

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»

Т.В. ПОТЫЛКИНА, Г.А. МЕДВЕДЕВА

**ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ**

Практическое руководство по изучению тем  
«Пищеварение. Обмен веществ и энергии.  
Терморегуляция»  
для студентов специальности 1 – 31010102  
«Биология (научно-педагогическая деятельность)»

УДК 612(075.8)  
ББК 28.673 + 28.707.3я73  
П64

**ДЛЯ ЗАПИСЕЙ**

Рецензент:  
кафедра физиологии человека и животных учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

Рекомендовано к изданию на заседании научно-методического совета учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

Потылкина, Т.В.

П64 Физиология человека и животных: практическое руководство по изучению тем «Пищеварение. Обмен веществ и энергии. Терморегуляция» для студентов специальности 1-31010102 «Биология (научно-педагогическая деятельность)» / Т.В. Потылкина, Г.А. Медведева, М-во образ. РБ, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2008. - 74 с.

Практическое руководство включает основные понятия по трем темам курса «Физиология человека и животных», вопросы для самоконтроля, лабораторные работы по соответствующим темам курса и адресовано студентам специальности 1–31010102 «Биология (научно-педагогическая деятельность)»

УДК 612(075.8)  
ББК 28.673 + 28.707.3я73

© Потылкина, Т.В., Медведева, Г.А., 2008  
© УО «ГГУ им. Ф. Скорины», 2008

## ЛИТЕРАТУРА

1 Практикум по нормальной физиологии: учебное пособие для мед. вузов /А.В. Коробков [и др.]; под ред. Н.А. Агаджаняна и А.В. Коробкова. – М.: Высшая школа, 1983. – 328 с., ил.

2 Текутов, П.Ф. Практикум по физиологии человека и животных: пособие для пед. институтов / П.Ф. Текутов. – М.: Учпедгиз, 1962. – 231 с., ил.

3 Большой практикум по физиологии человека и животных / М.С. Авербах и др.; под общей ред. Л.Л. Васильева, И.А. Ветюкова. – М.: Советская наука, 1954. – 606 с, ил.

4 Калюнов, В.Н. Практикум по физиологии человека и животных. Часть 2: учеб. пособие / Калюнов, В.Н., Миклуш, Т.А.– Мн.: БГПУ, 2004. – 152 с.

5 Бабский, Е.Б. Физиология человека / Е.Б. Бабский, А.А. Зубков, Г.И. Косицкий; под ред. Е.Б. Бабского. – М.: Медицина, 1985 г. – 656 с.

6 Общий курс физиологии человека и животных: учебн. для биол. и мед. спец. вузов /А.Д. Ноздрачев [и др.]; под ред. А.Д. Ноздрачева. – М.: Высшая школа, 1991. – 528 с., ил.

7 Считаем калории.- 3-е изд.-Мн.: «Попурри», 2006. – 223 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....  | 4  |
| Тема 1 Физиология пищеварения.....  | 5  |
| Лабораторная работа 1 Специфичность действия ферментов...   | 16 |
| Лабораторная работа 2 Определение саливации у человека....  | 17 |
| Лабораторная работа 3 Переваривание крахмала ферментами слюны человека.....                       | 18 |
| Лабораторная работа 4 Действие ферментов желудочного сока.....                                    | 21 |
| Лабораторная работа 5 Роль желчи в процессе пищеварения...  | 23 |
| Лабораторная работа 6 Состав и свойства поджелудочного сока.....                                  | 24 |
| Тема 2 Обмен веществ и энергии.....   | 29 |
| Лабораторная работа 1 Расчет основного обмена по таблицам   | 37 |
| Лабораторная работа 2 Определение отклонения от основного обмена по формуле Рида.....             | 41 |
| Лабораторная работа 3 Составление пищевых рационов.....   | 44 |
| Лабораторная работа 4 Соотношение индивидуальной массы тела с должной.....                        | 59 |
| Тема 3 Терморегуляция.....  | 63 |
| Лабораторная работа 1 Измерение температуры тела.....   | 68 |
| Лабораторная работа 2 Роль кровообращения в поддержании температуры различных участков тела ..... | 70 |

**ВВЕДЕНИЕ**

Целью практического руководства является оказание помощи студентам в овладении теоретическими знаниями по разделам физиологии – пищеварение, обмен веществ и энергии, терморегуляция; приобретении практических навыков работы с биологическими жидкостями, применении принципов рационального питания с учетом индивидуальных особенностей организма человека.

Практическое руководство содержит описание лабораторных работ по разделам физиологии человека и животных: физиология пищеварения – 6 работ; обмен веществ и энергии – 4 работы; терморегуляция – 2 работы. Каждая из них предназначена для освоения студентами материала по данным темам на уровне знания и умения, направляет их на подробное и детальное исследование функций здорового организма. Пособие предусматривает анализ состояния здоровья участников исследований, оценку образа жизни, правильности питания. В практикуме предложены расчеты параметров по индексной системе с учетом современных достижений в данной области знаний.

В начале каждого раздела приводятся необходимые теоретические сведения по вопросам исследования, вопросы для самоподготовки, что облегчает проведение лабораторных работ, позволяет сделать правильные выводы.

5 При наличии нескольких электротермометров или одного электротермометра с несколькими датчиками измерения температуры провести в различных точках кисти и предплечья, а также зарегистрировать температуру в соответствующих точках другой руки, где кровообращение не нарушено пережатием сосудов манжеткой.

6 На основании результатов опыта построить графики изменения температуры пальца, кисти, предплечья. Объяснить механизм снижения температуры в исследованных точках при сдавливании плеча манжеткой.

7 Полученные в ходе исследований результаты занести в таблицу 1. Сделать обоснованные выводы о роли кровообращения в поддержании температуры тела в различных участках.

Таблица 1 Результаты измерения температуры

| Этапы регистрации   | Температура кожи |       |            |
|---|------------------|-------|------------|
|   | пальца           | кисти | предплечья |
| В исходном состоянии<br>После прекращения кровообращения через 1 минуту<br>То же, через 2 минуты, 3 и т.д.<br>То же через 10 минут<br>После восстановления кровообращения через 1 минуту и т.д. |                  |       |            |

## Лабораторная работа 2

### Роль кровообращения в поддержании температуры различных участков тела

**Цель:** изучение роли кровообращения в поддержании температуры в различных участках тела человека.

**Материалы и оборудование:** электротермометр, сфигмоманометр.

#### Ход работы

1 Испытуемому, находящемуся в положении сидя, необходимо положить руку на стол (состояние спокойное, мышцы расслаблены). К концу одного из пальцев приложить датчик электрического термометра и измерить исходную температуру пальца.

2 Наложить на плечо руки испытуемого манжету сфигмоманометра и накачать воздух, чтобы давление в ней достигло 180-200 мм рт. ст. При таком давлении в манжетке кровеносные сосуды плеча сдавливаются и кровообращение в области предплечья и кисти несколько нарушается. По показанию сфигмоманометра нужно следить, чтобы давление в манжетке во время эксперимента не снижалось.

3 В течение 10 минут (с интервалом 1 минута) необходимо регистрировать электротермометром температуру кончика пальца. Отметить снижение температуры.

4 Затем воздух выпустить из манжетки. При этом кровообращение в области предплечья и кисти восстанавливается. Продолжить регистрацию температуры кончика пальца, отметить время восстановления его исходной температуры.

## ТЕМА 1 ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ

- 1 Типы пищеварения у человека и высших животных
- 2 Пищеварение в ротовой полости, регуляция слюноотделения
- 3 Состав и свойства желудочного сока, регуляция желудочной секреции
- 4 Роль печени и поджелудочной железы в пищеварении

#### *Основные понятия по теме*

Пищеварением называют процесс физической и химической обработки пищи, в результате чего она превращается в такие вещества, которые могут всасываться в кровь и лимфу, и усваиваться организмом.

Физическая обработка пищи заключается в ее размельчении, перемешивании и растворении. Химическая обработка состоит из ряда последовательных этапов гидролитического расщепления белков, жиров и углеводов. Эти химические изменения пищи происходят под влиянием гидролитических ферментов, которые делятся на три группы: протеолитические ферменты расщепляют белки; липолитические – жиры; амилолитические – углеводы. Ферменты образуются в секреторных клетках пищеварительных желез и поступают в полость пищеварительного тракта в составе слюны, желудочного, поджелудочного и кишечных соков (рисунок 1).

Специфичность действия – одно из наиболее характерных свойств ферментов. Оно проявляется в том, что каждый фермент действует на определенный субстрат (или группу субстратов, близких по своей структуре). Различают абсолютную специфичность, когда фермент катализирует только одну реакцию (например, уреазы катализируют только гидролиз мочевины до аммиака и диоксида углерода); групповую специфичность – фермент ускоряет реакции превращения группы сходных по строению субстратов (липазы катализируют гидролиз различных триглицеридов); стереохимическую специфичность, когда фермент катализирует реакцию расщепления или синтеза только одного из стереоизомеров, не воздействуя на

другой (так, бактериальная аспаратдекарбоксилаза ускоряет реакцию отщепления диоксида углерода от L-аспарагиновой кислоты, но не от D-изомера). Высокая специфичность обусловлена уникальной структурой их активных центров.

На один и тот же вид питательных веществ в пищеварительном тракте действуют последовательно различные ферменты сначала одни, потом другие, вызывая расщепление веществ до менее сложных химических соединений. Углеводы всасываются в виде моносахаридов, белки – в виде аминокислот и низкомолекулярных компонентов, жиры – в виде глицерина и солей жирных кислот. Вода, минеральные соли, небольшое количество низкомолекулярных органических соединений могут всасываться в кровь без предварительной обработки (рисунок 1).

У высших животных и человека существуют три различных типа пищеварения: внутриклеточное, внеклеточное дистантное – полостное, мембранное или пристеночное. Основная роль принадлежит полостному пищеварению. При этом секреторные клетки вырабатывают ферменты, которые поступают в полость кишки и воздействуют на специфический субстрат. Внутриклеточное пищеварение имеет ограниченное значение и выполняет защитные функции – фагоцитоз. Мембранное пищеварение осуществляется ферментами, адсорбированными из полости тонкой кишки на мембране кишечных клеток, а также собственными кишечными ферментами, синтезируемыми в энтероцитах и встроенными в их мембрану.

В изучении физиологии пищеварения большая роль принадлежит И.П. Павлову и его ученикам, которые разработали методы исследования пищеварительных процессов у животных, раскрыли механизмы регуляции их со стороны нервной системы.

#### *Пищеварение в ротовой полости*

Ротовая полость человека образована костями лицевого отдела черепа – верхнечелюстными, небными, нижней челюстью; жевательными и частично мимическими мышцами. Слизистая оболочка образована многослойным неороговевающим эпителием. Полость рта делят на преддверие и собственно полость рта. В преддверие рта открываются протоки крупных околоушных слюнных желез. В собственно полости рта – за зубами и дёснами – расположен язык, который является органом вкуса. В полость рта открываются протоки подчелюстных и

**Материалы и оборудование:** ртутные медицинские термометры, антисептический раствор для дезинфекции термометров, секундомер.

#### **Ход работы**

1 Медицинский термометр после встряхивания поместить в подмышечную впадину на 30 секунд. По истечении данного времени отметить его показания, встряхнуть и снова поместить в подмышечную впадину. Продолжить регистрацию температуры таким же образом через 1; 1,5; 2; 2,5 минуты и так далее до тех пор, пока показания термометра не будут постоянными.

2 Определив необходимое время измерения температуры в подмышечной впадине, следует продезинфицировать термометр и измерить температуру в ротовой полости. Для этого ртутную часть термометра поместить под язык и закрыть рот. После этого несколько раз (3-4 раза) прополоскать рот холодной водой и повторить измерение температуры в ротовой полости. Производить регистрацию температуры таким же образом, как и при измерении в подмышечной впадине.

3 Используя полученные результаты, необходимо построить график зависимости показаний ртутного термометра от времени измерения. По оси абсцисс отложить время экспозиции термометра; по оси ординат – показания термометра.

4 В выводе отметить минимальное время экспозиции термометра в подмышечной впадине и в ротовой полости для измерения температуры тела человека. Сравнить время измерения температуры ртутным термометром в подмышечной впадине и в ротовой полости

жение крови, темными – пути теплоотдачи.

В поддержании постоянной температуры тела участвуют нервные и гуморальные механизмы. В гипоталамусе находится центр терморегуляции, в котором различают центр теплообразования и центр теплоотдачи. Основным раздражителем этих центров являются импульсы, поступающие от тепловых и холодных рецепторов кожи и слизистой оболочки. Значение имеет прямое влияние холодной крови и холода на центры терморегуляции. В опытах показано, что удаление коры головного мозга, всех полушарий заметно не отражается на процессах терморегуляции. Но с другой стороны влияние коры существует, так как возможны условнорефлекторные изменения теплопродукции и теплоотдачи.

В регуляции температуры тела участвуют щитовидная железа и надпочечники, гормонообразование которых регулируется нервной системой. Действие гормонов щитовидной железы выражается в усилении всех видов обмена веществ и энергии. Надпочечники выделяют адреналин, который усиливает окислительные процессы в мышцах и увеличивает теплообразование; суживает сосуды кожи, уменьшая теплоотдачу. Способность адреналина вызывать повышение температуры тела называют адреналиновой гипертермией.

#### Вопросы для самоконтроля

- 1 Как изменяется температура тела в течение суток, от чего зависит?
- 2 Что такое химическая терморегуляция?
- 3 Какими способами осуществляется физическая терморегуляция?
- 4 Как осуществляется нервная и гуморальная терморегуляция?

#### Лабораторная работа 1

##### Измерение температуры тела

**Цель:** определение минимального времени измерения температуры тела человека.

подъязычных желёз, а также мелких желёз ротовой полости – неб-

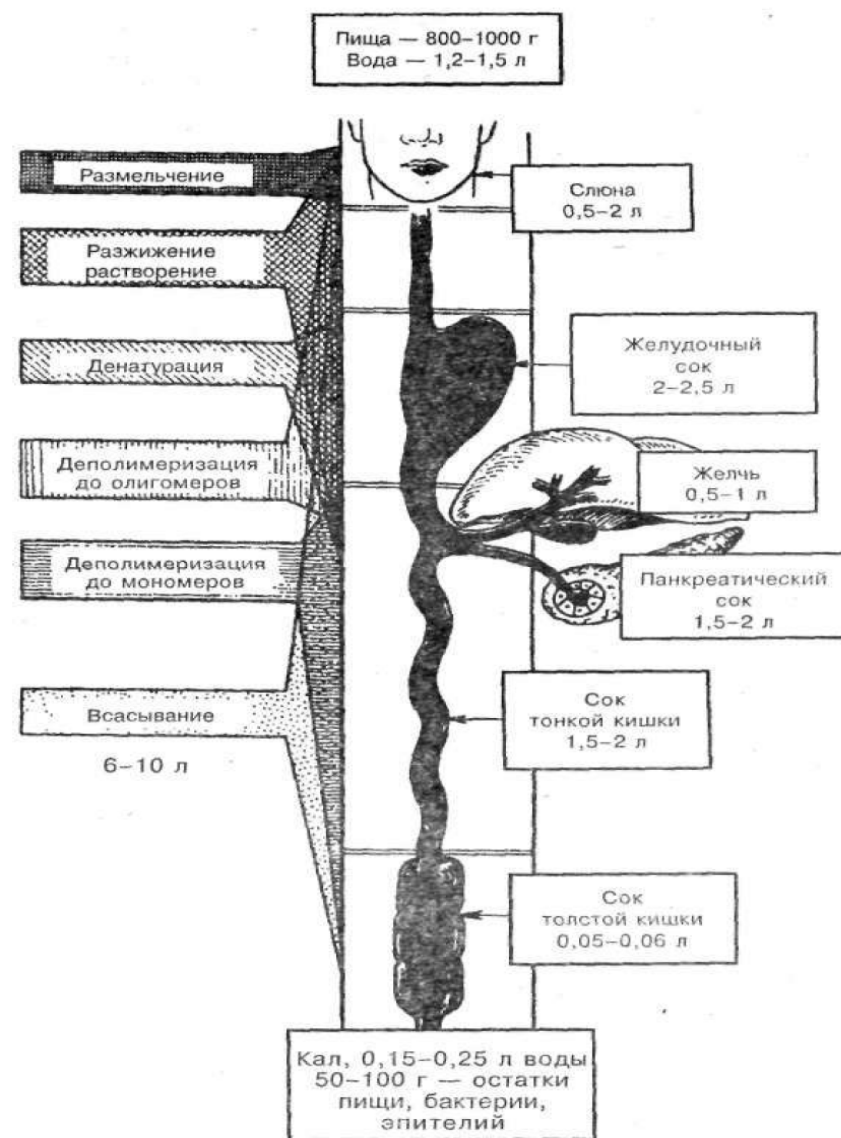


Рисунок 1 – Последовательность пищеварительных процессов

ных, язычных, дёсенных. Верхнюю стенку ротовой полости образует твердое и мягкое нёбо; дном полости рта является диафрагма рта, образованная парной челюстно-подъязычной мышцей.

**Саливация** – секреторная деятельность слюнных желез. Её обеспечивают крупные парные железы (околоушные, подчелюстные, подъязычные), а также мелкие железы ротовой полости (губные, щёчные, нёбные, язычные, дёсенные). Саливация играет важную роль в обеспечении переработки и всасывания пищевых веществ, поддержании гомеостаза, осуществлении выделительной, эндокринной и защитной функций. Мелкие слюнные железы секреторируют постоянно, увлажняя слизистую оболочку ротовой полости. Крупные слюнные железы – усиливают слюноотделение при действии условных и безусловных пищевых раздражителей. Кроме того, саливация способствует осуществлению речевой функции.

Слюна представляет собой смешанный секрет слюнных желез, состоящий на 98,5-99,5 % из воды и на 0,5–1,5 % из плотного остатка – органических и неорганических веществ. Слюна содержит ферменты и биологически активные вещества: амилазу слюны (птиалин), мальтазу, лизоцим (обладает бактерицидным действием); органические вещества: различные фракции белков, муцин, слизь. Неорганические вещества представлены анионами хлоридов, бикарбонатов, фосфатов, сульфатов; катионами кальция, магния, рядом микроэлементов. Слюна имеет нейтральную или слабощелочную реакцию – рН 7,4–8,0. Количество слюны, выделяемой человеком за сутки, значительно колеблется в зависимости от рода пищи; в среднем оно равно 1,0–1,2 л.

Ферменты слюны способны расщеплять крахмал до дисахаридов – амилаза (птиалин); мальтаза слюны расщепляет мальтозу до моносахаров – глюкозы. Однако пища во рту находится 15-20 секунд, поэтому полного расщепления крахмала здесь не происходит. Птиалин и мальтаза наиболее активны при температуре 37 – 38 °С и в нейтральной среде.

В полости рта определяются вкусовые качества пищи, степень ее пригодности для организма и начинается первичная механическая

значение для теплоотдачи.

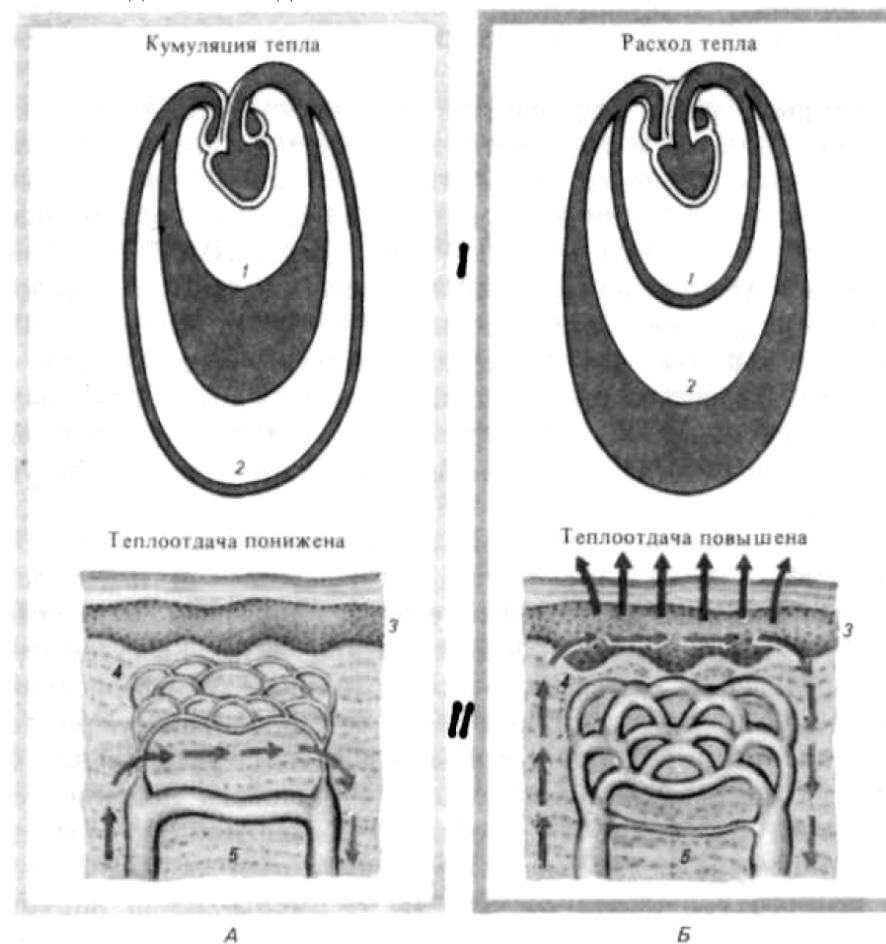


Рисунок 3 – Механизмы теплоотдачи организма в условиях холода (А) и тепла (Б):

I – перераспределение крови между сосудами внутренних органов (1) и сосудами поверхности кожи (2); II – перераспределение крови в сосудах кожи; 3 – кожа; 4 – кровеносные сосуды; 5 – артериовенозные анастомозы; светлыми стрелками обозначено дви-



вой температуры; «ядро» тела показано наиболее темным цветом. что подразумевает непосредственную отдачу его кожей воздуху и тем предметам, с которыми кожа соприкасается. Теплопроводение и теплоизлучение в состоянии покоя составляют около 70 % всей теплоотдачи взрослого человека (теплопроводение – около 15%, теплоизлучение – 55 %). При отсутствии активной работы около 27 % тепла отдается телом путем испарения воды с поверхности кожи и легких. 3% отдаваемого телом тепла уходят на нагревание выдыхаемого воздуха и выделяемого кала и мочи.

Температура кожи, а значит, интенсивность физической терморегуляции зависит от перераспределения крови в сосудах, при изменении количества циркулирующей крови. В этом особую роль играет кожа, как основной орган терморегуляции. На холоде кровеносные сосуды кожи (артериолы) суживаются, большое количество крови поступает в сосуды органов брюшной полости. Поверхностные слои кожи излучают меньше тепла – теплоотдача уменьшается. При сильном охлаждении кожи конечностей открываются артериовенозные анастомозы, что уменьшает поступление крови в капилляры, а это препятствует теплоотдаче. При высокой температуре окружающей среды сосуды кожи расширяются, теплая кровь приливает к коже, температура ее повышается, что приводит к повышению и теплоотдачи и теплопроводения. Увеличение количества циркулирующей крови за счет выброса её из депо приводит к увеличению теплоотдачи (рисунок 3).

Для поддержания температуры тела огромное значение имеет потоотделение. При испарении пота теряется большое количество тепла. Особенно интенсивно происходит потоотделение при высокой температуре окружающей среды в условиях мышечной работы. Так, например, у рабочих горячих цехов выделение пота за день может составить до 12 литров. Однако, этот механизм неэффективен при высокой влажности окружающей среды. Человек плохо переносит даже сравнительно низкую температуру окружающей среды (32<sup>0</sup>С), если воздух влажен. В насыщенном водяными парами воздухе (в бане), пот выделяется в большом количестве, но не испаряется, а стекает с кожи. Такое потоотделение не способствует охлаждению; только та часть пота, которая испаряется с поверхности кожи, имеет

и химическая обработка: измельчение путем разжевывания, пропитывание слюной, формирование пищевого комка и проглатывание его. Под действием ферментов здесь осуществляется частичное переваривание углеводов.

#### *Регуляция слюноотделения*

Секреция слюнных желез возбуждается рефлекторно. Раздражителем для безусловных слюноотделительных рефлексов являются пищевые или отвергаемые вещества, которые действуют на рецепторы полости рта. От них возбуждение передается по чувствительным нервам в центр слюноотделения в продолговатом мозге. Из центра возбуждение к слюнным железам проводят секреторные нервы. Секреторными нервами слюнных желёз являются парасимпатические и симпатические нервы. При раздражении парасимпатического нерва начинает выделяться большое количество жидкой слюны. Такая реакция очень характерна на отторгаемые вещества. При раздражении симпатического нерва секреторируется очень небольшое количество густой, вязкой слюны. Кроме безусловных слюноотделительных рефлексов существуют условные – в ответ на зрительные, обонятельные, слуховые и другие раздражения. Так, например, если включить звонок, а через 2-3 секунды дать пищу животному, то после нескольких таких сочетаний или подкреплений звонка пищей только звонок начинает вызывать слюноотделение, что указывает на выработку условного рефлекса. Вид, запах пищи, а у человека разговор о пище могут вызвать условно-рефлекторное слюноотделение.

#### *Пищеварение в желудке*

Пищевой комочек, поступивший из пищевода в желудок, находится в нем до 4-6 часов. В желудке, вместимость которого составляет 1-4 литра, пища перемешивается с желудочным соком и под его действием переваривается. Желудочный сок имеет кислую реакцию вследствие того, что в нем содержится соляная кислота (у человека – 0,4–0,5 %, у собаки – 0,5-0,6 %). У человека объем суточной секреции желудочного сока составляет 2,0-3,0 литра. Натощак реакция желудочного сока нейтральная или щелочная; после приема пищи – сильноокислая (рН 0,8-1,5).

В состав желудочного сока входят протеолитические ферменты – пепсин, гастриксин и химозин (ренин или сычужный фермент). В

настоящее время термином пепсин обозначают смесь нескольких протеолитических ферментов, которые различаются иммуногистохимически, действуют при определенной температуре и в кислой среде. Химозин вызывает створаживание молока. Липолитический фермент желудочного сока – липаза – содержится в небольшом количестве и расщепляет эмульгированные белки молока. Кроме ферментов клетки желудочных желёз вырабатывают муцин или слизь, которая предотвращает переваривание ферментами стенок желудка.

Соляная кислота активирует ферменты желудочного сока и вызывает набухание и денатурацию белков пищи. В таком состоянии белки доступны для ферментов. Протеолитические ферменты желудка расщепляют белки до пептонов и альбумоз (полипептиды).

После химической обработки в желудке, его содержимое называют химус. Эвакуация химуса из желудка в двенадцатиперстную кишку происходит отдельными порциями, когда содержимое желудка становится жидким или полужидким. Быстрее всего удаляются из желудка углеводы (через 1,5-2 часа), медленнее белки, дольше всего задерживаются жиры.

#### *Регуляция желудочной секреции*

И.П. Павлов изучал секрецию и состав желудочного сока в опытах на собаках. Один из опытов И.П. Павлова по изучению секреции желудочного сока состоял в перерезке пищевода (эзофаготомия) у собаки и выведении двух образовавшихся концов на поверхность шеи, так что при кормлении собаки пища, вместо того чтобы попадать в желудок, выходила наружу через отверстие в шее (рисунок 2). Хотя пища при этом не использовалась, такое «мнимое кормление» приводило к выделению желудочного сока в количестве, равном примерно четверти нормального количества (у человека при каждом приеме пищи в норме выделяется от 400 до 800 мл желудочного сока). При перерезке нервов, идущих к желудку, сокоотделение полностью прекращалось. Когда пищу вкладывали в ту часть перерезанного пищевода, которая ведет в желудок, так, что собака не могла видеть пищу и ощущать ее запах и вкус, поступление пищи в желудок вызывало образование примерно половины нормального количества сока. Это сокоотделение происходило даже при перерезке идущих к желудку нервов, хотя при этом сока выделялось меньше. Таким об-

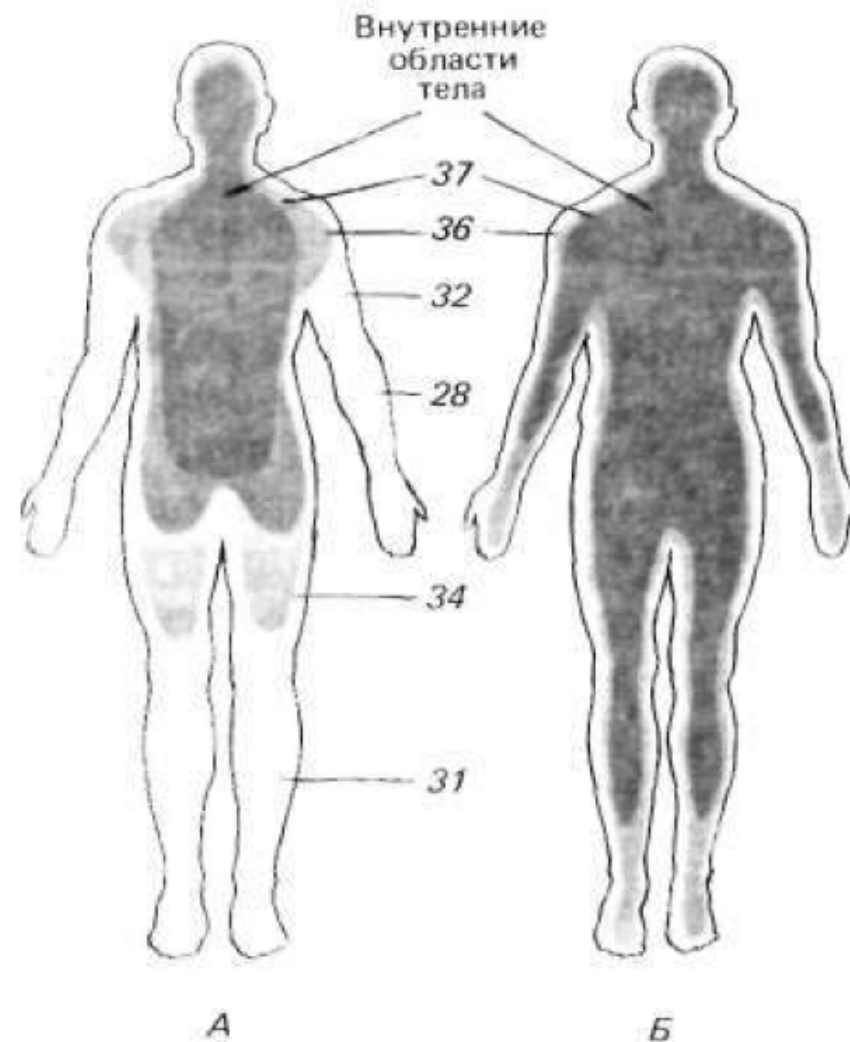


Рисунок 2 – Температура различных областей тела человека (°С) при температуре среды 20°С (А) и 35°С (Б).  
Различными оттенками обозначены изотермы – зоны одинако-



Рисунок 1 – Суточные колебания температуры тела у человека

Напротив, при понижении температуры внешней среды ниже  $15^{\circ}\text{C}$  теплообразование значительно увеличивается. Значительное усиление теплообразования происходит в том случае, если температура окружающей среды становится ниже оптимальной температуры, или зоны комфорта (рисунок 2). При обычной легкой одежде эта зона находится в пределах  $18-20^{\circ}\text{C}$ , а для обнаженного человека -  $28^{\circ}\text{C}$ . Наиболее интенсивное теплообразование происходит в мышцах при их сокращении. Небольшая двигательная активность ведет к увеличению теплообразования на 25 %. Ходьба повышает энергетические затраты на 60-80 %, а тяжелая работа может повысить их на 400-500 %.

Физическая терморегуляция осуществляется путем изменения интенсивности отдачи тепла телом. Образующееся в организме тепло выделяется преимущественно путем теплоизлучения (радиационная теплоотдача) и теплопроводения (конвекционная теплоотдача),

разом, сокоотделение зависит отчасти от нервной стимуляции желудочных желёз импульсами клеток слизистой желудка, отчасти – от действия гормона гастрина.

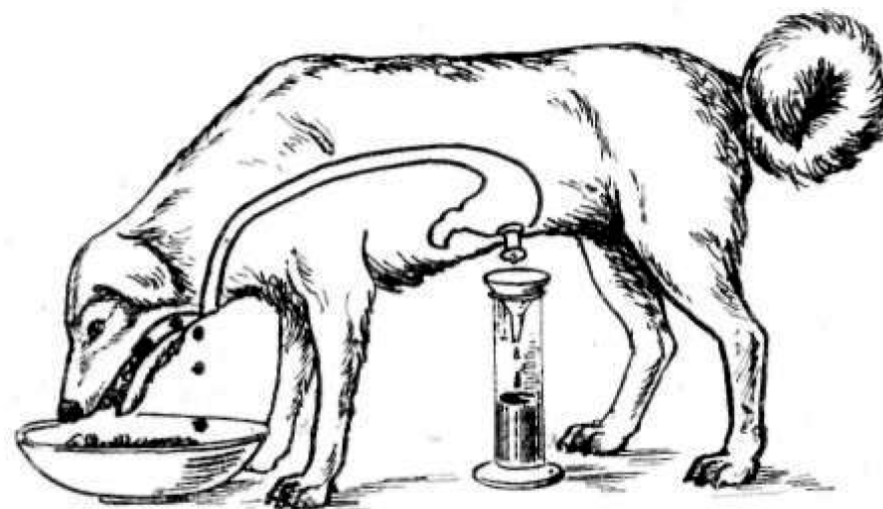


Рисунок 2 – Эзофаготомированная собака с фистулой желудка

Существование и действие гормона гастрина было доказано в опытах с перекрёстным кровообращением. При этом кровеносную систему одной собаки соединяли с помощью резиновых трубок с кровеносной системой другой собаки. Когда в пилорическую область желудка одной собаки вводили пищу, желудочные железы другой собаки начинали секретировать желудочный сок. Поскольку между обеими собаками не было никаких нервных связей, секреция желудочного сока у второй собаки вызывалось веществом, переносимым кровью, то есть гастрином.

При опыте с «мнимым кормлением» выделение желудочного сока не прекращается сразу же после окончания «мнимого кормления», а длится ещё полтора-два часа. Но этот опыт не может полностью воспроизвести условия и процессы, происходящие в желудке в период пищеварения у нормального животного, потому что во время

опыта пищи в желудке нет. И поэтому И.П. Павлов предложил ещё одну операцию, которая состояла в том, что из дна желудка вырезали и сшивали маленький, «павловский» желудочек (рисунок 3).

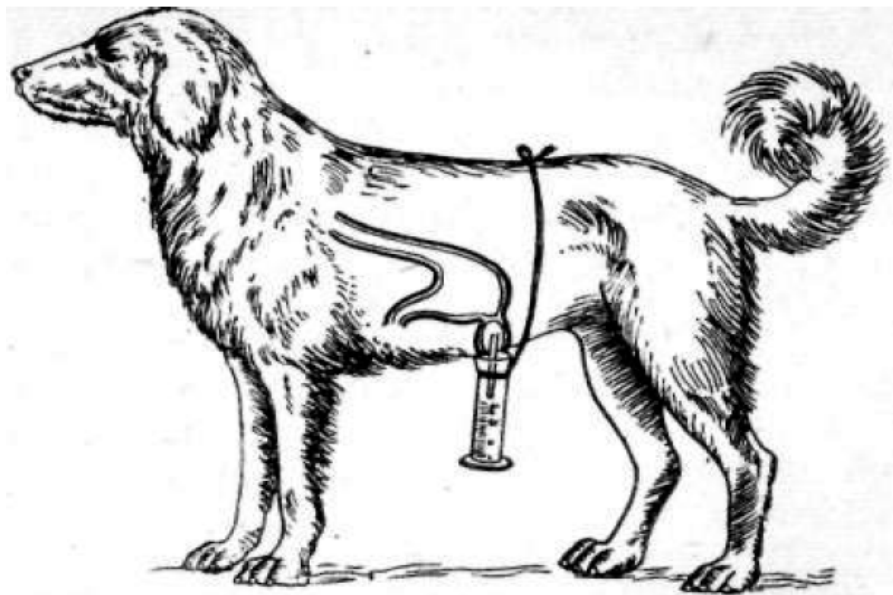


Рисунок 3 – Собака с изолированным маленьким желудочком

Нервы и кровеносные сосуды при этом не перерезали. При кормлении животного пища попадала только в большой желудок, где и переваривалась, а в маленьком желудочке пищи не было, но сок выделялся так же, как и в большом желудке. Сок из маленького желудочка собирали через фистулу, и по его выделению наблюдали за работой всего желудка. В результате этого опыта было установлено, что желудочный сок выделяется не полтора-два часа, как при «мнимом кормлении», а в течение всего времени пока пища находится в желудке (от четырех до десяти часов). Причиной столь длительного сокоотделения являются вещества, которые образовались при действии продуктов частичного расщепления пищи. Эти вещества, попадая в кровь, транспортируются ею к желудочным железам

ных организмов обеспечивается за счет физиологических механизмов терморегуляции, которые способны изменять как теплопродукцию организма, так и теплоотдачу.

Например, понижение температуры окружающей среды вызывает в организме повышение теплопродукции за счет интенсификации метаболических процессов и снижения теплоотдачи, повышение температуры среды сопровождается противоположными процессами. Теплопродукция в организме повышается и при усилении мышечной деятельности. При этом для поддержания постоянства температуры тела увеличивается и теплоотдача.

Температура тела человека постоянно поддерживается на определенном уровне, и ее изменение часто является важным показателем состояния здоровья человека. Измерение температуры тела человека производят в различных точках. Обычно ее измеряют в подмышечной впадине, ротовой полости. Здесь температура у здорового человека равна  $36,5-36,9^{\circ}\text{C}$ . При измерении температуры ректально медицинским ртутным термометром получают более высокие значения –  $37,2-37,5^{\circ}\text{C}$ . Температура тела не остается постоянной, а колеблется в течение суток в пределах  $0,5-0,7^{\circ}\text{C}$ . Максимальная температура тела наблюдается в 16-18 часов, минимальная – в 3-4 часа утра (рисунок 1).

Постоянство температуры тела у человека может сохраняться лишь при условии равенства теплообразования и теплопотери всего организма. Это достигается посредством физиологических механизмов терморегуляции, которую принято делить на химическую и физическую терморегуляцию.

Химическая терморегуляция осуществляется путем усиления или ослабления образования тепла организмом, т.е. путем усиления или ослабления интенсивности его обмена веществ. При повышении температуры внешней среды до  $25-30^{\circ}\text{C}$  обмен веществ и теплообразование несколько уменьшаются (рисунок 2).

и сделать вывод об определенном соотношении фактической массы тела с должной величиной.

Таблица 9 - Результаты работы

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| Фактическая МТ (кг)                  |  |
| ДМТ (кг)                             |  |
| Соотношение фактической с ДМТ        |  |
| Наличие ожирения и степень его выра- |  |
| Заключение                           |  |

### ТЕМА 3 ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

- 1 Температура тела
- 2 Химическая и физическая терморегуляция
- 3 Роль кожи в терморегуляции
- 4 Нервный и гуморальный механизм терморегуляции

#### *Основные понятия по теме*

Поддержание определенной температуры тела у гомойотерм-

и стимулируют их работу.

Таким образом, регуляция желудочного сока состоит из двух фаз: нервной и гуморальной. Первая начинается раздражением зрительных и обонятельных рецепторов видом и запахом пищи – это условно-рефлекторное сокоотделение. Когда пища попадает в рот и раздражает вкусовые рецепторы, происходит безусловно-рефлекторное выделение желудочного сока. В ходе переваривания пищи в желудке образуются химические вещества, которые вызывают дальнейшее соковыделение – это гуморальная фаза. Без нервной фазы невозможны гуморальная фаза и переваривание пищи в желудке. Поэтому И.П. Павлов назвал первую нервную фазу *аппетитным (запальным) сокоотделением*.

В настоящее время в регуляции желудочной секреции выделяют три фазы – *мозговую, желудочную и кишечную*.

Стимулами для возникновения секреции желудочных желёз в *мозговой фазе* являются все факторы, сопровождающие приём пищи. При этом условные рефлексы, возникающие на вид, запах пищи, обстановку, предшествующую её приёму, комбинируются с безусловными рефлексами, возникающими при жевании и глотании. В *желудочной фазе* стимулы секреции возникают в самом желудке. Секреция усиливается при растяжении желудка - механическая стимуляция, действию на его слизистую оболочку продуктов гидролиза белка, некоторых аминокислот, экстрактивных веществ мяса и овощей. Влияния на железы желудка, поступающие с кишечника, определяют их функционирование в третьей, *кишечной*, фазе секреции. Стимуляция желёз желудка происходит при поступлении недостаточно обработанного механически и химически химуса в тонкую кишку.

Кроме того, в регуляции желудочной секреции центральное место занимают *ацетилхолин, гастрин и гистамин*. Каждый из них возбуждает секреторные клетки.

#### *Пищеварение в тонкой кишке*

Кишечное пищеварение начинается в двенадцатиперстной кишке, в просвет которой выделяется секрет печени – жёлчь, и панкреатический сок поджелудочной железы. Кишечный сок содержит слизь, защищающую слизистую оболочку, протеазы, энтерокиназу,

которая активирует трипсиноген, превращая его в трипсин.

Поджелудочный сок по внешнему виду является бесцветной, прозрачной и легко подвижной жидкостью. Он обладает наибольшей, по сравнению с другими соками, пищеварительной активностью. Его ферменты оказывают действие на белки, жиры и углеводы. Ферменты трипсин и химо tripsин расщепляют белки до аминокислот; липаза – жиры до глицерина и жирных кислот; амилаза, гликозидаза, галактозидаза и мальтаза расщепляют углеводы до моносахаров; рибонуклеазы расщепляют РНК до мономеров. Активация протеолитических ферментов поджелудочной железы осуществляется с помощью фермента, который образуется железами тонких кишок. Этот фермент называется энтерокиназа, а по меткому выражению И.П. Павлова – фермент ферментов. Поджелудочный сок имеет щелочную реакцию. Щёлочность его сравнительно высокая, она колеблется у различных животных и в среднем соответствует 0,5 %  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , (рН = 7,5-8,7).

Жёлчь является экскретом, в составе которого из организма через кишечник выводятся некоторые продукты обмена, яды, лекарственные вещества. Ее выработка происходит непрерывно, так за сутки вырабатывается примерно 0,5–1,5 л жёлчи.

Печёночная жёлчь содержит около 98 % жёлчных кислот и их солей, 0,2 % жёлчных пигментов, 0,7 % неорганических солей, 0,6 % холестерина, жирные кислоты, муцин; рН печёночной желчи составляет 7,3–8,0, пузырной – 6,0–7,0.

Участие жёлчи в процессе пищеварения осуществляется благодаря содержанию в ней жёлчных кислот, которые уменьшают поверхностное натяжение жировых глобул, способствуют их эмульгированию (увеличению общей площади их поверхности), активируют фермент липазу. Поступая в кишечник, жёлчь способствует омылению, эмульгированию и всасыванию жиров, усиливая перистальтику кишок. Продукты гидролиза жиров под действием жёлчных кислот и вместе с ними образуют хиломикроны – крупные ассоциации молекул. В эпителиоциты тонкой кишки всасываются именно хиломикроны, которые доставляют исходные вещества для синтеза собственных жиров организма, который осуществляется в слизистой тонкой кишки.

|           |                          |
|-----------|--------------------------|
| 416 - 450 | Излишний вес             |
| 401 - 416 | Хороший вес              |
| 400       | Оптимум для мужчины      |
| 390       | Оптимум для женщины      |
| 360-389   | Средняя упитанность      |
| 320 - 359 | Плохая упитанность       |
| 300-319   | Очень плохая упитанность |
| 200-299   | Истощение (исхудание)    |

Упитанность зависит от плотности тканей и возраста. У новорожденных упитанность составляет 60 г/см роста, а в 18 лет - 360.

При использовании нескольких индексов вычисляются средние значения.

**Задание 3** Выяснить, в какой мере ваш вес совпадает с должным. Если Ваш вес превышает должную величину, то необходимо определить на сколько процентов. Данные таблицы 8 позволяют выявить степень превышения фактической массы тела над должной, что отражает степень ожирения, которым страдает примерно 30 % населения. Это требует внесения корректив в режим индивида, а порой и врачебного вмешательства, так как предрасполагает к развитию атеросклероза, ишемической болезни сердца, инфаркта миокарда, инсультов вследствие отрыва атеросклеротических бляшек и закупорки ими просвета сосудов.

Таблица 8 - Оценка степени ожирения

| Степень, ожирения                         | I     | II    | III    | IV        |
|---|-------|-------|--------|-----------|
| Превышение фактической МТ над должной в % | 15-29 | 30-49 | 50-100 | Более 100 |

3 Полученные результаты занести в прилагаемую схему – таблица 9

$$\text{а) ДМТ (для мужчин)} = \left[ \frac{P \cdot 4}{2,54} - 128 \right] \cdot 0,453,$$

$$\text{ДМТ (для женщин)} = \left[ \frac{P \cdot 3,5}{2,54} - 108 \right] \cdot 0,453,$$

где P - рост тела в см.

б) Формула Лоренца для идеальной массы тела (ИМТ):

$$\text{ИМТ} = P - \left( 100 - \frac{P - 150}{4} \right)$$

**Задание 2** Определить ДМТ по некоторым из наиболее распространенных индексов:

а) Индекс Брока (ИБ). ИБ = P – 100, где P – рост, см.

б) Индекс Бругши. Он вносит коррективы в предыдущий. При росте до 175 см вычитается 105, а свыше - 110;

в) Индекс Габса (ИГ):  $\text{ИГ} = 50 + \frac{4}{5} \cdot (P - 150)$ , где P – рост, см.

г) Индекс Кетле (ИК), дающий представление о массе тела, которая приходится на 1 см роста, т. е. об упитанности:

$$\text{ИК} = \frac{\text{МТ}(\text{г})}{P(\text{см})}.$$

Нормальная величина индекса Кетле для женщин колеблется в пределах 325-375, для мужчин - 350-400 г/см. Для квалификации отклонений от нормативов, устанавливаемых данным способом, можно пользоваться таблицей 7.

Таблица 7- Таблица показателей упитанности

| Индекс Кетле | Показатели упитанности |
|--------------|------------------------|
| Более 540    | Ожирение               |
| 451 - 540    | Чрезмерный вес         |

Кроме полостного пищеварения в тонкой кишке происходит и пристеночное пищеварение. Оно было открыто А.М. Уголевым в 1960-х годах. Было показано, что пористая поверхность слизистой оболочки тонкой кишки адсорбирует огромное количество пищеварительных ферментов, с помощью которых на поверхности кишки происходит окончательное расщепление питательных веществ.

После переваривания веществ с помощью ферментов наступает не менее важный процесс – всасывание. Эта функция особенно интенсивно протекает в тощей и чуть меньше в подвздошной кишке. Площадь всасывающей поверхности огромна. Слизистая оболочка тонких кишок имеет круговые складки (число их у взрослого достигает 600-650), кишечные ворсинки – выросты собственной пластинки слизистой оболочки. Ворсинки у тощей кишки длиннее и многочисленнее (22-40 на 1 мм<sup>2</sup>). Кишечные эпителиоциты имеют исчерченную каемку, которая образована огромным количеством микроворсинок (1500-3000 на поверхности каждой клетки). Микроворсинки увеличивают площадь всасывающей поверхности кишок в 30-40 раз, и она составляет около 500 м<sup>2</sup>. В кровеносные капилляры ворсинок всасываются аминокислоты – продукты расщепления белков, моносахара – продукты расщепления углеводов; вода, минеральные соли, витамины в неизменном состоянии. Быстрее всего всасываются глюкоза и галактоза, так как в слизистой тонкой кишки происходит их фосфорилирование.

### Вопросы для самоконтроля

- 1 Какие типы пищеварения известны у человека и высших животных?
- 2 Что такое саливация и как регулируется слюноотделение?
- 3 Каков состав желудочного сока, оптимальные условия для пищеварения в желудке; как регулируется секреция желудочного сока?
- 4 Охарактеризуйте ферментативный состав поджелудочного сока и роль жёлчи в пищеварении.

## Лабораторная работа 1 Специфичность действия ферментов

**Цель:** изучение специфичности действия ферментов.

**Материалы и оборудование:** пробирки, спиртовка, спички, держалка для пробирок, слюна человека, 0,5 %-ный раствор крахмала, 1 %-ный раствор сахарозы, вытяжка из дрожжей, раствор Люголя, реактив Троммера.

### Ход работы

1 В данной работе необходимо изучить специфичность действия амилазы слюны человека и сахаразы дрожжей. Для проведения работы надо собрать слюну естественным путем, выпуская ее через воронку в пробирку.

2 В две пробирки поместить по 5-6 капель 0,5 %-ного раствора крахмала. В одну из них добавить 8-10 капель разведенной в 5 раз слюны (содержащей амилазу и мальтазу), в другую – 8-10 капель вытяжки из дрожжей, содержащей фермент сахаразу. Обе пробирки выдержать 10 минут при комнатной температуре, затем прибавить в каждую по капле раствора Люголя, который при наличии крахмала окрашивает содержимое пробирок в синий цвет.

3 В две другие пробирки поместить по 10-12 капель 1 %-ного раствора сахарозы и добавить в первую пробирку 8-10 капель вытяжки из дрожжей, во вторую – 8-10 капель разведенной слюны. Выдержать пробирки при комнатной температуре 5 минут, проделать с их содержимым пробу Троммера. Для этого надо добавить к исследуемому раствору 3 мл 10 %-ного раствора NaOH и 1-2 капли 0,1 %-ного раствора CuSO<sub>4</sub> и нагреть до кипения. В присутствии сахара окрашивается в кирпично-красный цвет.

Действие ферментов в обоих опытах обнаруживается либо по исчезновению субстрата, либо по появлению продуктов его гидролиза. Результаты исследований показывают, что амилаза катализирует гидролиз крахмала, но не сахарозы, а сахараза – гидролиз сахарозы,

|       |  |  |  |  |  |
|-------|--|--|--|--|--|
| 5.    |  |  |  |  |  |
| Всего |  |  |  |  |  |

4 В выводе дать физиологическую оценку составленного рациона.

## Лабораторная работа 4 Соотношение индивидуальной массы тела с должной

**Цель:** привлекая оценочные таблицы, формулы и индексы, установить соответствие фактической массы подлежащей.

**Материалы и оборудование:** исследуемый, весы, ростомер, таблицы.

### Ход работы

1 Перед проведением вычислений необходимо взвесить испытуемого с помощью медицинских весов, учитывая вес одежды. С помощью ростомера определить рост. Масса тела (МТ) отражает степень развития костно-мышечного аппарата, подкожного жирового слоя, внутренних органов и служит одним из объективных показателей правильности питания. У мужчин и женщин на долю скелета приходится соответственно 18 и 16 %, мышц – 42 и 32 % (у спортсменов до 50 %) и жировой прослойки – 12 и 18 % от МТ. На нее оказывают влияние уровень генетически наследуемого основного обмена, конституция, функциональное состояние желез внутренней секреции, режим двигательной активности, пол, возраст, рост и ряд других факторов. Необходимо знать, в какой степени индивидуальная фактическая МТ соответствует должной (ДМТ) с учетом пола, возраста и роста. Для этого используются формулы, индексы и таблицы.

2 В ходе работы надо выполнить три задания.

**Задание 1** Используя значения роста и веса испытуемого сопоставить определенную массу тела – фактическую массу тела с должной (ДМТ), которая определяется по формуле:



|                              |                |     |      |      |      |
|------------------------------|----------------|-----|------|------|------|
| Пицца с шампиньонами и луком | 150 г (порция) | 434 | 18,0 | 20,0 | 48,2 |
|------------------------------|----------------|-----|------|------|------|

3 Результаты работы оформить в виде таблицы 6.

Таблица 6 – Суточный пищевой рацион

| Продукты       | Масса, г | Содержание питательных веществ, г |       |           | Энергетическая ценность, ккал |
|----------------|----------|-----------------------------------|-------|-----------|-------------------------------|
|                |          | белков                            | жиров | углеводов |                               |
| 1              | 2        | 3                                 | 4     | 5         | 6                             |
| <b>ЗАВТРАК</b> |          |                                   |       |           |                               |
| 1.             |          |                                   |       |           |                               |
| 2.             |          |                                   |       |           |                               |
| 3.             |          |                                   |       |           |                               |
| 4.             |          |                                   |       |           |                               |
| 5.             |          |                                   |       |           |                               |
| Всего          |          |                                   |       |           |                               |
| 1              | 2        | 3                                 | 4     | 5         | 6                             |
| <b>ОБЕД</b>    |          |                                   |       |           |                               |
| 1.             |          |                                   |       |           |                               |
| 2.             |          |                                   |       |           |                               |
| 3.             |          |                                   |       |           |                               |
| 4.             |          |                                   |       |           |                               |
| 5.             |          |                                   |       |           |                               |
| Всего          |          |                                   |       |           |                               |
| <b>УЖИН</b>    |          |                                   |       |           |                               |
| 1.             |          |                                   |       |           |                               |
| 2.             |          |                                   |       |           |                               |
| 3.             |          |                                   |       |           |                               |
| 4.             |          |                                   |       |           |                               |

но не крахмала.

4 В выводе показать специфичность действия ферментов.

## Лабораторная работа 2 Определение саливации у человека

**Цель:** изучение саливации человека при различных состояниях путем определения объема выделяемой слюны.

**Материалы и оборудование:** четыре марлевые салфетки 10x10 см, сложенные вчетверо, пинцет, клюква или лимон, сахар, электрические весы.

### Ход работы

1 Оценка основного слюноотделения.

Перед проведением работы необходимо взвесить марлевые салфетки на электрических весах и записать их массу. Затем с помощью пинцета поместить одну салфетку, сложенную вчетверо на спинку языка и закрывать рот. Через 2 минуты извлечь салфетку изо рта пинцетом и взвесить на весах. По разности массы салфетки до и после исследования определить прирост массы, который отражает объем выделившейся слюны.

Аналогичным образом определить объем выделяемой слюны при различных условиях.

2 Влияние задержки дыхания на саливацию. Поместить на спинку языка новую салфетку, сделать вдох и задержать дыхание на максимально возможное время. Определить объем выделившейся слюны.

3 Действие первой сигнальной системы на саливацию. Одновременно с помещением марлевой салфетки начинают разминать на блюдечке клюкву (дольку лимона), посыпая ее сахаром. Необходимо отметить усиление слюноотделения на вид, запах и ожидаемый вкус

данных продуктов. Определить объем выделившейся слюны.

4 Действие второй сигнальной системы на саливацию. Для проведения данного исследования необходимо после помещения марлевой салфетки на язык в течение 2 минут с интересом рассказывать о свойствах и вкусе продуктов или блюд, вызывающих обильное слюноотделение. Отмечают, что не только вид продуктов, но и рассказ о них, представление их оказывает влияние на саливацию. Раздражителем в данном случае является слово, которое только для человека наполнено смыслом и заменяет действие безусловного раздражителя, например, пищи. Определить объем выделившейся слюны.

5 Занести полученные в ходе исследований данные в таблицу 1, сравнить полученные результаты. В выводе определить, при каких условиях и на сколько происходит изменение объема выделившейся слюны. Как влияют на саливацию первая и вторая сигнальные системы?

Таблица 1 - Определение объема слюны в различных условиях

| Условия исследования              | Прирост массы марлевой салфетки, г |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| Основная секреция                 |                                    |
| При максимальной задержке дыхания |                                    |
| При разминании клюквы перед едой  |                                    |
| Слушая рассказ о лимоне           |                                    |

### Лабораторная работа 3

#### Переваривание крахмала ферментами слюны человека

**Цель:** изучение условий действия ферментов слюны человека; наблюдение расщепление крахмала ферментами слюны.

**Материалы и оборудование:** термостат, спиртовка, спички, штатив с пробирками (11 штук), стеклограф, пипетки, маленькая во-

|                               |                  |     |      |      |      |
|-------------------------------|------------------|-----|------|------|------|
| Омлет                         | 200 г (порция)   | 274 | 11,6 | 19,4 | 18,8 |
| Яичница                       | 100 г (из 2 яиц) | 119 | 9,8  | 8,7  | 0,5  |
| Яйца вареные                  | 50 г (1 штука)   | 55  | 4,9  | 3,8  | 0,3  |
| <b>ДЕСЕРТЫ</b>                |                  |     |      |      |      |
| Кисель смородиновый           | 150 г (стакан)   | 147 | 0,5  | 0,2  | 38,6 |
| Клубника со взбитыми сливками | 125 г (порция)   | 159 | 1,4  | 13,0 | 10,5 |
| Компот из яблок               | 200 мл (стакан)  | 102 | 0,3  | 0,2  | 19,8 |

| 1                                   | 2              | 3   | 4    | 5    | 6    |
|-------------------------------------|----------------|-----|------|------|------|
| Яблоки печеные                      | 150 г (порция) | 140 | 0,5  | 2,4  | 31,2 |
| <b>БЛЮДА БЫСТРОГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ</b> |                |     |      |      |      |
| Гамбургер с мясом и сыром           | 113 г (штука)  | 242 | 15,1 | 13,7 | 16,3 |
| Картофель фри                       | 125 г (порция) | 379 | 4,1  | 18,8 | 53,5 |
| Пицца с мясом и зеленью             | 150 г (порция) | 531 | 24,8 | 20,1 | 55,2 |

|   |              |     |     |     |      |
|---|--------------|-----|-----|-----|------|
| Салат из капусты белокочанной                     | 100 г        | 67  | 1,6 | 4,7 | 7,0  |
| Салат из огурцов и помидоров                      | 100 г        | 32  | 1,1 | 1,8 | 3,6  |
| Салат из пекинской капусты, яблок, перца с маслом | 100 г        | 53  | 1,1 | 3,8 | 5,7  |
| Салат из помидоров                                | 100 г        | 14  | 0,8 | 0,2 | 3,2  |
| Салат фруктовый                                   | 100 г        | 103 | 0,5 | 0,3 | 25,9 |
| <b>БЛЮДА ИЗ КАРТОФЕЛЯ И МУКИ, КАШИ</b>            |              |     |     |     |      |
| Блинчики с капустой                               | 80 г (штука) | 118 | 2,6 | 7,4 | 12,2 |

| 1   | 2              | 3   | 4    | 5    | 6    |
|---|----------------|-----|------|------|------|
| Картофельное пюре                         | 150 г (порция) | 135 | 3,2  | 2,1  | 27,6 |
| Каша гречневая рассыпчатая с раст. маслом | 175 г (порция) | 231 | 7,9  | 4,0  | 43,8 |
| Котлеты картофельные                      | 300 г (порция) | 723 | 12,9 | 38,4 | 87,9 |
| Макароны                                  | 200 г (порция) | 214 | 6,6  | 1,4  | 44,6 |
| Пирожок с мясом                           | 40 г (штука)   | 88  | 4,8  | 4,6  | 6,9  |
| <b>БЛЮДА ИЗ ЯИЦ</b>                       |                |     |      |      |      |

ронка, 1 %-ный раствор вареного крахмала, 1 %-ный раствор сырого крахмала, раствор Люголя, реактив Фелинга, 0,5 %-ный раствор HCl, лакмусовая бумага, лед или холодильник, слюна человека.

#### **Ход работы**

1 Подготовка необходимых растворов и реактивов.

Крахмальный клейстер готовится непосредственно перед проведением опыта. Для этого 4 г крахмала необходимо растереть с водой в тарелке. Нагреть 200 мл воды до кипения и прилить к ней, непрерывно помешивая стеклянной палочкой, растертый крахмал. После того как клейстер закипит, его охладить.

Для йодо-крахмальной пробы приготовить 2 %-ный раствор KI (2 г KI + 98 мл H<sub>2</sub>O) и добавить к нему металлический йод до появления желтого цвета (раствор Люголя). Этот раствор окрашивает крахмал в темно-синий цвет.

Реактив Фелинга состоит из двух растворов, которые надо готовить и сохранять отдельно. Смешать растворы в равных объемах только перед употреблением.

Раствор 1: 5 г NaOH и 17,5 г сегнетовой соли растворить в 50 мл воды.

Раствор 2: 3,5 г CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O растворить в 50 мл воды.

2 Собрать слюну естественным путем, выпуская ее через воронку в пробирку, предварительно прополоскав рот. Для работы необходимо 8 -10 мл слюны. С помощью лакмусовой бумаги определить pH слюны.

3 Пронумеровать 6 пробирок, поставить их в штатив. В 1-5 пробирки поместить 1-2 мл слюны, в шестую пробирку налить 3 мл вареного крахмала.

**Пятую и шестую** пробирки поместить на 10 минут в холодильник.

В **первую** пробирку со слюной добавить 3 мл вареного крахмала.

Слюну во **второй** пробирке нагреть до кипения на спиртовке, охладить и добавить к прокипяченной слюне 3 мл вареного крахма-

ла.

К слюне в **третьей** пробирке добавить несколько капель 0,5 %-ного раствора НСІ до появления стойкого окрашивания лакмусовой бумаги, затем прилить 3 мл вареного крахмала.

К слюне в **четвертой** пробирке прилить 3 мл сырого крахмала. **Внимание!** Раствор сырого крахмала перед забором в пипетку необходимо тщательно перемешать, раствор должен быть мутный.

4 Первые четыре пробирки поместить на 30 минут в термостат с температурой 37-38 °С. Охлажденный раствор крахмала из **шестой** пробирки добавить к охлажденной слюне в **пятую** пробирку и поместить в холодильник (или в стакан со льдом) на 30 минут.

5 Через 30 минут пробирки достать из термостата и холодильника, перемешать содержимое и разделить на две части (для чего нумеруют еще 5 пробирок). Содержимое пробирок исследовать на наличие крахмала и простых сахаров. В 1–5 пробирки добавить 2–3 капли раствора Люголя: при наличии крахмала раствор приобретает синий цвет. В 6-10 пробирки прилить 1 мл реактива Фелинга, нагреть содержимое пробирок до кипения. При наличии простых сахаров – продуктов расщепления крахмала ферментами слюны – содержимое пробирки окрашивается в буро-красный цвет.

6 После проведения эксперимента необходимо отметить, в каких пробирках крахмал превратился в сахар (полностью или частично), в каких он остался без изменений. Как влияют различные условия на ферментативные свойства слюны?

Для удобства анализа полученных данных занести их в таблицу 2, отметить большое количество сахара или крахмала знаком «++», следы этих веществ – знаком «+», их отсутствие – знаком «-».

7 По результатам проведенного опыта определить оптимальные условия для ферментативного действия энзимов слюны.

|                                   |                   |     |      |      |      |
|-----------------------------------|-------------------|-----|------|------|------|
| Печень свиная                     | 120 г<br>(порция) | 287 | 24,6 | 18,6 | 5,9  |
| Рёбра свиные тушеные              | 150 г<br>(порция) | 315 | 11,9 | 28,8 | 3,3  |
| Свинина жареная                   | 120 г<br>(порция) | 334 | 18,5 | 29,3 | -    |
| <b>БЛЮДА ИЗ РАЗНЫХ ВИДОВ МЯСА</b> |                   |     |      |      |      |
| Котлеты                           | 150 г<br>(штука)  | 426 | 19,5 | 31,7 | 17,7 |

| 1      | 2                 | 3   | 4    | 5    | 6    |
|--------|-------------------|-----|------|------|------|
| Паштет | 60 г<br>(ломтик)  | 217 | 9,0  | 18,7 | 4,0  |
| Рулет  | 150 г<br>(порция) | 408 | 20,3 | 26,3 | 23,9 |

| <b>БЛЮДА ИЗ ОВОЩЕЙ И МЯСА</b>            |                  |     |      |      |      |
|--|------------------|-----|------|------|------|
| Голубцы с мясом и рисом в томатном соусе | 200 г<br>(штука) | 216 | 7,2  | 13,4 | 20,0 |
| Перец, фаршированный мясом и рисом       | 250 г<br>(штука) | 400 | 11,0 | 26,5 | 34,3 |
| <b>БЛЮДА ИЗ ОВОЩЕЙ</b>                   |                  |     |      |      |      |
| Салат из огурцов со сметаной             | 100 г            | 33  | 1,0  | 2,2  | 2,8  |

|                     |                        |     |      |     |      |
|---------------------|------------------------|-----|------|-----|------|
| Суп щавеле-<br>вый  | 250 г<br>(пор-<br>ция) | 100 | 4,0  | 6,3 | 7,3  |
| Щи                  | 250 г<br>(пор-<br>ция) | 78  | 1,8  | 5,3 | 8,0  |
| <b>РЫБНЫЕ БЛЮДА</b> |                        |     |      |     |      |
| Галушки<br>рыбные   | 180 г<br>(3 шт.)       | 202 | 25,6 | 4,7 | 15,8 |
| Карп с овоща-<br>ми | 125 г<br>(пор-<br>ция) | 170 | 32,6 | 3,6 | 2,6  |

|                         |                        |     |      |      |      |
|-------------------------|------------------------|-----|------|------|------|
| 1                       | 2                      | 3   | 4    | 5    | 6    |
| Котлеты рыб-<br>ные     | 120 г<br>(пор-<br>ция) | 311 | 17,9 | 21,4 | 13,1 |
| <b>БЛЮДА ИЗ ПТИЦЫ</b>   |                        |     |      |      |      |
| Котлеты<br>куриные      | 120 г<br>(шту-<br>ка)  | 48  | 23,9 | 33,4 | 17,2 |
| Курица залив-<br>ная    | 200 г<br>(пор-<br>ция) | 384 | 54,6 | 17,8 | 2,4  |
| Курица жаре-<br>ная     | 100 г                  | 179 | 16,4 | 12,7 | 0,1  |
| <b>БЛЮДА ИЗ СВИНИНЫ</b> |                        |     |      |      |      |
| Биточки сви-<br>ные     | 125 г<br>(шту-<br>ка)  | 244 | 13,0 | 20,1 | 3,3  |
| Жаркое<br>из свинины    | 120 г<br>(пор-<br>ция) | 270 | 13,7 | 23,8 | 1,4  |
| Котлеты<br>из грудинки  | 150 г<br>(шту-<br>ка)  | 527 | 28,5 | 36,2 | 23,9 |

Таблица 2 - Схема и результаты опыта

| № про-<br>бирок | Содержимое пробирок  | Цвет содержимого про-<br>бирок после добавления |                     |
|-----------------|--|---|---------------------|
|                 |  | Раствора<br>Люголя                              | Реактива<br>Фелинга |
| 1               | 1 мл слюны + 3 мл вареного крах-<br>мала, 37-38 °С                           |   |                     |
| 2               | 1 мл прокипяченной слюны + 3 мл<br>вареного крахмала, 37-38 °С               |   |                     |
| 3               | 1 мл слюны + 0,5 %-ный раствор<br>НСІ + 3 мл вареного крахмала, 37-<br>38 °С |   |                     |
| 4               | 1 мл слюны + 3 мл сырого крахма-<br>ла, 37-38 °С                             |   |                     |
| 5               | 1мл охлажденной слюны + 3 мл<br>охлажденного вареного крахмала,<br>холод     |   |                     |

#### Лабораторная работа 4

##### Действие ферментов желудочного сока

**Цель:** изучение действия ферментов желудочного сока на бел-  
ки.

**Материалы и оборудование:** желудочный сок (натуральный  
или искусственный), куриный белок или фибрин, 0,5 %-ный раствор  
NaOH, 0,5 %-ный раствор HCl, пробирки, штатив для пробирок,  
термостат, лед, спиртовка, держалка для пробирок, лакмусовая бума-  
га.

## Ход работы

1 Подготовка необходимых растворов и субстратов.

В случае отсутствия натурального желудочного сока можно приготовить искусственный. Для этого надо смешать 2,5 мл 0,2 %-ного раствора соляной кислоты (6 мл концентрированной HCl растворить в 1 л воды) и 2,5 мл 0,4 %-ного раствора пепсина (4 г препарата пепсина растворить в 1 л дистиллированной воды).

При отсутствии фибрина можно воспользоваться яичным белком. Перед опытом разбить сырое куриное яйцо и белок вылить в стакан, куда прибавить 100 мл дистиллированной воды. Для лучшего растворения белка добавить 1/3 чайной ложки химически чистого NaCl. Содержимое стакана тщательно перемешать, а затем профильтровать через тонкий слой ваты. После этого белок свернуть, нагревая его (яичный белок альбумин свертывается при + 73 °С). Образующиеся белые хлопья белка служат для исследования действия на него желудочного сока.

2 Пронумеровать пять пробирок. В **первые четыре пробирки** налить по 5 мл желудочного сока. В пробирку 5 поместить 5 мл 0,5 %-ного раствора HCl.

Пробирку 2 с желудочным соком нагреть до кипения и охладить. Желудочный сок в пробирке 3 нейтрализовать 0,5 %-ным раствором NaOH, добавив 0,5–1,0 мл этого раствора до изменения значения pH. Пробирку 4 необходимо поместить в стакан со льдом на 10 минут для охлаждения желудочного сока.

3 Во все пробирки добавить небольшое количество приготовленного белка – фибрина или хлопьев вареного белка яйца. Пробирки 1,2,3, 5 встряхнуть и поместить на 30-40 минут в термостат при t° 37–38 °С. Пробирку 4 поставить - в стакан со льдом. Каждые 8-10 минут содержимое пробирок необходимо хорошо встряхивать.

4 Через 30-40 минут пробирки достать из термостата, рассмотреть содержимое и отметить, какие изменения произошли с белком.

В первой пробирке белок исчез полностью или в основном.

|                     |                   |     |     |     |     |
|---------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| Чай без сахара      | 200 мл<br>(чашка) | 0   | 0,2 | 0,0 | 0,0 |
| НАПИТКИ АЛКОГОЛЬНЫЕ |                   |     |     |     |     |
| Вино белое          | 100 г             | 95  | 0,2 | 0,0 | 5,9 |
| Вино красное        | 100 г             | 68  | 0,1 | 0,0 | 0,2 |
| Водка               | 100 г             | 220 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Пиво                | 100 г             | 49  | 0,5 | 0,0 | 3,8 |
| Шампанское          | 100 г             | 76  | 0,3 | 0,0 | 1,4 |
| ПЕРВЫЕ БЛЮДА        |                   |     |     |     |     |
| Борщ красный        | 250 г<br>(порция) | 80  | 5,0 | 3,5 | 8,3 |

| 1                            | 2                 | 3   | 4    | 5   | 6    |
|------------------------------|-------------------|-----|------|-----|------|
| Свекольник                   | 250 г<br>(порция) | 73  | 3,8  | 4,3 | 6,3  |
| Суп гороховый                | 250 г<br>(порция) | 165 | 11,0 | 6,0 | 22,3 |
| Суп грибной                  | 250 г<br>(порция) | 65  | 3,3  | 4,5 | 3,3  |
| Суп картофельный             | 250 г<br>(порция) | 95  | 3,5  | 2,8 | 16,5 |
| Суп картофельный со сметаной | 250 г<br>(порция) | 118 | 3,8  | 4,8 | 16,3 |
| Суп овощной                  | 250 г<br>(порция) | 70  | 3,5  | 2,8 | 10,8 |
| Суп рисовый на молоке        | 250 г<br>(порция) | 165 | 6,8  | 5,3 | 22,8 |
| Суп с вермишелью на молоке   | 250 г<br>(порция) | 165 | 7,3  | 5,8 | 21,3 |

|                        |                |           |            |             |             |
|------------------------|----------------|-----------|------------|-------------|-------------|
| Шоколад бe-льй         | 100 г<br>4 г   | 578<br>23 | 7,7<br>0,3 | 38,4<br>1,5 | 51,0<br>2,0 |
| Шоколад горький        | 100 г<br>4 г   | 554<br>22 | 6,7<br>0,3 | 34,3<br>1,4 | 56,6<br>2,3 |
| Шоколад молочный       | 100 г<br>4 г   | 549<br>22 | 9,8<br>0,4 | 32,8<br>1,3 | 54,7<br>2,2 |
| <b>ПЕЧЕНЬЕ И ВАФЛИ</b> |                |           |            |             |             |
| Вафли в шоколаде       | 40 г<br>(1шт.) | 221       | 3,0        | 13,6        | 22,2        |

| 1                            | 2               | 3  | 4   | 5   | 6    |
|------------------------------|-----------------|----|-----|-----|------|
| Печенье                      | 10 г<br>(1шт.)  | 44 | 0,8 | 1,1 | 7,7  |
| Печенье в шоколаде           | 14 г<br>(1шт.)  | 68 | 0,9 | 3,4 | 8,8  |
| Печенье с фруктовой начинкой | 15 г<br>(1 шт.) | 59 | 0,6 | 2,4 | 8,8  |
| Печенье шоколадное           | 12 г<br>(1 шт.) | 59 | 0,7 | 3,1 | 7,3  |
| Пряники                      | 18 г<br>(1шт.)  | 66 | 0,7 | 1,7 | 11,9 |

| <b>НАПИТКИ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫЕ</b> |                    |    |     |     |      |
|-------------------------------|--------------------|----|-----|-----|------|
| Кока-Кола, Пепси-кола         | 200 мл<br>(стакан) | 84 | 0,0 | 0,0 | 20,8 |
| Кофе без сахара               | 130 мл<br>(чашка)  | 3  | 0,3 | 0,0 | 0,4  |
| Лимонад                       | 200 мл<br>(стакан) | 48 | 0,0 | 0,0 | 11,6 |
| Сок апельсиновый              | 200 мл<br>(стакан) | 86 | 1,2 | 0,2 | 19,8 |
| Сок томатный                  | 200 мл<br>(стакан) | 26 | 1,6 | 0,2 | 5,2  |
| Сок яблочный                  | 200 мл<br>(стакан) | 84 | 0,2 | 0,2 | 20,0 |

Во второй пробирке фибрин остался без изменения, так как фермент был разрушен кипячением.

В третьей пробирке фибрин остался без изменения, так как отсутствовала соляная кислота.

В четвертой пробирке так же переваривания не наблюдают, так как не соблюдались оптимальные температурные условия.

В пятой пробирке белок набух.

5 На основании результатов опыта сделать вывод о значении компонентов желудочного сока – пепсина и соляной кислоты – в переваривании белков. Необходимо указать какие условия при этом должны соблюдаться.

### Лабораторная работа 5

#### Роль жёлчи в процессе пищеварения

**Цель:** определение влияния жёлчи на жиры.

**Материалы и оборудование:** штатив с пробирками, две маленькие воронки, фильтры, жёлчь, жидкий растительный жир, 0,5 % раствор двууглекислой соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ).

#### Ход работы

1 Для изучения эмульгирования жиров жёлчью:  
 - в пробирку 1 налить 3 мл дистиллированной воды;  
 - в пробирку 2 – 3 мл двууглекислой соды;  
 - в пробирку 3 – 3 мл дистиллированной воды и несколько капель жёлчи.

2 В каждую из пробирок прибавить по 7 капель растительного масла. Содержимое пробирок энергично встряхнуть.

В одной из пробирок образуется белое «молоко» - жировая эмульсия. Через 10-15 минут рассмотреть содержимое всех пробирок и убедиться, что эмульсия стойкая, так как границы между слоями не намечается. В качестве контроля использовать пробирку 1.

3 В протоколе необходимо охарактеризовать стойкость образовавшейся эмульсии во всех трех пробирках.

4 Влияние жёлчи на жиры можно наблюдать и с помощью лупы или микроскопа. Для этого на предметное стекло пипеткой нанести каплю воды и каплю жёлчи. К каждой капле добавить небольшое количество растительного масла, перемешать и рассмотреть содержимое обеих капель под лупой или под микроскопом. В тетрадях необходимо зарисовать, как распределяется жир в капле воды и капле жёлчи сразу после добавления масла и через 10-15 минут.

5 Для установления влияния жёлчи на фильтрацию жира необходимо проделать следующее.

В небольшие воронки вложить бумажные фильтры. Один из фильтров смочить жёлчью, другой – водой. Поставить воронки в пробирки, находящиеся в штативе, и налить в каждую по 10 мл растительного масла. Через 45 минут определить количество профильтрованного жира в обеих пробирках. Масло довольно быстро пройдет через фильтр, обработанный жёлчью, и сохранится в воронке, смоченной водой.

6 В выводе показать роль жёлчи в пищеварении и объяснить, почему жир свободно проникает через фильтр, смоченный жёлчью.

### Лабораторная работа 6

#### Состав и свойства сока поджелудочной железы

**Цель:** изучение условий переваривания и наблюдение действия ферментов поджелудочной железы.

**Для работы необходимы:** активный поджелудочный сок (можно заменить раствором ферментативных препаратов с желчью), желудочный сок (натуральный или искусственный), препарат задних конечностей лягушки (препарат мышцы курицы), штатив с пробирками, термостат, жидкое растительное масло, 1 %-ный спиртовой

| СУХОФРУКТЫ |               |     |     |     |      |
|------------|---------------|-----|-----|-----|------|
| Бананы     | 100 г         | 360 | 3,8 | 1,1 | 88,8 |
| Изюм       | 100 г         | 277 | 2,3 | 0,5 | 71,2 |
| Урюк       | 100 г         | 284 | 5,4 | 1,2 | 72,2 |
|            | 10 г<br>(шт.) | 28  | 0,5 | 0,1 | 7,2  |
| Финики     | 100 г         | 277 | 2,0 | 0,4 | 74,0 |
|            | 20 г<br>(шт.) | 55  | 0,4 | 0,1 | 14,8 |

| 1                      | 2                 | 3   | 4    | 5    | 6    |
|------------------------|-------------------|-----|------|------|------|
| Яблоки                 | 100 г             | 238 | 2,1  | 2,1  | 62,3 |
| ОРЕХИ                  |                   |     |      |      |      |
| Арахис                 | 100 г             | 560 | 25,7 | 46,1 | 19,2 |
| Миндаль                | 100 г             | 572 | 20,0 | 52,0 | 20,5 |
| Фисташки               | 100 г             | 589 | 20,5 | 48,5 | 25,0 |
| Фундук                 | 100 г             | 640 | 14,4 | 63,0 | 14,9 |
| СЕМЕНА                 |                   |     |      |      |      |
| Подсолнух              | 100 г             | 561 | 24,4 | 43,7 | 24,6 |
| Тыква                  | 100 г             | 556 | 24,5 | 45,8 | 18,0 |
| САХАР, МЁД, КОНФЕТЫ    |                   |     |      |      |      |
| Ирис                   | 15 г<br>(1 шт.)   | 63  | 0,6  | 1,6  | 11,4 |
| Карамель<br>с начинкой | 4 г<br>(1 шт.)    | 15  | 0,0  | 0,0  | 3,7  |
| Мёд пчелиный           | 7 г<br>(ч.л.)     | 23  | 0,0  | 0,0  | 5,6  |
| Сахар                  | 5 г<br>(ч.л.)     | 20  | 0,0  | 0,0  | 5,0  |
| ШОКОЛАДНЫЕ ИЗДЕЛИЯ     |                   |     |      |      |      |
| «Баунти»               | 28,5 г<br>(1 шт.) | 128 | 1,2  | 7,2  | 16,2 |
| «Марс»                 | 60 г              | 271 | 2,2  | 10,9 | 41,3 |
|                        | 20 г              | 90  | 0,7  | 3,6  | 13,8 |
| «Сникерс»              | 60 г              | 298 | 5,8  | 28,9 | 31,6 |
|                        | 20 г              | 98  | 1,9  | 5,7  | 10,4 |



|                                  |              |    |     |     |      |
|----------------------------------|--------------|----|-----|-----|------|
| Помидоры                         | 100 г        | 15 | 0,9 | 0,2 | 3,6  |
| Редис                            | 100 г        | 14 | 1,0 | 0,2 | 4,4  |
| Цуккини                          | 100 г        | 15 | 1,2 | 0,1 | 3,2  |
| <b>ПРОДУКТЫ ИЗ ОВОЩЕЙ</b>        |              |    |     |     |      |
| Горошек зелёный консервированный | 100 г        | 63 | 4,9 | 0,2 | 15,8 |
|                                  | 15 г (ст.л.) | 10 | 0,7 | 0,0 | 2,4  |

| 1                         | 2              | 3   | 4   | 5   | 6    |
|---------------------------|----------------|-----|-----|-----|------|
| Кетчуп                    | 6 г (ч.л.)     | 6   | 0,1 | 0,1 | 1,3  |
| Кукуруза консервированная | 18 г (ст.л.)   | 19  | 0,5 | 0,2 | 4,2  |
| Огурцы солёные            | 55 г (ср. шт.) | 6   | 0,6 | 0,1 | 1,0  |
| Томатная паста            | 6 г (ч.л.)     | 6   | 0,3 | 0,1 | 1,0  |
| Фасоль консервированная   | 100 г          | 16  | 1,5 | 0,2 | 4,5  |
| Шампиньоны                | 100 г          | 17  | 2,7 | 0,4 | 2,6  |
| <b>ФРУКТЫ И ЯГОДЫ</b>     |                |     |     |     |      |
| Абрикос                   | 50 г (ср.шт.)  | 24  | 0,5 | 0,1 | 6,0  |
| Ананас                    | 100 г          | 54  | 0,4 | 0,2 | 13,6 |
| Апельсин                  | 250 г (ср.шт.) | 110 | 2,3 | 0,5 | 28,3 |
| Банан                     | 170 г (ср.шт.) | 162 | 1,7 | 0,5 | 40,0 |
| Груша                     | 150 г (ср.шт.) | 81  | 0,9 | 0,3 | 21,6 |
| Киви                      | 65 г (ср.шт.)  | 36  | 0,6 | 0,3 | 9,0  |
| Мандарины                 | 80 г (ср.шт.)  | 34  | 0,5 | 0,2 | 9,0  |
| Яблоко                    | 150 г (ср.шт.) | 69  | 0,6 | 0,6 | 18,2 |

раствор фенолфталеина, спиртовка, держалка для пробирок, дистиллированная вода, 1 %-ный крахмальный клейстер, раствор Люголя, реактив Фелинга, взвесь крахмала в воде (1:100).

### Ход работы

#### I Сравнение протеолитического действия ферментов: желудочного сока – пепсина и поджелудочного сока – трипсина.

1 Две одинаковые пробирки наполнить на три четверти объема – одну желудочным соком, другую активным поджелудочным соком. Обе пробирки поставить в узкий химический стакан, наполненный водой  $t^{\circ}$  37-38  $^{\circ}$ C, который также необходимо поставить в термостат с такой же температурой.

2 Приготовить препарат задних конечностей лягушки, снять с них кожу и на обеих лапках надрезать до половины икроножные мышцы (препарат конечностей лягушки можно заменить препаратом мышц курицы). Одну из лапок поместить в пробирку с желудочным соком, другую в пробирку с таким же количеством поджелудочного сока. Обе пробирки поставить в термостат на 20-40 минут  $t^{\circ}$  37-38  $^{\circ}$ C.

3 По истечении указанного времени извлечь пробирки и рассмотреть, что произошло с лапками. Необходимо отметить, что конечность лягушки, погруженная в желудочный сок, вся развалилась и на дне пробирки видны отдельные ее части, а также большие скопления волокон мышечной ткани и в виде буро-желтого осадка. Конечность, находящаяся в поджелудочном соке, имеет белесоватый цвет, мышечная ткань икроножной мышцы, куда сок проник благодаря разрезу фасции, почти полностью переварилась; фасция же осталась без изменения и представляет собой полый мешочек.

4 В выводе необходимо отметить, что пепсин переваривает белки соединительной ткани, трипсин же действует на белки мышечной ткани.

## II Фермент поджелудочного сока – липаза

Липаза панкреатического сока выделяется в малоактивном состоянии. Активируется она в полости двенадцатиперстной кишки жёлчью.

1 Налить в две пробирки по 1 мл поджелудочного сока, в две другие – по 1 мл прокипячённого поджелудочного сока. Затем, во все четыре пробирки прилить по 9 мл воды и по 0,5 мл нейтрального жира (можно брать жидкое растительное масло). Растительное масло не должно быть окисленным. Для избавления от кислот масло промывают. Для этого налить в колбочку треть масла и две трети воды, взболтать 1-2 минуты, дать отстояться, слить сверху масло в другую колбочку и опять его промыть. Эту процедуру повторить 2-3 раза (промывать лучше в делительной воронке).

2 Во все три пробирки прибавить по две-три капли индикатора – фенолфталеина.

3 В одну пробирку с нормальным и в одну пробирку с прокипячённым поджелудочным соком добавить по 0,1 мл желчи.

Таким образом, четыре подготовленные пробирки содержат:

1 - 1 мл поджелудочного сока, 9 мл воды, 0,5 мл жира, индикатор;

2 – 1 мл поджелудочного сока, 9 мл воды, 0,1 мл жёлчи, индикатор;

3 - 1 мл прокипячённого поджелудочного сока, 9 мл воды, 0,5 мл жира, 0,1 мл жёлчи, индикатор;

4 – 1 мл прокипячённого поджелудочного сока, 9 мл воды, 0,5 мл жира, индикатор.

Пробирка 4 служит контрольной и показывает, что взятое масло не содержит кислот.

4 Все пробирки поместить на 30 минут в термостат с  $t^{\circ}$  37–38  $^{\circ}$ C. По истечении указанного времени достать все четыре пробирки и исследовать их окраску.

|                  |                 |     |     |      |      |
|------------------|-----------------|-----|-----|------|------|
| Чипсы с беконом  | 30 г (мал. уп.) | 161 | 1,4 | 11,4 | 15,7 |
| Чипсы с паприкой | 30 г (мал. уп.) | 165 | 1,8 | 12,0 | 15,1 |

| 1                   | 2                   | 3   | 4   | 5    | 6    |
|---------------------|---------------------|-----|-----|------|------|
| Чипсы солёные       | 30 г (мал. уп.)     | 166 | 1,7 | 12,2 | 15,0 |
| <b>ОВОЩИ СВЕЖИЕ</b> |                     |     |     |      |      |
| Горох зелёный       | 100 г               | 76  | 6,7 | 0,4  | 17,0 |
|                     | 15 г (ст.л.)        | 11  | 1,0 | 0,1  | 2,6  |
| Капуста белая       | 100 г               | 29  | 1,7 | 0,2  | 7,4  |
| Капуста пекинская   | 100 г               | 12  | 1,2 | 0,2  | 3,2  |
| Картофель           | 100 г               | 77  | 1,9 | 0,1  | 18,3 |
| Кукуруза            | 100 г               | 110 | 3,7 | 1,5  | 23,4 |
| Лук репчатый        | 100 г               | 30  | 1,4 | 0,4  | 6,9  |
| Лук зелёный         | 30г (пучок)         | 9   | 1,2 | 0,2  | 1,2  |
| Морковь             | 100г                | 27  | 1,0 | 0,2  | 8,7  |
|                     | 50 г (шт. сред.)    | 14  | 0,5 | 0,1  | 4,4  |
| Огурцы              | 100 г (шт. сред.)   | 13  | 0,7 | 0,1  | 2,9  |
| Перец красный       | 100г                | 28  | 1,3 | 0,5  | 6,6  |
|                     | 150 г (шт. ср. ед.) | 42  | 2,0 | 0,8  | 9,9  |
| Петрушка            | 50 г (пучок)        | 14  | 1,5 | 0,1  | 3,2  |

|               |                 |     |      |     |      |
|---------------|-----------------|-----|------|-----|------|
| Каша пшённая  | 100 г           | 346 | 10,5 | 2,9 | 71,6 |
|               | 18 г<br>(ст.л.) | 62  | 1,9  | 0,5 | 12,9 |
| Каша перловая | 100 г           | 327 | 6,9  | 2,2 | 75,0 |
|               | 18 г<br>(ст.л.) | 59  | 1,2  | 0,4 | 13,5 |

| 1         | 2               | 3   | 4    | 5   | 6    |
|-----------|-----------------|-----|------|-----|------|
| Макароны  | 100 г           | 363 | 10,0 | 1,6 | 78,5 |
| Рис белый | 100 г           | 344 | 6,7  | 0,7 | 78,9 |
|           | 16 г<br>(ст.л.) | 55  | 1,1  | 0,1 | 12,6 |
| Рис бурый | 100 г           | 322 | 7,1  | 1,9 | 76,8 |
|           | 16 г<br>(ст.л.) | 52  | 1,1  | 0,3 | 12,3 |

#### ХЛЕБОБУЛОЧНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

|                |                  |       |     |     |      |
|----------------|------------------|-------|-----|-----|------|
| Хлеб ржаной    | 100 г            | 192,6 | 4,8 | 0,8 | 40,2 |
| Хлеб пшеничный | 100 г            | 229,9 | 6,9 | 0,7 | 47,7 |
| Хлеб формовой  | 100 г            | 325,9 | 5,9 | 0,8 | 47,3 |
| Багет          | 100 г            | 283   | 7,9 | 1,7 | 60,1 |
|                | 15 г<br>(ломтик) | 42    | 1,2 | 0,3 | 9,0  |
| Булка молочная | 100 г            | 313   | 8,3 | 4,5 | 61,2 |
|                | 50 г<br>(шт.)    | 157   | 4,2 | 2,3 | 30,5 |

#### ПРОДУКТЫ ДЛЯ ЗАВТРАКА

|                          |                  |     |      |      |      |
|--------------------------|------------------|-----|------|------|------|
| Мюсли с изюмом и орехами | 100 г            | 375 | 11,5 | 12,7 | 62,9 |
|                          | 10 г<br>(ст. л.) | 38  | 1,2  | 1,3  | 6,3  |
| Палочки кукурузные       | 100 г            | 352 | 8,9  | 3,0  | 78,9 |
|                          | 70г<br>(упак.)   | 246 | 6,2  | 2,1  | 55,2 |
| Хлопья овсяные           | 100 г            | 366 | 11,9 | 7,2  | 69,3 |
|                          | 6 г<br>(ст. л.)  | 22  | 0,7  | 0,4  | 4,2  |

Оказывается, что в пробирках 1 и 2 появилась розовая окраска, что указывает на кислую реакцию содержимого этих пробирок. Эта окраска значительно резче выражена во второй пробирке. Результаты опыта показывают, что в пробирках 1 и 2 жир под влиянием поджелудочного сока расщепился на глицерин и жирные кислоты. Содержимое пробирок 3 и 4 остается бесцветным.

5 Чтобы установить, где расщепление жира произошло интенсивнее и где образовалось больше жирных кислот, в пробирке 1 (без жёлчи) или 2 (с добавлением жёлчи), содержимое обеих пробирок надо оттитровать щёлочью.

Результат титрования показывает, что для обесцвечивания жидкости (появления щелочной реакции) в пробирке 2 необходимо затратить щёлочи значительно больше, чем для обесцвечивания содержимого пробирки 1, и, следовательно, в присутствии жёлчи, которая активирует липазу, расщепление жиров поджелудочным соком происходит интенсивнее. В пробирке 3, где фермент был разрушен кипячением, жирные кислоты не образовались, и ее содержимое не приобрело розовой окраски.

#### III Фермент поджелудочного сока – амилаза

Амилаза панкреатического сока расщепляет не только вареный, но и сырой крахмал. Выделяется амилаза в активном состоянии.

1 В две пробирки налить по 1 мл поджелудочного сока и добавить туда по 2 мл воды. В первую пробирку прибавить 5 мл 1 %-ного крахмального клейстера, во вторую – 5 мл взвеси крахмала в воде. Обе пробирки поставить в термостат при  $t^0$  37–38  $^0$ C.

2 Через 15 минут в первой пробирке произвести пробу на сахар, которая оказывается положительной; во второй пробирке с сырым крахмалом произвести тот же анализ через 30-40 минут – и здесь обнаруживается сахар.

Таким образом, опыт показывает, что амилаза поджелудочного сока переводит в сахар не только вареный, но и сырой крахмал; сырой крахмал расщепляется значительно медленнее.

Интересно сравнить активность действия слюнной и поджелу-

дочной амилазы, действие последней на крахмал выражено значительно интенсивнее.

3 В протоколе работы описать содержимое пробирок до после исследований; объяснить полученные результаты.

В выводе указать оптимальные условия для действия ферментов поджелудочной железы.

|            |                           |           |             |             |            |
|------------|---------------------------|-----------|-------------|-------------|------------|
| Полендвица | 100 г<br>20 г<br>(ломтик) | 177<br>36 | 19,5<br>3,9 | 10,0<br>2,0 | 2,4<br>0,5 |
|------------|---------------------------|-----------|-------------|-------------|------------|

| 1                             | 2                             | 3          | 4           | 5            | 6            |
|-------------------------------|-------------------------------|------------|-------------|--------------|--------------|
| Салями                        | 100 г<br>10г<br>(лом-<br>тик) | 540<br>54  | 21,9<br>2,2 | 50,6<br>5,1  | 0,9<br>0,1   |
| Сардельки                     | 100 г                         | 360        | 14,7        | 10,0         | 2,4          |
| <b>ИЗДЕЛИЯ ИЗ КУРЯТИНЫ</b>    |                               |            |             |              |              |
| Мясо курицы                   | 100 г                         | 119,8      | 19,0        | 4,5          | 0,0          |
| Куриное жар-<br>кое с сыром   | 100 г                         | 205        | 16,0        | 12,1         | 8,8          |
| Курица фар-<br>шированная     | 100 г                         | 200        | 20,5        | 11,9         | 2,8          |
| Сосиски кури-<br>ные          | 100 г<br>45 г<br>(шт.)        | 259<br>117 | 10,8<br>4,9 | 22,4<br>10,1 | 4,2<br>1,9   |
| <b>РЫБА</b>                   |                               |            |             |              |              |
| Карп свежий                   | 100 г                         | 110        | 18,0        | 4,2          | 0,0          |
| Минтай свежий                 | 100 г                         | 73         | 16,6        | 0,6          | 0,0          |
| Сельдь соленая                | 100 г                         | 217        | 19,8        | 15,4         | 0,0          |
| Сардины в<br>масле            | 100 г                         | 221        | 24,1        | 13,9         | 0,0          |
| Окунь речной                  | 100 г                         |            | 8,9         | 0,4          | 0,0          |
| Икра осетро-<br>вая зернистая | 100 г                         | 236,3      | 25,4        | 14,2         | 0,0          |
| <b>КАША, МАКАРОНЫ</b>         |                               |            |             |              |              |
| Каша гречне-<br>вая           | 100 г<br>19 г<br>(ст.л.)      | 336<br>64  | 12,6<br>2,4 | 3,1<br>0,6   | 69,3<br>13,2 |
| Каша манная                   | 100 г<br>18 г<br>(ст.л.)      | 348<br>63  | 8,7<br>1,6  | 1,3<br>0,2   | 76,7<br>13,8 |

|                            |                  |    |      |     |     |
|----------------------------|------------------|----|------|-----|-----|
| Сыр творожный обезжиренный | 100 г            | 99 | 19,8 | 0,5 | 3,5 |
|                            | 70 г<br>(ломтик) | 69 | 13,9 | 0,4 | 2,5 |

| 1                                    | 2                   | 3     | 4    | 5    | 6    |
|--------------------------------------|---------------------|-------|------|------|------|
| Сыр плавленый, 45% жирности          | 100 г               | 302,4 | 20,2 | 22,3 | 2,94 |
| Сырок сливочный бутербродный         | 100 г               | 305   | 7,1  | 29,9 | 2,8  |
|                                      | 125 г<br>(упаковка) | 381   | 8,9  | 37,4 | 3,5  |
| Творожная масса сладкая              | 100 г               | 250,8 | 12,0 | 15,2 | 14,7 |
| Творожная масса обезжиренная         | 100 г               | 133,8 | 14,4 | 0,48 | 17,2 |
| Творожные сырки сладкие              | 100 г               | 267,5 | 18,7 | 14,3 | 14,2 |
| <b>ЯЙЦА</b>                          |                     |       |      |      |      |
| Белок яйца куриного                  | 100 г               | 49    | 1,9  | 0,2  | 0,7  |
|                                      | 30 г<br>(1 шт.)     | 15    | 3,3  | 0,1  | 0,2  |
| Желток яйца куриного                 | 100 г               | 314   | 15,5 | 28,2 | 0,3  |
|                                      | 20 г<br>(1 шт.)     | 63    | 3,1  | 5,6  | 0,1  |
| Яйцо куриное цельное                 | 100 г               | 139   | 12,5 | 9,7  | 0,6  |
|                                      | 50 г<br>(1шт.)      | 70    | 6,3  | 4,9  | 0,3  |
| <b>КОЛБАСНЫЕ ИЗДЕЛИЯ, КОПЧЕНОСТИ</b> |                     |       |      |      |      |
| Колбаса краковская                   | 100 г               | 323   | 25,6 | 24,8 | 0,0  |
|                                      | 10 г<br>(ломтик)    | 32    | 2,6  | 2,5  | 0,0  |
| Сосиски обычные                      | 100 г               | 342   | 9,5  | 34,3 | 0,0  |
|                                      | 45 г<br>(шт.)       | 154   | 4,3  | 15,4 | 0,0  |

## ТЕМА 2 ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ

- 1 Сущность обмена веществ и энергии
- 2 Определение интенсивности обменных процессов в организме
- 3 Параметры обменных процессов в организме
- 4 Основы рационального питания

### *Основные понятия по теме*

Одним из свойств любой биологической системы является обмен веществ и энергии между организмом и окружающей средой. Суть его заключается в поступлении в организм из внешней среды различных веществ, усвоение и использование их в процессе жизнедеятельности как источников энергии и материала для построения структур организма и выделения образующихся продуктов метаболизма во внешнюю среду.

Закономерный порядок превращения веществ и энергии в живых системах является существенным и непрерывным признаком жизни. Минимальный уровень обмена веществ и энергетических затрат называют **основным обменом**. Для определения основного обмена необходимо, чтобы исследуемый человек находился: 1) в состоянии мышечного покоя (положение лежа с расслабленной мускулатурой), не подвергаясь раздражениям, вызывающим эмоциональные реакции; 2) натощак, то есть через 12-16 часов после приёма пищи; 3) при температуре «комфорта» - 18-20 °С, то есть при температуре не вызывающей ощущения холода и дрожи и не дающей перегревания организма.

Значительная часть энергии основного обмена тратится на работу дыхательной мускулатуры, сердца, печени, почек. Благодаря энергетическим затратам, обуславливающим основной обмен, поддерживается постоянная температура тела.

Энергетические затраты основного обмена обычно выражаются

в килокалориях за 1 час (или сутки) и рассчитываются на 1 кг массы тела или 1 м<sup>2</sup> его поверхности. Величина основного обмена у теплокровных животных в большей мере зависти от поверхности тела, чем от массы тела – так называемый **закон поверхности тела**.

У взрослого здорового человека эта величина составляет 1 ккал на 1 кг веса в 1 час или в сутки около 1600-1700 ккал. У детей основной обмен, рассчитанный на 1 кг массы тела, выше, чем у взрослого. У женщин он на 10-15% ниже, чем у мужчин. Величина основного обмена в возрасте 20-40 лет, если не происходит резких изменений в состоянии организма (при отсутствии значительных изменений веса и каких-либо заболеваний), сохраняется на довольно постоянном уровне. В пожилом возрасте основной обмен снижается.

Мышечная работа значительно увеличивает расход энергии. Поэтому суточный расход энергии у здорового человека, проводящего часть суток в движении и физической работе, значительно превышает величину основного обмена. Это увеличение энергетических затрат составляет рабочую прибавку, которая тем больше, чем интенсивнее мышечная работа.

По энергетическим затратам можно распределить представителей разных профессий на несколько групп:

**первая группа** – работники умственного труда – суточный расход энергии составляет 3000-3200 ккал;

**вторая группа** – рабочие механизированных производств (токари, фрезеровщики, водители городского транспорта) – суточный расход 3500 ккал;

**третья группа** – рабочие, занятые физическим трудом в частично механизированных предприятиях (сельскохозяйственные рабочие) – 4000 ккал;

**четвертая группа** – рабочие тяжелого физического труда (грузчики, землекопы) – 4500-5000 ккал.

Очевидно, что при умственном труде энергетические затраты значительно ниже, чем при физическом. Трудные вычисления, работа с книгой и другие формы умственного труда, если они не сопровождаются движением, вызывают ничтожное (2-3 %) повышение затрат энергии по сравнению с полным покоем. Однако в

|                    |       |    |     |     |     |
|--------------------|-------|----|-----|-----|-----|
| Кефир, 2% жирности | 100 г | 51 | 3,4 | 2,0 | 4,7 |
|--------------------|-------|----|-----|-----|-----|

| 1                               | 2                | 3     | 4    | 5    | 6    |
|---------------------------------|------------------|-------|------|------|------|
| <b>СМЕТАНА И СЛИВКИ</b>         |                  |       |      |      |      |
| Сливки, 30% жирности            | 100 г            | 287   | 2,2  | 30,0 | 3,1  |
|                                 | 24 г (ст.л.)     | 69    | 0,5  | 7,2  | 0,7  |
| Сливки для кофе, 9% жирности    | 100 г            | 107   | 2,8  | 9,0  | 4,0  |
|                                 | 10 г (порция)    | 11    | 0,3  | 0,9  | 0,4  |
| Сметана, 18% жирности           | 100 г            | 184   | 2,5  | 18,0 | 3,6  |
|                                 | 22г (ст.л.)      | 41    | 0,6  | 4,0  | 0,8  |
| <b>ЙОГУРТЫ</b>                  |                  |       |      |      |      |
| Йогурт натуральный, 2% жирности | 100 г            | 60    | 4,3  | 2,0  | 6,2  |
|                                 | 150 г (упаковка) | 90    | 6,5  | 3,0  | 9,3  |
| Йогурт банановый, 1,5% жирности | 100 г            | 70    | 3,7  | 1,5  | 10,4 |
|                                 | 150 г (упаковка) | 105   | 5,6  | 2,3  | 15,6 |
| Йогурт клубничный, сливочный    | 100 г            | 139   | 2,3  | 8,5  | 13,5 |
|                                 | 150 г (упаковка) | 209   | 3,5  | 12,8 | 20,3 |
| <b>СЫРЫ, ТВОРОГ</b>             |                  |       |      |      |      |
| Сыр Российский                  | 100 г            | 329   | 19,8 | 28,0 | 0,2  |
|                                 | 30 г             | 99    | 5,9  | 8,4  | 0,1  |
| Сыр Голландский                 | 100 г            | 361,2 | 21,7 | 28,4 | 0,0  |
| Сыр творожный жирный            | 100 г            | 175   | 17,7 | 10,1 | 3,5  |
|                                 | 70 г (ломтик)    | 123   | 12,4 | 7,1  | 2,5  |

Таблица 4 – Расход энергии в зависимости от физической нагрузки

| Вид активности              | ккал/час | Вид активности               | ккал/час |
|-----------------------------|----------|------------------------------|----------|
| В состоянии покоя (лѐжа)    | 82       | Работа по дому               | 237      |
| Приѐм пищи сидя             | 86       | Застилание постели           | 240      |
| Стоя без движения           | 87       | Мытьѐ окон                   | 255      |
| Работа за письменным столом | 113      | Хождение по глаубокому снегу | 351      |
| Разговор                    | 113      | Глажение белья               | 263      |
| Утренний туалет             | 116      | Мытье полов                  | 279      |
| Вождение автомобиля         | 184      | Быстрый танец                | 420      |
| Одевание                    | 196      | Рубка дров                   | 464      |
| Подметание пола             | 225      | Вскапывание грядок           | 573      |
| Купание в ванне             | 196      | Прогулка в горы              | 617      |

Таблица 5 - Содержание питательных веществ и энергетическая ценность 100 г и порциях пищевых продуктов, ккал

| Продукты                      | Количество                | Энергетическая ценность, ккал | Белки, г   | Жиры, г    | Углеводы, г  |
|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------|------------|--------------|
| 1                             | 2                         | 3                             | 4          | 5          | 6            |
| <b>МОЛОКО, КЕФИР</b>          |                           |                               |            |            |              |
| Молоко коровье, 3,5% жирности | 100 г<br>200 мл           | 64<br>128                     | 3,3<br>6,6 | 3,5<br>7,0 | 4,8<br>9,6   |
| Молоко коровье, 2,0% жирности | 100 г<br>200 мл           | 51<br>102                     | 3,4<br>6,8 | 2,0<br>4,0 | 4,9<br>9,8   |
| Молоко коровье, 0,5% жирности | 100 г<br>200 мл           | 39<br>78                      | 3,5<br>7,0 | 0,5<br>1,0 | 5,1<br>1,2   |
| Молоко сгущенное с сахаром    | 100 г<br>30 г<br>(порция) | 326<br>98                     | 7,5<br>2,3 | 8,0<br>2,4 | 55,3<br>16,7 |

большинстве случаев различные виды умственного труда сопровождаются мышечной деятельностью, в особенности при эмоциональном возбуждении работающего (лектора, артиста, писателя, преподавателя и т.д.), поэтому и энергетические затраты могут быть относительно большими. Пережитое эмоциональное возбуждение может вызвать в течение нескольких дней повышение обмена на 11-19 %.

Прием пищи и усвоение питательных веществ клетками увеличивает энергетические затраты организма, усиливая интенсивность обмена веществ. Это усиление обмена веществ и энергии получило название *специфически-динамического действия пищи*. Специфически-динамическое действие белковой пищи наиболее велико: обмен увеличивается в среднем на 30 %; действие углеводов и жиров менее значительно. При питании жирами и углеводами обмен увеличивается у человека на 4-15 %.

Основной обмен определяют с помощью прямой и непрямой калориметрии. В первом случае тепло, выделяемое организмом в единицу времени, учитывают с помощью калориметра (рисунок 1). Для расчѐта энергетических затрат с помощью непрямой калориметрии проводится точное измерение поглощения O<sub>2</sub> и выделения CO<sub>2</sub>, а иногда и освобождения азота с мочой.

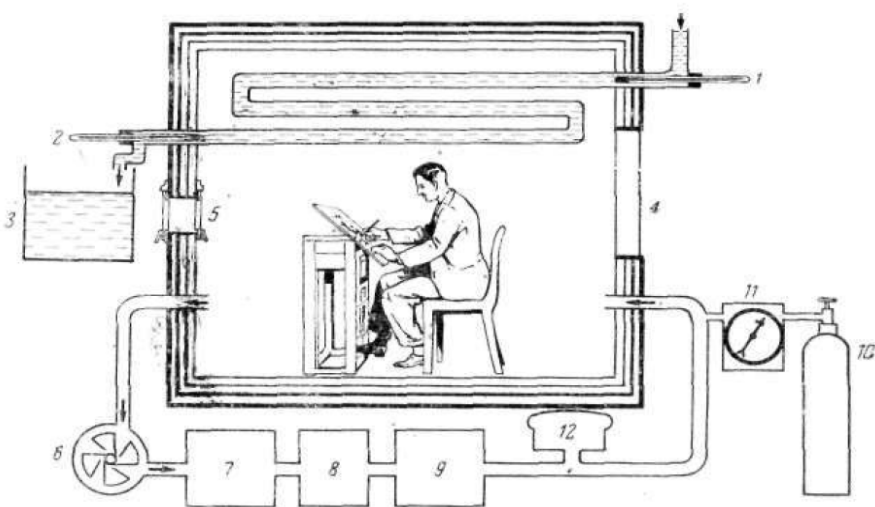


Рисунок 1 – Схема калориметра Этуотера-Бенедикта

Продуцируемое организмом человека тепло измеряется с помощью термометров (1 и 2) по нагреванию воды протекающей по трубам в камере. Количество протекающей воды измеряют в баке (3). Через окно (5) подают пищу и удаляют экскременты. Посредством насоса (6) воздух извлекают из камеры и прогоняют через баки с серной кислотой (7 и 9) – для поглощения воды и с натронной известью (8) – для поглощения углекислого газа. Кислород подают в камеру из баллона (10) через газовые часы (11). Давление воздуха в камере поддерживается на постоянном уровне посредством сосуда с резиновой мембраной (12)

В основе метода лежит теоретическое предположение о том, что при сгорании 1 г пищевых продуктов в организме поглощается такое количество кислорода и выделяется такое количество  $\text{CO}_2$ , теплоты и воды, как при сгорании этого продукта на воздухе. Однако следует учитывать, что полного окисления пищевых продуктов в организме не происходит, поэтому полученные величины будут приближительными (рисунок 2).

Теоретическое и практическое значение изучения энергетиче-

### Рисунок 3 - Номограмма для определения основного обмена Лабораторная работа 3 Составление пищевых рационов

**Цель:** ознакомление с принципами составления пищевых рационов для различных групп населения.

**Материалы и оборудование:** рабочие таблицы энергетической ценности продуктов питания.

#### Ход работы

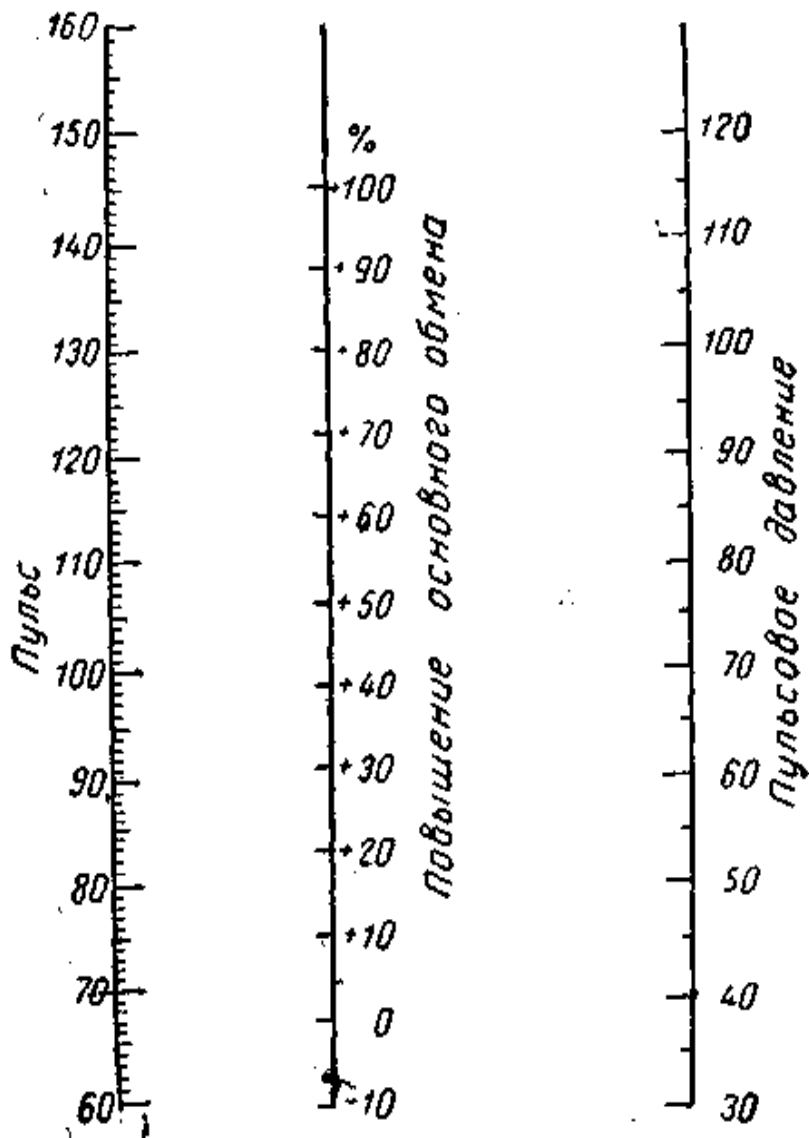
Составление пищевых рационов (сбалансирование питания) необходимо для того, чтобы привести в соответствие количество энергии, получаемой с пищей, с энергетическими потребностями организма. Для этого необходимо определить количества поступаемых питательных веществ и их энергетическую ценность. Последнее оценивается по тепловым коэффициентам питательных веществ. Энергетическую ценность пищевых продуктов вычисляют умножением тепловых коэффициентов на содержание в них углеводов, жиров и белков. Данные по составу некоторых основных продуктов питания и их энергетическая ценность приведены в специальных таблицах.

1 При составлении суточного пищевого рациона следует руководствоваться следующими соображениями. Калорийность пищевого рациона должна соответствовать суточному расходу энергии. Количество потребляемой энергии зависит от возраста, пола, веса, физической активности и образа жизни (таблица 4).

2 Суточную потребность в энергии (рассчитанную в работе 1) и необходимое количество питательных веществ (белки - 100 г, жиры - 70-80 г, углеводы - 500 г в сутки) разделить на три части, соответствующие завтраку, обеду и ужину. Используя данные таблицы 5, составить свой суточный рацион по схеме, приведенной ниже.

При этом надо учитывать, что завтрак должен составлять 30 % суточной энергетической ценности рациона, обед- 50 %, ужин- 20 %. Количество белков и общую калорийность суточного рациона можно превысить по сравнению с расчетами, но не более чем на 10 %.





ского обмена особенно велико при решении многих вопросов физиологии человека, касающихся энергетической оценки трудовых процессов. Одним из таких важных вопросов является физиологическое обоснование рационального питания, когда пища для человека становится лекарством, а не ядом.

*Пластический обмен*

Обмен веществ – одно из основных свойств живых организмов. Суть его состоит в постоянном обмене веществ и энергии между организмом и внешней средой. Вещества, поступающие с пищей, распадаются на относительно простые химические соединения, которые усваиваются организмом и служат пластическим материалом для его построения. При распаде и превращении различных компонентов пищи выделяется энергия, расходуемая для осуществления всех функций организма. Так, при расщеплении 1 г белков и углеводов высвобождается около 17,6 кДж энергии; при расщеплении 1 г жира – 38,9 кДж. Совокупность реакций синтеза – ассимиляция, и реакций распада – диссимиляция, составляют обмен веществ или метаболизм организма. В период роста, выздоровления преобладает ассимиляция; в период зрелости устанавливается относительное равновесие между ассимиляцией и диссимиляцией; в старческом возрасте, при болезни преобладает диссимиляция.

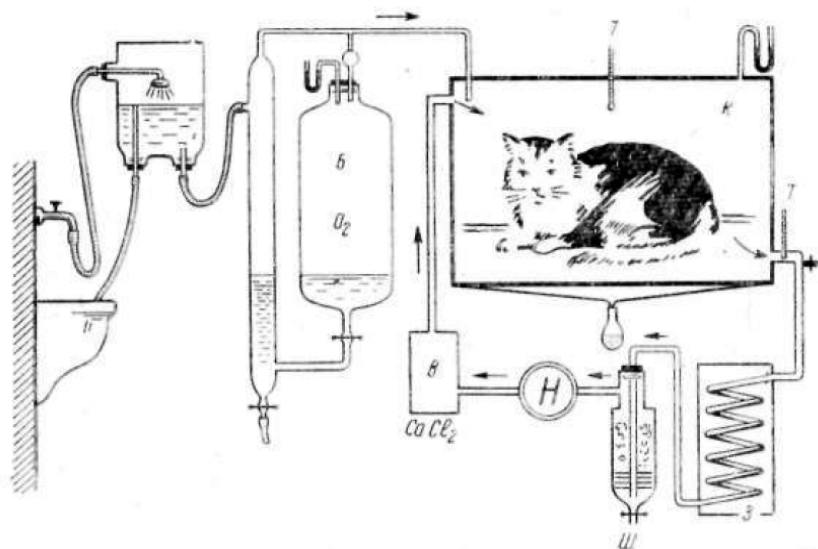


Рисунок 2 – Схема респираторного аппарата М.Н. Шатерникова

К – камера; Б – баллон с кислородом; Н – мотор, выкачивающий воздух из камеры; З – змеевик для охлаждения воздуха; Щ – сосуд, наполненный раствором щелочи для поглощения углекислого газа; В – баллон для поглощения водяных паров хлористым кальцием. Слева – устройство для автоматической подачи кислорода в камеру и поддержания постоянства давления в ней; Т – термометры.

Основными пластическими веществами являются белки, жиры и углеводы. Аминокислоты, входящие в состав белков, делят на незаменимые и заменимые. Незаменимые аминокислоты не синтезируются в организме и должны поступать с пищей. К ним относят *валин, лизин, триптофан, лейцин, изолейцин, треонин, фенилаланин, метионин*; для детей незаменимыми являются также *аргинин и гистидин*. Заменимые аминокислоты синтезируются в организме из других аминокислот. Белки, содержащие все необходимые организму аминокислоты и в необходимых количествах, называют **полноценными** – в основном это белки животного происхождения. Если в белках отсутствует или

цент отклонения. Если процент отклонения определен со знаком «+», то найденное число ккал прибавляют к основному обмену, это значит, что с учетом работы систем внутренних органов, организм тратит чуть больше энергии, чем определено для стандартных условий в таблице. В случае отрицательного значения, необходимо уменьшить величину основного обмена, найденного по таблицам.

4 Данные измерений и вычислений оформить в виде таблицы. Сделать вывод об отклонении Вашего основного обмена от нормы.

Таблица 3 - Результаты работы

| Показатели                     | Найденные значения |
|--------------------------------|--------------------|
| Пульсовое давление, мм.рт.ст.  |                    |
| ЧСС, уд/мин                    |                    |
| Основной обмен, ккал/сут       |                    |
| Отклонение основного обмена, % |                    |

## по формуле Рида

**Цель работы:** вычисление процента отклонения от основного обмена.

**Материалы и оборудование:** секундомер, тонометр, номограмма.

### Ход работы

Параллельно изменению интенсивности обмена веществ изменяется минутный объём сердечного выброса человека. В покое он составляет 4-5 л/мин. Обе величины зависят от размеров поверхности тела. Исходя из этого, было предложено использовать легко измеряемые величины для вычисления процента отклонения основного обмена. Рид предложил следующую формулу:

основной обмен (% от нормы) =  $0,75(\text{ЧСС} + 0,74 \cdot \text{ПД}) - 72$ ,

где, ЧСС – частота сердечных сокращений, уд/мин;

ПД – пульсовое давление, мм рт.ст.

Вычисление основного обмена с помощью формул даёт приближительные результаты, но при некоторых заболеваниях (например, тиреотоксикозе) они являются вполне достоверными, и часто применяются в клиниках. Отклонение до 10 % считается в пределах нормы.

1 Трижды измерить артериальное давление и подсчитать пульс. Все исследования проводить через час после приёма пищи в состоянии относительного покоя. Подставив измеренные показатели в формулу Рида, вычислить отклонение от основного обмена. Вычисленное значение может быть со знаком «+» или «-».

2 Определить отклонение основного обмена по номограмме (рис. 3). С её помощью можно быстро сопоставить частоту пульса со значением пульсового давления. Точка пересечения со средней линией показывает отклонение основного обмена от нормы.

3 Вычислить, сколько ккал составляет определенный вами про-

находится в недостаточном количестве какая-либо незаменимая аминокислота, то белок называют **неполноценным** (в основном белки растительного происхождения). Однако сочетание нескольких неполноценных белков могут обеспечить сбалансированное питание человека. Суточная потребность в белках составляет 0,75 г на 1 кг веса или 80-150 г, что зависит от интенсивности физической нагрузки. Поступающие в организм белки расщепляются в желудке и тонкой кишке, всасываются в кровь в виде аминокислот, кровью разносятся по клеткам тела, где служат материалом для построения собственных белков, входящих в различные клеточные структуры. Белки не откладываются в запас, поэтому белковое голодание тяжелее всего переносится организмом. Показано, что 50 % белков печени обновляется за 4, белков мышечной ткани – через 24, белков кожи – через 300 суток. Полураспад белков в организме человека составляет 80 суток. Конечные продукты распада белков – вода, углекислый газ, азотсодержащие соединения – мочевины, мочевая кислота, креатинин и др. При распаде белков образуется аммиак, который нейтрализуется в печени до мочевины.

В регуляции белкового обмена наиболее важную роль играют гормоны щитовидной железы (тироксин), гипофиза (соматотропин), коры надпочечников (гидрокортизон, кортикостерон).

Основным источником энергии в организме являются углеводы. Суточное потребление углеводов должно составлять около 500 г. Минимальные потребности в углеводах составляют 100-150 г/сут. До 60 % энергообмена зависит от превращений углеводов, энергообмен мозга целиком обеспечивается глюкозой. В организме углеводы депонируются в виде гликогена – около 400 г его откладывается в печени и мышцах. Процессы обмена углеводов, белков и жиров взаимосвязаны, поэтому при избыточном поступлении углеводы превращаются в жир, при недостаточном поступлении могут образовываться из белков и жиров. При нормальном смешанном питании 3-5 % глюкозы превращается в гликоген, 25 % - в жиры, 70 % окисляется до конечных продуктов распада – воды и углекислого газа. На процессы окисления глюкозы тратится минимальное количество кислорода, поэтому глюкоза и является основным источником энергии в организме.





### **Вопросы для самоконтроля**

- 1 В чём заключается сущность обмена веществ?
- 2 Назовите единицы измерения энергетического обмена.
- 3 Назовите принцип рационального питания.
- 4 Как определяют интенсивность обменных процессов в организме?

### **Лабораторная работа 1**

#### **Расчет основного обмена по таблицам**

**Цель:** изучение уровня основного обмена у мужчин и женщин при одинаковых исходных условиях.

**Материалы и оборудование:** рабочие таблицы Гарриса – Бенедикта.

#### **Ход работы**

Для определения суточного расхода энергии используют специальные таблицы Гарриса–Бенедикта, которые составлены по результатам многочисленных измерений основного обмена у здоровых людей разного пола, возраста, роста и массы и тела. Таблицы для мужчин и женщин разные, так как у мужчин основной обмен на 10% выше, чем у женщин. Таблицы отражают существующие корреляции между основным обменом и физиологическими факторами.

1 Расчёт основного обмена по таблицам Гарриса – Бенедикта.

В колонке «вес» надо найти вес испытуемого и против него число А. Затем по горизонтали найти возраст и по вертикали рост испытуемого; на пересечении графы возраста и роста находится число Б. Для определения основного обмена испытуемого оба найденных числа необходимо сложить.

$$\text{Основной обмен (ккал/сут)} = A+B .$$

Для перевода единиц основного обмена в кДж использовать соотношение:

$$1 \text{ ккал} = 4,184 \text{ кДж}.$$

2 Сделать вывод о величине вашего основного обмена, отметить различие в уровне основного обмена у женщин и мужчин при одинаковых исходных условиях.

Таблица 1 - Расчет основного обмена у женщин