125/80	124/80	65-68
40-50	140/88	127/82	68-72
50-60	155/90	135/85	72-80
70-80	175/95	155/89	84-85

## 11. Возрастные изменения частоты пульса

Таблица 44

Возраст, лет	Частота пульса, уд/мин
10-15	70-85
15-20	60-90
20-30	60-65
40-50	68-72
50-60	72-80
70-80	84-85

## 12. Микроциркуляторное русло.

Сосуды внутриорганного микроциркуляторного русла:

артериолы,  
 прекапилляры,  
 прекапиллярные сфинктеры,  
 капилляры (в том числе и лимфатические),  
 посткапиллярные венулы,  
 артериовенозные анастомозы,  
 мелкие лимфатические сосуды.

## 13. Движение крови по венам.

Факторы движение крови по венам: *градиент давления* в начале и в конце венозной системы (2-4 мм рт. ст.); *остаточная сила сердца*; *присасывающее действие сердца* (определяется нулевым давлением сердца во время диастолы); *отрицательное давление в грудной полости*; *наличие клапанов в венах* (препятствует обратному току крови); *сокращение скелетных мышц* (приводит к сдавливанию вен, расположенных в их толще); *перистальтика желудочно-кишечного тракта* – способствует движению крови в венах брюшной полости.

#### 14. Геометрические характеристики сосудистого русла.

Таблица 45

Сосуд	Диаметр, см	Длина, см
Аорта	1,6-3,2	80
Большие артерии	0,6-0,1	40-20
Малые артерии, артериолы	0,1-0,02	5-0,2
Капилляры	0,0005-0,001	0,1
Венулы, малые вены	0,02-0,2	0,2-1,0
Большие вены	0,5-1,0	10-30
Полые вены	2,0	50

#### 15. Гидродинамические характеристики сосудистого русла.

Таблица 46

Сосуд	Давление, мм рт. ст.	Объем, см <sup>3</sup>	Скорость кровотока, см/с	Сопротивление, в %
Аорта	100-120	30	50	4
Магистральные артерии	100-120	60	13	5
Ветвящиеся артерии	80-90	50	8	10
Терминальные артерии	80-90	25	6	6
Артериолы	40-60	25	0,3	41
Капилляры	15-25	60	0,07	27
Венулы	12-18	110	0,07	4
Терминальные вены	10-12	130	1,3	0,3
Ветвящиеся вены	5-8	270	1,5	0,7
Венозные коллекторы	3-5	220	3,6	0,5
Полые вены	1-3	100	33	1,5

Сопротивление току крови определяется по формуле Пуазейля:

$R = 8\eta \frac{L}{r^4}$  где R - гидродинамическое сопротивление, L - длина сосуда, r - радиус сосуда,  $\eta$  - вязкость крови, отношение длины окружности к диаметру.

#### 16. Механизмы регуляции деятельности сердца.

**Внутрисердечные механизмы:** *внутриклеточные* (связаны с усилением синтеза сократительных белков миокарда); *гемодинамические:* гетеро- и гомеометрические (обусловлены соответственно растяжением волокон миокарда и увеличением ЧСС); *внутрисердечные периферические рефлекс* – осуществляются благодаря внутриорганной нервной системе, образующей миниатюрные рефлекторные дуги.

**Внесердечные механизмы** – работают по рефлекторному принципу и обусловлены деятельностью парасимпатической и симпатической нервной системы. Типы влияний этих систем на работу сердца: *инотропное* – на силу сердечных сокращений; *хронотропное* – на частоту сердечных сокращений; *батмотропное* – на возбудимость миокарда; *дромотропное* – на проводимость импульсов по сердечной мышце.

Раздражение симпатического нерва оказывает на сердце положительный ино-, хроно-, батмо- и дромотропный эффекты, а раздражение блуждающего (парасимпатического) нерва – противоположные эффекты. Сильное раздражение блуждающего нерва вызывают остановку сердца в диастоле.

**Гуморальные механизмы:**

Гуморальный фактор	Действие			
	инотропное	хронотропное	батмотропное	дромотропное
Адреналин и норадреналин, дофамин	+	+		
Кортикостероиды, ангиотензин, серотонин	+			
Глюкагон	+	+		
Тироксин, трийодтиронин		+		
Аденозин	+	+		
Ca <sup>2+</sup>	+		+	
K <sup>+</sup> (небольшое количество)			+	+
K <sup>+</sup> (большое количество)			-	-

**17. Механизмы регуляции тонуса сосудов:**

**Местные (периферические)** – регулируют кровоток в отдельном органе или участке ткани. Реализуется за счёт секреции эндотелиальными клетками сосудов БАВ, способных изменять тонус сосудов в ответ на изменение артериального давления, механические и фармакологические воздействия.

**Центральные** – обеспечиваются симпатическими и парасимпатическими волокнами и влияниями центральной нервной системы. Раздражение симпатических волокон вызывает сужение сосудов вследствие повышения тонуса их мышечной стенки (*вазоконстрикторный эффект*). Раздражение парасимпатических волокон вызывает противоположный эффект (*вазодилаторный эффект*).

**Гуморальные:**

*Сосудосуживающие вещества* – адреналин, норадреналин, вазопрессин, альдостерон, серотонин, ренин, эндотелин, Ca<sup>2+</sup>.

*Сосудорасширяющие вещества* – ацетилхолин, гистамин, брадикинин, простагландины, простациклины, тромбоксан, молочная и пировиноградная кислоты, CO<sub>2</sub>, аденозин, NO, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>.

**18. Центры кровообращения.**

**Спинальный** – находится в боковых рогах 1-5 грудных сегментов и C<sub>8</sub>-L<sub>2</sub> спинного мозга.

**Бульбарный** – расположен в латеральных (прессорные нейроны) и медиальных (депрессорные нейроны) областях продолговатого мозга.

**Гипоталамический.** Раздражение передней группы ядер вызывает торможение сердечной деятельности и снижение тонуса сосудов, раздражение задней группы ядер – стимулирует работу сердца и повышает тонус сосудов.

**Корковый.** Раздражение моторной и премоторной зон коры больших полушарий приводит к повышению тонуса сосудов и частоты сердечных сокращений. Стимуляция поясничной извилины вызывает снижение тонуса сосудов.

**19. Ортостатическая проба и её оценка.**

*Ортостатическая проба* (наклонный тест) – метод исследования и диагностики состояния сердечно-сосудистой и нервной систем. Суть теста в переводе тела из горизонтального в вертикальное положение.

Таблица 48

## Оценка ортостатической пробы

Показатели	Переносимость пробы		
	хорошая	удовлетворительная	неудовлетворительная
Частота сердечных сокращений	учащение не более чем на 11 ударов	учащение на 12-18 ударов	учащение на 19 и более ударов
Систолическое давление	повышается	не меняется	снижается в пределах 5-10 мм рт. ст.
Диастолическое давление	снижается	не изменяется или не-сколько повышается	повышается
Пульсовое давление	повышается	не изменяется	снижается
Вегетативные реакции	отсутствуют	потливость	потливость, шум в ушах

## 20. Глазосердечная проба Ашнера

Таблица 49

Изменение пульса	Реакция
Урежение пульса на 4-12 уд/мин	нормальная
Урежение пульса на 12 уд/мин	резко усиленная
Урежения пульса нет	ареактивная
Урежения пульса нет	извращенная

**21. Вегетативный индекс Кердо** - отражает степень влияния автономной нервной системы на сердечно-сосудистую систему:

$$ВИ = 1 - (ДД/ЧСС) \cdot 100,$$

где ДД – диастолическое давление; ЧСС – частота сердечных сокращений, уд./мин.

Если значение индекса больше нуля, то преобладают возбуждающие влияния в деятельности автономной нервной системы, если меньше нуля, то - тормозные, если равен нулю, то существует функциональное равновесие.

## 22. Оценка возбудимости центров симпатической и парасимпатической иннервации

Таблица 50

Возбудимость	Степень	
	учащения пульса при ортостатической пробе, %	замедление пульса при глазосердечной пробе, %
Нормальная:		
слабая	до 9,1	до 6,1
средняя	9,2-18,4	6,2-12,3
живая	18,5-27,7	12,4-18,5
Повышенная:		
слабая	27,8-36,9	18,6-24,6
заметная	37,0-46,2	24,7-30,8
значительная	46,3-55,4	30,9-37,0
резкая	55,5-64,6	37,1-43,1
очень резкая	64,7 и более	43,2 и более

## IX. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ

### 1. Выделение.

**Выделение** – процесс удаления из организма продуктов обмена, токсичных и чужеродных веществ, избытка воды, солей и лекарственных препаратов.

*Органы, выполняющие выделительные функции:* почки, легкие, кожа, печень и желудочно-кишечный тракт.

### 2. Диурез. Процессы образования мочи.

В среднем **суточный диурез** человека составляет 1,5 л мочи. Дневной объём выводимой мочи составляет 2/3 от суточного диуреза.

Выделение за сутки более 2 л мочи - *полиурия*, менее 500 мл - *олигурия*, а отсутствие выделения мочи – *анурия*.

Мочеобразование происходит благодаря прохождению трёх процессов:

**Клубочковая фильтрация** (или ультрафильтрация)- заключается в переходе воды и низкомолекулярных компонентов (за исключением большей части белков) из плазмы крови в полость капсулы нефрона через клубочковый (гломерулярный) фильтр, приводит к образованию первичной мочи.

*Состав ультрафильтрата (первичной мочи)* близок к плазме крови:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ , бикарбонаты, фосфаты, сульфаты, глюкоза, мочевины, аминокислоты, витамины.

*Эффективное фильтрационное давление* - разность между гидростатическим давлением крови в капиллярах и сумм онкотического давления белков плазмы и гидростатического давления ультрафильтрата:

$$P_{\text{фильтр.}} = P_{\text{гидр.}} - (P_{\text{онк.}} + P_{\text{перв.мочи}})$$
$$70 - (30 + 20) = 20 \text{ мм рт. ст.}$$

При таком давлении за 1 мин образуется 120-125 мл первичной мочи у мужчин и 110 мл – у женщин.

**Канальцевая реабсорбция** - процесс обратного всасывания воды и некоторых веществ из первичной мочи, содержащейся в просвете канальцев, в лимфу и кровь. В проксимальном отделе нефрона реабсорбируются аминокислоты, глюкоза, витамины, белки, микроэлементы, ионы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  и др.; в петле Генле, дистальном отделе и собирательных трубочках всасываются электролиты и вода.

Обратное всасывание происходит благодаря пассивному и активному транспорту. *С помощью пассивного транспорта* по электрохимическому, концентрационному или осмотическому градиентам, осуществляется реабсорбция воды,  $\text{Cl}^-$ , мочевины. *Путём активного транспорта* осуществляется всасывание веществ против их электрохимического и концентрационного градиентов:  $\text{Na}^+$ , глюкоза, аминокислоты.

**Канальцевая секреция** – процесс транспорта веществ из крови и клеток канальцевого эпителия в просвет канальцев (мочу). Этот процесс осуществляется преимущественно путём активного транспорта. В полость канальца из крови поступают ионы ( $\text{K}^+$ ), органические кислоты (мочевая кислота), основания (холин), чужеродные вещества (антибиотики, красители, рентгеноконтрастные вещества), а также вещества, образующиеся в клетках канальцевого эпителия: аммиак, гиппуровая кислота, ренин, простагландины.

В ходе канальцевой реабсорбции и секреции образуется конечная (вторичная) моча.

### 3. Общие свойства мочи.

Таблица 51

Показатель	Значение
Суточное количество мочи, мл: новорожденные (1-2 дня) дети до 1 года 1-3 года 3-5 лет 5-8 лет 8-14 лет взрослые	30-60 400-500 500-600 600-700 650-1000 800-1400 1000-3000
Относительная плотность: новорожденные дети до 1 года взрослые	1,012 1,002-1,006 1,008-1,026
Цвет	от янтарно-желтого до соломенно-желтого
Прозрачность	прозрачная или слегка мутная
рН: новорожденные дети, взрослые	5,0-7,0 4,5-8,0 (ср, 6,0)
Белок, % Сахар Ацетон Желчные пигменты	0-0,02 отсутствует отсутствует отсутствуют

### 4. Химический состав мочи.

Таблица 52

Составная часть	Содержание в суточном объеме, г
Вода	1190 (546-1925)
<i>Неорганический состав</i>	
Натрий	4-6
Хлориды	6-9
Фосфаты	0,8-1,2
Сульфаты	0,8-1,2
Калий	2-3
Кальций	0,1-0,3
Магний	0,05-0,4
Аммоний	0-0,8
<i>Органический состав</i>	
Мочевина	20-35
Креатинин	1,0-1,5
Мочевая кислота	0,5-1,0
Гиппуровая кислота	0,7
Аминокислоты	1,0
Безазотистые органические кислоты	2,0

### 5. Регуляция деятельности почек.

*Раздражение симпатических нервов, иннервирующих почку и являющихся преимущественно ветвями чревных нервов, приводит к увеличению реабсорбции воды и*

$\text{Na}^+$ , а также к сужению кровеносных сосудов почек. При этом, сужение приносящих артериол уменьшает фильтрационное давление и фильтрацию, сужение выносящих артериол – приводит к их повышению.

*Раздражение парасимпатических волокон*, идущих в составе блуждающего нерва, усиливает реабсорбцию глюкозы и секрецию органических кислот.

*Гуморальная регуляция работы почек.* Уменьшение диуреза происходит под влиянием антидиуретического гормона, альдостерона, паратгормона, адреналина (в больших дозах); увеличение диуреза обеспечивают натрийуретический гормон, инсулин, тироксин, простагландины, адреналина (в малых дозах).

## 6. Мочевыделение, мочеиспускание и их регуляция.

Заполнение лоханки почки мочой приводит к росту давления в ней и возбуждению барорецепторов. В результате происходит рефлекторное сокращение мускулатуры лоханки, раскрытие мочеточника и поступление мочи в мочевой пузырь.

По мере наполнения мочевого пузыря происходит растяжение его стенок, что вызывает раздражение механорецепторов мочевого пузыря. Возникающие импульсы передаются по афферентным волокнам тазового нерва в центр непроизвольного мочеиспускания, расположенный в крестцовом отделе спинного мозга. Из него импульсы по эфферентным волокнам достигают мочевого пузыря и мочеиспускательного канала и вызывают сокращение гладкой мышцы стенки мочевого пузыря (детрузора) и расслабление сфинктеров пузыря и мочеиспускательного канала. Это приводит к опорожнению мочевого пузыря.

Кора больших полушарий и средний мозг тормозят спинальный центр мочеиспускания, передние отделы варолиевого моста и задний гипоталамус – стимулируют.

Торможение мочеобразования происходит при перенаполнении мочой лоханки, мочеточника, мочевого пузыря, при котором снижается почечный кровоток и уменьшается фильтрация.

## 7. Параметры спермы.

Таблица 53

Показатель	Значение
Объем	2,0-5,0 мл
pH	7,2-7,8
Концентрация сперматозоидов	$20 \times 10^6$ сперматозоидов/мл и $-150 \times 10^6$ /мл
Общее количество сперматозоидов	$40 \times 10^6$ сперматозоидов и более
Подвижность	50% и более с поступательным движением
Морфология	50% и более сперматозоидов с нормальной морфологией
Жизнеспособность	50% и более живых, не окрашенных
Лейкоциты	менее $1 \times 10^6$ /мл
Олигозооспермия	Концентрация сперматозоидов ниже $20 \times 10^6$ /мл
Астенозооспермия	Менее 50% сперматозоидов с поступательным движением
Тератозооспермия	Менее 50% сперматозоидов с нормальной морфологией
Олигоастенотератозооспермия	Наличие нарушений всех 3 показателей
Азооспермия	Сперматозоидов в эякуляте нет
Аспермия	Нет эякулята

Учебное издание

**ФИЗИОЛОГИЯ  
ВИСЦЕРАЛЬНЫХ СИСТЕМ:  
СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Составитель

**ЗАХАРОВА** Галина Анатольевна

Технический редактор

*Г.В. Разбоева*

Компьютерный дизайн

*Е.А. Барышева*

Подписано в печать . Формат 60x84<sup>1/16</sup>. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 2,96. Уч.-изд. л. 2,40. Тираж экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение – учреждение образования  
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

Свидетельство о государственной регистрации в качестве издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/255 от 31.03.2014 г.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

210038, г. Витебск, Московский проспект, 33.