

Министерство образования Республики Беларусь
УО «Полесский государственный университет»

В.О. ЛЕМЕШЕВСКИЙ, Т.М. НАТЫНЧИК

**ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ:
ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ,
ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ.
ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ**

Учебно-методическое пособие

Пинск
ПолесГУ
2018

УДК 612.013.5
ББК 28.707.3я73
Л44

Р е ц е н з е н т ы:
доктор ветеринарных наук, профессор
М.В. Скуловец;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Д.А. Каспирович

У т в е р ж д е н о
научно-методическим советом ПолесГУ

Лемешевский, В.О.

Л44 **Физиология человека и животных : Физиология пищева-
рения. Обмен веществ и энергии. Терморегуляция : учебно-
методическое пособие / В.О. Лемешевский, Т.М. Натынчик. –
Пинск : ПолесГУ, 2018. – 73 с.**

ISBN 978-985-516-510-2

Учебно-методическое пособие включает основные понятия по трём темам курса «Физиология человека и животных» для студентов специальности 1-31 01 01 Биология (по направлениям).

В пособии имеются рисунки, схемы и таблицы; приводятся рекомендации к оформлению полученных результатов; предлагаются контрольные задания и вопросы для самоконтроля.

УДК 612.013.5
ББК 28.707.3я73

ISBN 978-985-516-510-2

© УО «Полесский государственный университет», 2018.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ.....	5
Лабораторная работа № 1 Тема: РЕГУЛЯЦИЯ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ.....	23
Лабораторная работа № 2 Тема: ФИЗИОЛОГИЯ ПЕРЕВАРИВАНИЯ.....	27
Лабораторная работа № 3 Тема: ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНЫХ СВОЙСТВ ЖЕЛУДОЧНОГО СОКА	32
ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ПИТАНИЕ.....	35
Лабораторная работа № 4 Тема: ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ПИТАНИЕ.....	40
ФИЗИОЛОГИЯ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ.....	52
Лабораторная работа № 5 Тема: МЕТОДЫ ПРЯМОЙ И НЕПРЯМОЙ КАЛОРИМЕТРИИ.....	55
ЛИТЕРАТУРА.....	60
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	61

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие по физиологии предназначено для проведения лабораторных работ по курсу «Физиология человека и животных» для студентов, обучающихся по специальности 1-31 01 01 Биология (по направлениям).

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

Все разделы пособия имеют общую структуру: тема, цель и ход выполнения лабораторной работы. В начале каждого раздела приводятся необходимые теоретические сведения по вопросам исследования. Все лабораторные занятия являются экспериментальными и студенты должны выполнять их самостоятельно под руководством преподавателя. После выполнения лабораторной работы студент делает выводы на основании полученных результатов. Каждый раздел заканчивается контрольными вопросами для самоподготовки и ответов на коллоквиумах.

ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Физиология пищеварения – это раздел физиологии, изучающий основные закономерности, по которым пища, поступившая в пищеварительную систему, подвергается физическим и химическим изменениям и содержащиеся в ней питательные вещества всасываются.

Пищеварение – совокупность процессов, обеспечивающих гидролиз основных компонентов пищи в желудочно-кишечном тракте до мономеров, их последующее всасывание и перенос во внутреннюю среду организма.

Гидролиз – процесс последовательной деполимеризации белков, жиров, углеводов и других компонентов пищи под влиянием соответствующих ферментов, обеспечивающих строго избирательное расщепление специфических внутримолекулярных связей. Пищеварение осуществляется путём механической обработки пищи (измельчение, перемешивание и продвижение) и действия на неё пищеварительных секретов. Компоненты пищеварительных секретов синтезируются специальными клетками.

Секреторная функция – совокупность процессов, обеспечивающих образование железистой клеткой специфического продукта – секрета – из веществ, поступающих в клетку, и выделение его из клетки. Пищеварительные ферменты (класс гидролаз) вырабатываются органами пищеварительной системы и осуществляют расщепление компонентов пищи.

Протеазы – это группа ферментов (эндопептидазы – *пепсин, трипсин, химотрипсин* и др. и экзопептидазы – *аминопептидаза, карбоксипептидаза, три- и дипептидаза* и др.), расщепляющая белки до аминокислот.

Липазы – это группа ферментов, расщепляющая жиры и липиды до моноглицеридов и жирных кислот (эстеразы гидролизуют различные эфиры, например, липаза расщепляет жиры с образованием глицерина и жирных кислот; щелочная фосфатаза гидролизует фосфорные эфиры).

Карбоангидразы – это группа ферментов, расщепляющих углеводы до моносахаридов (амилазы расщепляют крахмал и гликоген, α - и β -гликозидазы гидролизуют олиго- и дисахариды с образованием моносахаридов).

Химус – смесь компонентов пищи, продуктов гидролиза, пищеварительного секрета, слизи, отторгшихся энтероцитов и микроорганизмов.

Моторная (двигательная) функция – координированная сократительная активность поперечно-полосатых и гладких мышц пищеварительного тракта, обеспечивающая измельчение пищи, ее перемешивание с секретом и продвижение химуса в дистальном направлении.

Существует несколько типов двигательной активности желудочно-кишечного тракта: *пропульсивно-перистальтические* движения – сокращение циркуляторных мышечных слоев, волнообразно распространяющееся по пищеварительной трубке (что обеспечивает перенос пищевого комка), *непропульсивная* перистальтика осуществляется на коротких участках желудочно-кишечного тракта, *сегментация* – периодическое одновременное сокращение циркуляторных мышечных слоев соседних участков, *маятникообразное* движение – сокращение продольных мышц на небольших отрезках желудочно-кишечного тракта.

Перистальтика – (от греч. *peristaltikós* – обхватывающий и сжимающий) волнообразное сокращение стенок желудочно-кишечного тракта, способствующее передвижению его содержимого сверху вниз, которое есть результат координированных сокращений продольных и поперечных мышц.

Антиперистальтика – (от анти... и перистальтика) волнообразное сокращение стенок пищеварительного тракта, при котором содержимое передвигается в направлении, обратном обычному.

При нормально протекающем процессе пищеварения она наблюдается в толстом кишечнике, что способствует задержке содержимого, его лучшему перемешиванию. В тонкой кишке и желудке данный тип моторики, как правило, не наблюдается (исключение – *рвота*).

Всасывательная функция – это транспорт продуктов гидролиза, воды, ионов и витаминов из полости пищеварительного тракта через слизистую оболочку во внутреннюю среду организма через различные механизмы активного и пассивного транспорта.

Конвейерный принцип организации деятельности пищеварительного тракта – определенная последовательность, этапность, преемственность процессов физической и химической обработки пищи в различных отделах желудочно-кишечного тракта.

Нейроэндокринная энтериновая система – совокупность эндокринных клеток, диффузно расположенных в пищеварительном тракте и образующих несколько десятков биологически активных веществ с широким спектром действия.

Двенадцатиперстная кишка – «*гипофиз*» *пищеварительной системы* (А.М. Уголев), место образования наибольшего количество этих гормонов. В зависимости от источника пищеварительных ферментов выделяют следующие типы пищеварения: *собственное* (источник ферментов – сам организм, для человека этот тип является основным) *симбионтное* (источник ферментов – микрофлора желудочно-кишечного тракта, существует у человека, но наиболее выражена у жвачных), *аутолитическое* (внешний источник ферментов – сама пища).

По месту гидролиза питательных веществ различают *внутриклеточное* (по типу фагоцитоза и пиноцитоза), *дистантное* (действие ферментов во внеклеточной среде) и *мембранное/пристеночное* (действие этих ферментов непосредственно на поверхности клетки).

Адаптация деятельности пищеварительных желез к различным пищевым веществам – соответствие объема, электролитного состава и спектра ферментов пищеварительного секрета по составу и количеству принятой пищи, что обеспечивает наиболее эффективный гидролиз пищевого субстрата.

Изолированный желудочек – экспериментальный метод исследования секреции желудочных желез, при котором хирургическим путем отделяется часть желудка путем полной перерезки

стенок фундального отдела (изолированный желудочек по Р. Гейденгайну) или с сохранением серозно-мышечного мостика между желудком и изолированным желудочком (изолированный желудочек по И.П. Павлову с сохранением иннервации).

Прием корма. Животные отыскивают корм и определяют его пищевую пригодность с участием органов зрения, обоняния, осязания, вкуса.

Лошади, мелкий рогатый скот принимают корм главным образом хорошо подвижными губами и отрывают его резцами; *крупный рогатый скот, свиньи* – языком, губами; *плотоядные* – резцами и клыками; *птицы* – клювом. Питье воды происходит путем погружения в нее губной щели с последующим насасыванием движениями щек и языка. Плотоядные воду и жидкий корм лакают, птицы захватывают воду клювом, запрокидывают голову, чем облегчают ее заглатывание. Прием корма – акт произвольный и осуществляется по принципу цепных рефлексов, когда конец одного рефлекса является началом другого.

Жевание осуществляется разнообразными движениями нижней челюсти, благодаря чему корм измельчается, дробится, перетирается.

Жевание – акт рефлексорный, но произвольный. В ротовую полость впадают протоки трех пар *слюнных желез* – околоушных, подъязычных и нижнечелюстных.

Глотание – сложнорефлекторный акт, обеспечивающий эвакуацию корма из ротовой полости в пищевод. Передвижение пищи по пищеводу осуществляется рефлексорно за счет перистальтических сокращений мышц пищевода. Началом этого рефлекса является акт глотания.

Строение желудка, как и всего пищеварительного тракта, определяется особенностями питания животных. По своим анатомическим и функциональным особенностям различают простые однокамерные железистого типа желудки – у человека, собак, кошек; однокамерные усложненные желудки переходного желудочно-кишечного типа – у свиней, лошадей, кроликов; сложные многокамерные желудки – у жвачных животных и двухкамерные – у птиц.

По особенностям строения слизистой оболочки и расположению в ней железистых клеток в простом однокамерном желудке выделяют три функционально различные зоны: кардиальная, донная (фундальная зона) и пилорическая зона.

Чистый *желудочный сок* представляет собой бесцветную, прозрачную жидкость кислой реакции (рН 0,8–1,2) с наличием небольшого количества слизи и клеток отторгнутого эпителия. В состав неорганической части сока входят минеральные вещества, имеющиеся в слюне. Органическая часть сока представлена белками, аминокислотами, ферментами, мочевиной, мочевой кислотой.

Желудок жвачных сложный многокамерный, включает четыре отдела – рубец, сетку, книжку и сычуг. Первые три отдела называют *преджелудками*, а сычуг – выполняет функцию *однокамерного железистого желудка*. Слизистая оболочка преджелудков покрыта плоским многослойным эпителием и не содержит секреторных пищеварительных желез.

Корм в рубце переваривается под действием микроорганизмов – бактерий, простейших и грибов. Преобразуя питательные вещества кормов в структуры собственного тела, микроорганизмы после гибели и прохождения в сычуг и кишечник, сами служат для организма животного важнейшим источником питания. Бактериальная масса составляет около 10 % сухого вещества содержимого преджелудков. Концентрация микрофлоры в содержимом рубца весьма велика – 10^9 – 10^{11} бактерий в 1 мл. Число их видов достигает 150 (палочки, кокки, спирохеты, вибрионы; в основном облигатные или факультативные анаэробы).

По используемому субстрату их классифицируют на:

- *целлюлозолитические* – активно расщепляющие клетчатку;
- *протеолитические* – расщепляющие азотсодержащие вещества;
- *липолитические* – расщепляющие липиды и вызывающие гидрирование и изомеризацию жирных кислот.

Расщепляя растительные корма бактерии синтезируют вещества собственного тела, аминокислоты, гликоген, микробиальные липиды, витамины группы В (тиамин, рибофлавин, никотиновую кислоту, фолиевую кислоту, биотин, цианкобаламин и др.), а также жирорастворимый витамин К (филлохинон). Поэтому взрослые жвачные при сбалансированном кормлении не нуждаются в добавлении этих витаминов в рацион, но молодняк, у которого рубец еще не функционирует, должен получать их с кормом. Между отдельными видами бактерий существуют различные формы взаимоотношений (симбиоз, антагонизм, кооперация), что формирует микробную экосистему преджелудков.

Микрофауна преджелудков представлена *реснитчатыми* и *равнореснитчатыми инфузориями* (около 50 видов). Общее их количество более 10^9 в 1 мл содержимого.

Имеющиеся в содержимом рубца грибки (*дрожжи, плесени, актиномицеты*) обладают целлюлозолитической активностью, сбраживают сахара, синтезируют гликоген, аминокислоты, витамины группы В).

Эвакуация содержимого из желудка в кишечник осуществляется небольшими порциями через пилорический сфинктер. Быстрота перехода корма зависит от степени его обработки в желудке, консистенции, химического состава, реакции, осмотического давления и пр. Быстрее эвакуируются углеводистые корма. Жирная пища задерживается более длительное время. Поступающее небольшими порциями из желудка в кишечник содержимое подвергается в нем дальнейшим процессам гидролиза под действием секретов поджелудочной железы, кишечника и желчи.

Поджелудочный сок – бесцветная прозрачная жидкость щелочной реакции (рН 7,5–8,5). Неорганическая часть сока представлена солями натрия кальция, калия, карбонатами, хлоридами и др. В состав органических веществ входят ферменты для гидролиза белков, жиров, углеводов и многообразные другие вещества.

С целью предохранения поджелудочной железы от самопереваривания те же секреторные клетки вырабатывают и ингибитор трипсина. Поджелудочный сок у собак выделяется периодически – при приеме корма, а у сельскохозяйственных животных – непрерывно.

Желчь является секретом и экскретом гепатоцитов.

У травоядных животных желчь зеленого цвета, а у плотоядных – красно-желтого. Различают печеночную желчь, находящуюся в желчных протоках с плотностью 1,010–1,015 и Рн 7,5–8,0 и пузырную желчь, которая вследствие всасывания в желчном пузыре части воды приобретает более темный цвет, плотность ее достигает 1,026–1,048 и рН-6,5–5,5.

В состав пузырной желчи входят 80–86 % воды, холестерин, нейтральные жиры, мочевины, мочевая кислота, аминокислоты, витамины А, В, С, небольшое количество ферментов – амилаза, фосфатаза, протеаза и др. Желчные пигменты (билирубин и биливердин) являются продуктами превращения гемоглобина при распаде эритроцитов. В желчи плотоядных больше билирубина, а травоядных – биливердина. Истинным секретом гепатоцитов являются желчные кислоты – гликохолевая и таурохолевая.

Кишечный сок вырабатывается бруннеровыми, либеркюновыми железами и другими клетками слизистой оболочки тонкой кишки.

Сок представляет собой мутную, вязкую жидкость специфического запаха, состоящую из плотной и жидкой частей. Секреция кишечного сока происходит непрерывно.

В тонком кишечнике наряду с полостным пищеварением, осуществляемым соками и ферментами поджелудочной железы, желчи и кишечного сока, происходит мембранный или пристеночный гидролиз питательных веществ. При полостном пищеварении осуществляется начальный этап гидролиза и расщепляются крупномолекулярные соединения (полимеры), а при мембранном пищеварении завершается гидролиз питательных веществ с образованием более мелких частиц доступных для их всасывания.

К *толстому кишечнику* относятся слепая, ободочная и прямая кишки. Химус тонкого кишечника каждые 30–60 с небольшими порциями через илеоцекальный сфинктер поступает в толстый отдел. При наполнении слепой кишки сфинктер плотно закрывается. В слизистой оболочке толстого кишечника нет ворсинок. Сок выделяется непрерывно под влиянием механических и химических раздражений слизистой оболочки. Особенное значение в пищеварительных процессах толстого кишечника принимает микрофлора, которая находит здесь благоприятные условия для своего обильного размножения. У жвачных животных, как отмечалось, клетчатка расщепляется главным образом в преджелудках, а у животных с однокамерным желудком, особенно у лошадей, это происходит в слепой кишке, объемом более 30 л, которую иногда называют «вторым желудком». В слепой кишке лошади под влиянием микрофлоры переваривается до 50 % клетчатки и около 40 % белка.

Дефекация – освобождение, опорожнение нижних отделов толстого кишечника от непереваренных остатков (экскрементов). Заполнение прямой кишки каловыми массами вызывает растяжение ее стенок. Возникшие при этом импульсы возбуждения по афферентным нервным путям передаются в спинномозговой центр дефекации, оттуда по эфферентным парасимпатическим путям идут к сфинктерам, которые расслабляются при одновременном усилении моторики прямой кишки и осуществляется акт дефекации.

У *птиц* длина пищеварительной трубки относительно короче, чем у млекопитающих животных; нет зубов (пища не пережевывается); имеется зоб, железистый и мышечный желудки, два желчных протока и два слепых мешка.

У *зерноядных птиц* клюв твердый, приспособленный для склёвывания и дробления твердого корма. Захваченный корм в ротовой полости не задерживается, смачивается слюной и по пищеводу поступает в зоб. Слюны выделяются очень мало, она содержит слизь, которая облегчает проглатывание корма.

У *гусей* и *уток* вместо зоба имеется расширение пищевода. В зобе перевариваются углеводы, белки и жир за счет ферментов растительных кормов, а также микрофлоры. Слизистая оболочка зоба ферменты не вырабатывает.

У птиц желудочный сок выделяется постоянно, но прием корма усиливает сокоотделение. Железистый желудок мал, и в нем пища только смачивается соком и продвигается в мышечный отдел желудка.

Мышечный желудок (перевариваются белки, жиры и углеводы) имеет хорошо развитые мышцы, внутри покрыт твердой оболочкой – кутикулой. Главный фермент желудочного сока – *пепсин* – переваривает белки до альбумоз и пептонов. Общая кислотность желудочного сока составляет 0,2–0,5 %. Кишечное пищеварение отличается интенсивными ферментативными реакциями. У птиц печень и поджелудочная железа выделяют больше сока и желчи на единицу массы тела, чем у других животных. Кишечник у птиц сравнительно короткий, общая его длина только в 3–7 раз превышает длину их тела (а у млекопитающих – в 15–30 раз). У кур нет бруннеровых желез. Сокращение кишечника перистальтическое и антиперистальтическое, что способствует неоднократному перемешиванию пищи в каждом отрезке кишки. Дефекация у птиц совершается рефлекторно. Центр регуляции расположен в пояснично-крестцовой части спинного мозга. В клоаку открываются мочеточники, и моча смешивается с каловыми массами. Скорость прохождения корма через ЖКТ – у молодняка – 3–4 ч, у взрослой птицы – 4–5 ч.

Жевание представляет собой рефлекторную координированную деятельность жевательных мышц, зубов верхней и нижней челюсти и других мышц полости рта.

Саливация (слюноотделение) – выделение слюнными железами особого секрета (слюны).

Слюна вырабатывается околоушными (серозными), подчелюстными (серозно-слизистыми), подъязычными (слизистыми) и мелкими (серозными) слюнными железами. Подъязычная и мелкие железы секретируют её непрерывно, а околоушная и подчелюстные – лишь при возбуждении. Слюна – это гипотоническая жидкость. Под воздействием слюны происходит сма-

чивание пищи и растворение её компонентов, образование пищевого комка. Воздействие на вкусовые рецепторы могут оказывать только растворённые вещества.

Минерализующая функция слюны осуществляется благодаря наличию в ней ионов кальция и фосфора в перенасыщенном растворе (их концентрация в два раза выше, чем в крови), благодаря чему зубы не растворяются в слюне, а последняя цементирует трещины и дефекты эмали зубов, способствуя их восстановлению.

Адсорбирующая функция полости рта заключается в том, что попадающие в нее вещества концентрируются на ее внутренней поверхности. Особенно такой высокой способностью обладает поверхность языка. Сахар пищи, например, способен содержаться на ней до 60 мин. Повышенной способностью к адсорбции обладают и мягкий зубной налет, десневые борозды, на которых накапливаются пищевые остатки, пищевой и микробный детрит, обладающий значимой ферментативной активностью. Образование слюны регулируется парасимпатической и симпатической нервными системами. Возбуждение парасимпатических волокон ведет к выделению больших объемов слюны с низкой концентрацией растворенных в ней веществ, а возбуждение симпатических – к малым объемам с высокой концентрацией. Объем секреции слюны может изменяться в результате условных и безусловных рефлексов ЦНС.

Глотание – последовательность координированных произвольных и непроизвольных (рефлекторных) движений, обеспечивающих продвижение содержимого из полости рта в глотку, пищевод и желудок. Гастроэзофагальный рефлюкс – это процесс попадания содержимого желудка в пищевод. Чувство изжоги возникает вследствие процесса попадания содержимого желудка в пищевод. Центр глотания находится в продолговатом мозгу.

Ахалазия – нарушение моторной функции пищевода, проявляющееся в его недостаточной перистальтике. Пища, поступившая в желудок, перемешивается с желудочным секретом и подвергается его действию. Значение рН в антральном отделе желудка составляет 1,5–2,5.

Основными компонентами желудочного секрета являются пепсиноген, соляная кислота, пепсин, муцин, внутренний фактор Кастля, липаза и ряд неорганических веществ. Пепсин образуется из неактивного предшественника (пепсиногена) под действием соляной кислоты и, далее, самого пепсина (аутокаталитически). Пепсиноген синтезируется рибосомами главных клеток желёз желудка и накапливается в виде гранул зимогена, после чего экзоцитозом выбрасывается в просвет желудка.

У человека известны несколько иммуногистохимически различных изоферментов пепсина. 5 из них (I группа) синтезируются в области дна желудка; они имеют оптимальный рН 1,8–2,2. Вторая (II) группа пепсинов синтезируется в области дна и антрального отдела желудка, оптимальный рН 3,5. При рН 7,2 все пепсины разрушаются.

Соляная кислота вырабатывается обкладочными (париетальными) клетками. Содержание H^+ в желудочном секрете доходит до 150 мМ, тогда как в плазме – на 6 порядков меньше. Известно, что выделение одного H^+ в просвет желудка сопровождается появлением в плазме одного HCO_3^- . Данная реакция зависит от фермента – карбоангидразы (ингибирование фермента уменьшает секрецию). Поддержание высокого протонного градиента требует действия механизмов активного транспорта. Желудочная слизь, вырабатываемая добавочными клетками (мукоцитами), состоит из гликопротеидов и бикарбоната. Она играет важную роль в защите слизистой оболочки от повреждающего действия HCl и ферментов желудочного секрета. Пейсмекерный центр желудка расположен в большой кривизне. При удалении значительной части желудка развивается анемия вследствие уменьшения всасывания витамина B_{12} и возникновения его дефицита.

Желудочная секреция происходит в 3 фазы.

Мозговая фаза (стимулируемая условными рефлексамми, сопровождающими приём пищи) показана в опытах с мнимым кормлением по И.П. Павлову (эзофаготомированные собаки с изолированными желудками, сохранявшими иннервацию), пища в желудок не попадала, но, тем не менее, наблюдалась обильная желудочная секреция.

Желудочная фаза наблюдается при действии раздражителей (механических, продуктов гидролиза белков, ряда экстрагируемых веществ) – непосредственно на слизистую желудка).

Кишечная фаза наступает при поступлении в кишечник содержимого из желудка. В её усилении участвует гастрин, при поступлении кислой пищи ($\text{pH} < 4$) или жира она угнетается.

Поджелудочная железа в течение суток вырабатывает до 2 л жидкости. Секрет поджелудочной железы изотоничен и, благодаря высокому содержанию HCO_3^- (до 150 мМ на высоте секреции), обладает щелочной реакцией. Кроме того, она содержит катионы (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) и анионы (Cl^- , SO_4^{2-} , фосфаты). Бикарбоната в секрете поджелудочной железы достаточно для нейтрализации кислого содержимого, поступающего из желудка, возникаемая при этом щелочная среда наиболее благоприятна для действия ферментов в просвете 12-перстной кишки.

В этом секрете также содержатся различные ферменты – протеазы (трипсин, химотрипсин, карбоксипептидаза А и В, эластаза), липазы (панкреатическая липаза, фосфолипаза А, лецитиназа), а также амилазы и нуклеазы. Трипсиноген активируется энтерокиназой, образуя трипсин, а затем аутокаталитически (самим трипсином). Трипсин также катализирует образование химотрипсина и карбоксипептидазы из их предшественников. Предшественники секретируемых ферментов хранятся в цитоплазме в виде гранул зимогена.

Под воздействием различных стимулирующих факторов их содержимое изливается в просвет ацинуса и вместе с изливающимися электролитами образует первичный секрет. Выделение секрета поджелудочной железы начинается рефлекторно еще в мозговой фазе пищеварения, но наибольшее количество его выбрасывается при поступлении химуса непосредственно в 12-перстную кишку под воздействием гормонов холецистокинина и секретина.

Секреция усиливается при раздражении блуждающего нерва и угнетается при раздражении центростремительных нервов, болевых реакциях, во сне, при физической или умственной работе.

Главным фактором, ведущим к высвобождению проферментов, является *холецистокинин*, который стимулирует выделение богатого ферментами секрета, а также усиливает кровоток и метаболизм поджелудочной железы. Его высвобождение из слизистой 12-перстной кишки стимулирует прохождение пищи (особенно продуктов гидролиза белков и жиров) по 12-перстной и тощей кишкам, HCl и углеводы.

Секретин вызывает выделение большого количества секрета поджелудочной железы, богатого HCO_3^- , но бедного ферментами. Совместно холецистокинин и секретин (при приеме пищи) действуют сильнее, чем по отдельности.

В *гепато-билиарной системе* происходит процесс желчеобразования и желчевыделения. Желчь постоянно выделяется гепатоцитами в просвет желчных капилляров, которые далее через систему желчных протоков объединяются в единый печеночный проток. Ее суточная секреция составляет 0,5–1 л. Это золотистая изотоническая жидкость с pH 7,8–8,6, накапливающаяся в желчном пузыре. Основными компонентами желчи являются соли желчных кислот, билирубин, холестерин, жирные кислоты, лецитин. Концентрация этих веществ по мере продвижения секрета к желчному пузырю возрастает (в 5–10 раз). Соли желчных кислот (холевой и дезоксихолевой) образуются в гепатоцитах из холестерина и активно секретятся в просвет желчных капилляров. К пигментам желчи относятся билирубин, биливердин и, в небольшом количестве, уробилиноген. Желчь обеспечивает эмульгацию жиров (*диспергирование* (от лат. *dispergo* – рассеиваю, рассыпаю) тонкое измельчение веществ, приводящее к образованию мелких структур), увеличивая поверхность, доступную для гидролитических ферментов; способствуют всасыванию жиров; повышает активность панкреатических и кишечных ферментов (особенно липаз). Под действием желчных кислот жиры образуют столь тонкодисперсные частицы, что они в небольшом количестве могут всасываться из просвета без предварительного гидролиза. Отсутствие желчи нарушает всасывание липидов и жирорастворимых витаминов. Желчь обладает бактериостатическими свойствами.

Основную роль в регуляции секреции желчи и ее выбросе из желчного пузыря играет холецистокинин, вызывающий сокращение мышц пузыря и расслабление сфинктера Одди.

В просвете кишечника химус перемешивается со щелочным секретом поджелудочной железы, печени и кишечных желез. переваривание пищи происходит в основном за счет ферментов поджелудочной железы и кишечного секрета при участии желчи.

Железы, располагающиеся в слизистой оболочке 12-перстной кишки (бруннеровы), и железы самого тонкого кишечника (либеркюновы) продуцируют секрет в объеме до 2,5 л. В состав кишечного секрета входят различные пищеварительные ферменты (более 20) слизь и слущенные эпителиальные клетки.

Мембранное пищеварение происходит на внешней поверхности клеток кишечного эпителия – энтероцитах, в специальной структуре, которая называется щеточной каймой. Энтероциты имеют много микроворсинок (до 3–4 тыс. на апикальной поверхности каждого из них). Снаружи эти микроворсинки покрыты гликокаликсом – множеством мукополисахаридных нитей, на которых адсорбированы различные ферменты. Особенности пристеночного пищеварения: ферменты фиксируются на клеточных мембранах ворсинок; энтеропептидаза вырабатывается клетками слизистой и активирует трипсиноген непосредственно у стенки кишечника. Существенно, что микроорганизмы просвета кишечника не могут использовать аминокислоты, сахара, жирные кислоты, т.к. размеры больше просветов между выростами щеточной каемки.

Всасывание продуктов пищеварения происходит в тонком кишечнике. Всасывание представляет собой процесс переноса веществ из полости желудочно-кишечного тракта во внутреннюю среду организма. Общая площадь поверхности кишечника достигает 200 м². Высокомолекулярные компоненты пищи гидролизуются ферментами пищеварительных секретов и эпителиальных клеток тонкого кишечника (энтероцитов). При этом образуются низкомолекулярные вещества, способные всасываться. Белки гидролизуются до аминокислот, углеводы – до моносахаридов, в жиры – до глицерина и жирных кислот.

Эти вещества используются в энергетическом и структурном метаболизме организма. Белки и полипептиды вначале расщепляются до олигопептидов, а затем – до аминокислот. Аминокислоты и олигопептиды транспортируются в энтероциты.

Существуют специфические механизмы активного транспорта аминокислот, глюкозы (сопряженный, зависимые от Na^+); олигопептиды также могут переноситься активным транспортом.

Из энтероцитов аминокислоты поступают в портальную кровь, и из нее – в печень. Углеводы под действием ферментов слюны и панкреатического секрета расщепляются до гекса-, три- и дисахаридов, которые, однако, не всасываются. Дисахариды (сахароза, мальтоза, лактоза) в результате пристеночного пищеварения расщепляются до моносахаридов (глюкозы, фруктозы, маннозы, галактозы и т.д.), уже способных к всасыванию. Глюкоза и галактоза транспортируются с помощью подвижного переносчика, зависимого от Na^+ , манноза и пентозы – простой диффузией, а фруктоза – облегченной диффузией. Жиры под действием липаз расщепляются до жирных кислот и глицерина. Жирные кислоты с короткими и средними цепями непосредственно диффундируют в энтероциты, а длинноцепочечные и холестерин транспортируются туда в виде мицелл. В энтероцитах происходит ресинтез жиров и других липидов, которые, соединяясь с белками, образуют различные липопротеиды (их можно дифференцировать по плотности).

Нарушение всасывания в тонком кишечнике называется *мальабсорбцией*.

Работа исполнительных механизмов функциональной системы, определяющей оптимальный для метаболизма уровень питательных веществ, обеспечивает достижение соответствующего приспособительного результата. К физиологическим механизмам внутреннего звена саморегуляции относят эндогенные элементы, обеспечивающие перераспределение питательных веществ, изменения уровня обменных процессов, а также депонирование питательных веществ и их последующее использование. Внешнее звено саморегуляции в данной системе формирует поведение, направленное на удовлетворение потребности организма в пище (пищевая мотивация).

Системообразующим фактором системы, определяющей оптимальный уровень питательных веществ, является оптимальный для метаболизма организма уровень питательных веществ, под которым понимают определенное содержание белков, аминокислот, глюкозы, липидов, нейтрального жира, жирных кислот и других веществ в крови человека. Этот полезный приспособительный результат многопараметричен и может широко варьировать (после приема пищи существенно возрастает).

Данная функциональная система включает следующие подсистемы:

1) функциональная система физической и химической обработки пищи, конечный результат деятельности которой заключается в превращении пищи в простейшие компоненты (аминокислоты, жирные кислоты, моносахара и др.);

2) функциональная система всасывания, определяющая процессы транспорта в кровеносное русло различных простейших компонентов питательных веществ;

3) функциональная система выведения продуктов экскреции и неусвоенных элементов пищи, завершающаяся актом дефекации.

Бисфинктерный рефлекс отражает согласованность работы илеоцекального и пилорического сфинктеров. Повышенное содержание в каловых массах жира, жирных кислот называется *стеатореей*. Часть каловых масс приходится на бактериальный компонент 30 %. Уровень питательных веществ в крови контролируется специальными хеморецепторами латеральных и вентромедиальных ядер гипоталамуса.

Пищевой центр представляет собой функциональное объединение нейронов, расположенных на различных уровнях ЦНС и задействованных для формирования оптимального уровня питательных веществ. Основной его структурой является гипоталамус, который взаимодействует с другими элементами ЦНС (ретикулярная формация, лимбические структуры, кора полушарий). В гипоталамусе выделяют «центр голода» (латеральные ядра) и «центр насыщения» (вентромедиальные).

Исследования с разрушением либо стимуляцией аркуатных ядер гипоталамуса показали, что одна группа нейронов, содержащих нейропептид Y и так называемый агутиродственный пептид, усиливает аппетит, в то время как другая группа, содержащая проопиомеланокортин и кокаин-амфетамино-регулирующий транскрипт, снижает аппетит.

Пищевой центр формирует *пищевую мотивацию* (совокупность поведенческих действий организма, связанных с поисками и поглощением пищи, а также деятельность пищеварительной системы в целом или их прекращением).

Appetium (от лат. *appetitus* – стремление, желание) – субъективное ощущение, связанное с потребностью в пище, регулирующей ее поступление в организм. При длительном лишении пищи аппетит переходит в ощущение *голода* (субъективно и объективно ощущаемая усиленная потребность в пище).

Насыщение – субъективно и объективно ощущаемое чувство полного удовлетворения потребности в пище.

Анорексия – снижение или полное отсутствие аппетита при наличии физиологической потребности в пище.

Булимия – (от греч. *buis* – бык, вол и *limos* – голод) значительное повышение аппетита, выражающееся в неудержимом влечении к приему пищи. Аппетит определяется приходящей в пищевой центр информацией об условиях питания, поступлении и усвоении пищи, расходовании пищевых запасов. Формирование аппетита зависит от содержания в крови продуктов промежуточного обмена, уровня усвоения их клетками и других факторов. В последние годы выявлен ряд факторов, влияющих на аппетит. Под действием *лептина*, образующегося в жировой ткани и циркулирующего в крови в свободной и связанной формах, происходит снижение аппетита. Связывание лептина со специфическими рецепторами в гипоталамусе изменяет экспрессию ряда нейропептидов, регулирующих нейроэндокринную функцию, потребление и расход энергии в организме. Он повышает расход энергии, активизирует метаболизм жиров и глюкозы, а также регулирует нейроэндокринную функцию либо

путем прямого влияния, либо активации специфических структур в центральной нервной системе. Гормон, образуемый в желудке, действующий на нейроны гипоталамуса, содержащий нейропептид-У и усиливающий аппетит, называется *грелином*. Он является гормоном пептидной природы, стимулирующим секрецию соматотропного гормона в гипофизе.

Грелин ослабляет анорексию, вызванную лептином, и сигнализирует о голодании, тем самым способствуя увеличению приема пищи и, соответственно, массы тела, т.е. является орексигенным гормоном. В организме человека система, регулирующая энергетический гомеостаз, включает дублирующие друг друга механизмы.

Реципрокные взаимоотношения лептина и грелина проявляются на уровне нейронов гипоталамуса, имеющих специфические рецепторы к каждому из этих пептидов.

Лабораторная работа № 1

Тема: РЕГУЛЯЦИЯ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Цель:

Изучить основные физиологические функции, методы исследования и принципы регуляции пищеварительной системы; особенности процессов пищеварения у млекопитающих животных.

Зарисуйте и оформите Табл. 1–3:

Таблица 1 – Механизм регуляции пищеварительной системы

Отдел пищеварительной системы	Нервный компонент	Гуморальный компонент	Местный компонент
Ротовая полость			
Глотка			
Пищевод			
Желудок			
12-перстная кишка			
Тонкий кишечник			
Толстая кишка			

Таблица 2 – Основные компоненты слюны

Показатели	Характеристика
Количество, мл/сут	
Скорость секреции, мл/мин	
Удельный вес, г/мл	
pH, ед.	
Белок общий, г/л	
Амилаза, мг/сут	
Лизоцим, мг/сут	

Таблица 3 – Основные компоненты секрета желудка

Показатели	Характеристика
Количество, мл/сут.	
Скорость секреции, мл/мин.	
Удельный вес, г/мл	
pH, ед.	
Вода, %	
Пепсин, гемоглобиновых ед./ч	
Липаза, ед./мл	
Лизоцим, мг/л	

ОПЫТ 1

Изучение гуморальной регуляции моторной функции кишечника

Для изучения влияния гуморальных раздражителей на гладкую мускулатуру кишечника используют методику записи движений отрезка кишечной петли, помещенного в раствор Рингера.

Оснащение:

Участок тонкого кишечника крысы (лягушки), раствор Рингера для теплокровных (холоднокровных), нитки, иголка с ушком (для шитья), иглодержатель, длинный анатомический пинцет, ножницы, шприц на 2 мл без иглы, специальный стаканчик, кимограф, набор для записи на кимографе, аэратор кислорода или воздуха (компрессор), почечница, раствор ацетилхолина, раствор адреналина.

Ход работы:

У крысы (лягушки) под наркозом вырезать тонкий кишечник и поместить в ванночку с теплым раствором Рингера. Пронаблюдать за перистальтическими и маятникообразными движениями кишечника.

К одной стороне отрезка кишки длиной 2–3 см привязать (прошить) нитку в виде петли, ко второму концу отрезки кишки прикрепить (прошить) длинную нитку. С помощью пинцета отрезок кишки поместить в сосуд со стеклянным крючком, к которому прикрепить один конец кишечника (надеть петлю из нитки на крючок). Другой конец соединить с рычажком Энгельмана.

Сосуд заполнить теплым раствором Рингера. Раствор Рингера аэрировать с помощью компрессора. Записать сокращения кишечника в норме и после добавления 2–3 капель ацетилхолина. Через нижний тубус из сосуда слить раствор и заполнить свежим раствором Рингера.

Вновь записать сокращения кишечника в норме и после добавления 5–6 капель адреналина. Повторно промыть отрезок кишки раствором Рингера.

Рекомендации к оформлению работы:

Зарисовать полученные кривые.

Оформите результаты работы и сделайте выводы.

ОПЫТ 2

**Оценка моторной деятельности тонкой кишки человека
методом аускультации**

Кишечная мускулатура всегда находится в состоянии некоторого тонуса. На фоне этого тонуса совершаются перистальтические и маятникообразные сокращения, стимулирующиеся механическими и химическими агентами из полости пищеварительного канала.

Оснащение:

Стетофонендоскоп.

Ход работы:

Испытуемый находится в положении лежа. Стетофонендоскоп установите на переднюю брюшную стенку в околопупочной области. В норме выслушиваются неравномерные приглушенные булькающие звуки 3–5 раз в минуту. Затем испытуемый выполняет физическую нагрузку (20 приседаний в течение 1 мин.) и вновь ложится. При повторном выслушивании кишечных шумов обнаруживается уменьшение их частоты.

Рекомендации к оформлению работы:

В заключении сделайте выводы о наличии перистальтики тонкой кишки и ее торможении при мышечной работе, объясните механизм снижения активности кишечника.

Оформите результаты работы и сделайте выводы.

Вопросы для самоподготовки

1. Пищеварение, его значение для жизнедеятельности и поддержания гомеостаза. Функции пищеварительной системы. Роль И.П. Павлова в создании современного учения о физиологии пищеварения.

2. Методы исследования пищеварительной системы.
3. Сущность пищеварения. Конвейерный принцип работы пищеварительной системы. Классификация типов пищеварения.
4. Общие принципы регуляции деятельности пищеварительной системы. Роль рефлекторных, гуморальных и местных механизмов регуляции.
5. Гормоны желудочно-кишечного тракта. Современные представления о гастроэнтериневой гормональной системе.
6. Регуляция и фазы желудочной секреции. Приспособительный характер желудочной секреции к видам пищи и пищевым рационам.
7. Моторная функция желудка. Механизмы перехода пищи из желудка в 12-перстную кишку. Рвотный рефлекс. Его значение.
8. Пищеварение в 12-перстной кишке. Состав и свойства панкреатического сока. Регуляция пищеварения в 12-перстной кишке.

Лабораторная работа № 2

Тема: ФИЗИОЛОГИЯ ПЕРЕВАРИВАНИЯ

ОПЫТ 1

Секреторная деятельность слюнных желез у собаки

Цель:

Изучить процесс выделения слюны у собак при действии различных раздражителей.

Слюнные железы собаки (околоушная, подчелюстная, подъязычная) переходят от состояния покоя к состоянию функциональной активности при действии пищевых или отвергаемых раздражителей. При этом количество и качество выделяемой слюны соответствует характеру раздражителя. Сильным механическим раздражителем является сухая, особенно мелкораздробленная пища. Поэтому на сухари выделяется больше слюны, чем на хлеб, а на мясной порошок – больше, чем на мясо. Отвергаемые животными вещества (песок, кислота, горечи) вызывают отделение большого количества жидкой слюны, бедной органическими веществами (отмывная слюна).

Оснащение:

Вата, фистульная воронка для сбора слюны, градуированные пробирки, менделеевская замазка, секундомер, пищевые раздражители (хлеб обыкновенный, хлеб влажный, сухарный порошок, мясо, вода, 0,25%-ный раствор соляной кислоты), собака с выведенными протоками слюнных желез.

Ход работы: Опыт проводится на собаках с хронической фистулой околоушной железы (Рис. 1). по Павлову-Глинскому (1895 г.). Операция заключается в том,



Рис. 1 – Собака с фистулой околоушной железы

что проток железы отпрепаровывают от окружающих тканей и с кусочками слизистой оболочки выводят через сквозной прокол кожи щеки наружу. Слизистую оболочку с папиллой протока подшивают к краям кожной раны. Фистульную собаку, не кормленную 14–16 ч, ставят в станок. К отверстию протока плотно приклеивают разогретой менделеевской замазкой стеклянную воронку. Успокаивают животное и убеждаются в отсутствии слюноотделения. Подвешивают к воронке при помощи петелек из мягкой проволоки небольшую градуированную пробирку. Для введения в ротовую полость собаки приготавливают пищевые и отвергаемые раздражители, перечисленные ниже (количества пищевых веществ выравнивают по содержанию в них сухого остатка). Нормальная продолжительность кровотечения 2–4 мин. Поочередно (с интервалом 3–5 мин.) испытывать в течение 30 с действие пищевых и отвергаемых раздражителей (придерживаться порядка, изложенного в таблице). Слюну собирать в течение 2 мин. с момента введения вещества в ротовую полость. Пробирочки периодически менять, слюну сливать в цилиндр. Измерить количество слюны, выделенной на каждый из раздражителей, и записать полученные данные по форме, приведенной ниже:

Таблица 4 – Схема и результаты опыта

Раздражитель	Выделено слюны за 1,5 мин. (мл) околоушной железой	Раздражитель	Выделено слюны за 1,0 мин. (мл) околоушной железой
Сухарный порошок – 40 г		Мясо сырое – 120 г	
Хлеб – 80 г		HCl 0,2%-ный р-р	
Мясной порошок – 40 г		Песок кварцевый	

Перечисленные раздражители по их влиянию на слюноотделение располагаются в следующем порядке (по мере убывания):

- › песок, кислота, сухари, мясной порошок, хлеб, мясо (для околоушной железы);
- › кислота, мясной порошок, песок, сухари, хлеб, мясо (для слизистых желез).

Оформите результаты работы и сделайте выводы.

ОПЫТ 2

Определение муцина в слюне

В слюне содержится сложный белок – муцин, который вырабатывается слизистыми и смешанными слюнными железами.

Оснащение:

Пробирки с исследуемой слюной, вода, уксусная кислота.

Ход работы:

Для определения наличия муцина возьмите в пробирку 1–2 мл слюны и добавьте к ней 0,5 мл воды, а затем 4–10 капель уксусной кислоты. Встряхните пробирку. В пробирке выпадет осадок белка муцина. Слюна теряет свой слизистый характер.

Оформите результаты работы и сделайте выводы.

ОПЫТ 3

Определение щелочности слюны

Слюна животных имеет щелочную реакцию. Щелочность более выражена в слюне околоушных желез по сравнению со слизистыми. Щелочная реакция обусловлена наличием в слюне щелочных солей, главным образом – бикарбонатов натрия и кальция. Особенно высока щелочность паротидной слюны жвачных. Содержащиеся в ней щелочные соли способствуют нормальному, протеканию микробиологических процессов в преджелудках жвачных, нейтрализуя кислоты, образующиеся в процессе брожения. Щелочность слюны увеличивается с возрастом, повышается при кормлении и жвачке.

Оснащение:

Пробирки с исследуемой слюной, два стаканчика, индикатор метилоранжа, 0,01N раствор серной кислоты.

Ход работы:

Для определения щелочности слюны возьмите в стаканчик 2 мл слюны и добавьте к ней 2 капли индикатора метило-ранжа. Протитруйте пробу слюны 0,01 N раствором серной кислоты до красновато-оранжевого цвета. Произведите расчет: 1 мл 0,01 N раствора серной кислоты связывает 1 мл 0,01 N раствора NaHCO_3 , 1 мл 0,01 N NaHCO_3 содержит 0,00084 г NaHCO_3 , следовательно: кол-во 0,01 N раствора серной кислоты $\times 0,00084 \times 100$ / количество слюны = составляет щелочность слюны в (%).

Оформите результаты работы и сделайте выводы.

ОПЫТ 4

Переваривание крахмала ферментами слюны

Слюна содержит ферменты – α -амилазу, лактазу, мальтазу, лизоцим. Под действием α -амилазы слюны происходит гидролиз углеводов до дисахаров. Слюна имеет слабощелочную реакцию – рН 7,4–8,0.

Цель работы:

Определить оптимальные условия для действия ферментов слюны на крахмал.

Оснащение:

Слюна человека, штатив с восемью пробирками, 1 %-й раствор варёного крахмального клейстера, 1 %-й раствор сырого крахмального клейстера, 0,5 %-й раствор HCl , 10 %-й раствор NaOH , раствор Люголя, реактив Фелинга, пипетки, воронка, бумажный фильтр, газовая горелка.

Ход работы:

Собрать в пробирку несколько миллилитров слюны, разбавить ее дистиллированной водой в 2 раза. Желательно слюну профильтровать. Заполнить пробирки по схеме в **Табл. 5**.

Таблица 5 – Схема и результаты опыта

№ пробирки	Содержимое пробирки	Экспозиция при t °С	Цвет содержимого пробирок после добавления раствора	
			Люголя	Фелинга
1	3 мл крахмального клейстера + 1 мл разбавленной слюны	+38		
2	3 мл крахмального клейстера + 1 мл прокипяченной слюны	+38		
3	3 мл крахмального клейстера + 1 мл 0,5%-ного HCl + 1 мл слюны	+38		
4	3 мл крахмального клейстера + 1 мл дистиллированной воды	+38		

Все пробирки поместить на 10 мин. в термостат ($t = +37^\circ$), после чего содержимое каждой пробирки разделить на две части. С одной частью проделать качественную реакцию на сахар (пробу Треммера). Для этого в каждую пробирку прибавить по 0,5 мл 10%-ного раствора NaOH и по 2–4 капли 2%-ного раствора CuSO_4 , после чего содержимое пробирки прокипятить. Появление желтовато-красного осадка свидетельствует о наличии сахара.

С оставшимся содержимым пробирок проделать качественную реакцию на крахмал (прибавить 1–2 капли раствора Люголя). В случае положительной реакции смесь в пробирке будет иметь синий цвет.

Оформите результаты работы и сделайте выводы.

Вопросы для самоподготовки

1. Что такое слюна, где она вырабатывается и сколько ее выделяется на различные пищевые и отвергаемые вещества?
2. Механизм безусловной и условной слюноотделительной реакции.
3. Какова разница в составе слюны на положительные и отвергаемые раздражители?
4. Что такое муцин? Его значение и метод обнаруживания в слюне.
5. Какие ферменты содержатся в слюне и на какие вещества они воздействуют?
6. Условия, необходимые для действия ферментов слюны.

Лабораторная работа № 3

Тема: ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНЫХ СВОЙСТВ ЖЕЛУДОЧНОГО СОКА

Цель:

Ознакомиться с методами изучения желудочного пищеварения.

ОПЫТ 1

Переваривание белка желудочным соком

Сок, выделяемый, железами фундальной части желудка, содержит следующие ферменты: протеолитические ферменты – пепсин, катализирующий гидролиз пептидных связей белковых молекул, химозин (ренин) – створаживающий молоко, липолитический фермент – липаза, гидролизующий эмульгированные нейтральные жиры на глицерин и жирные кислоты. Пепсин обнаруживается в соке всех позвоночных. Он выделяется в неактивной форме в виде пепсиногена, который под влиянием соляной кислоты превращается в активный пепсин. Протеолитическое действие сока определяют качественными цветными реакциями, обнаруживающими продукты гидролиза.

Цель работы:

Определить оптимальные условия для действия желудочного сока на белки.

Оснащение:

Пробирки, пластинки фибрина или вареное яйцо (белок), профильтрованный желудочный сок, 0,5%-ный раствор соляной кислоты, 10%-ный раствор едкого натрия, 2%-ный раствор медного купороса, штатив для пробирок, термостат, лёд, спиртовка, держатель для пробирок, лакмусовая бумага.

Ход работы:

Взять четыре пронумерованные пробирки и внести в них по кусочку белка (фибрина). Затем в пробирки прилить: 2 мл желудочного сока; 2 мл прокипяченного желудочного сока; 0,5%-ный раствор HCl и 2 мл желудочного сока, нейтрализованного содой так, как показано в **Табл. 6**.

Таблица 6 – Схема и результаты опыта

№ пробирки	Содержимое пробирки	Экспозиция при t, °С	Результаты
1	2 мл желудочного сока + фибрин	+37	
2	2 мл прокипяченного желудочного сока + фибрин	+37	
3	2 мл 0,5%-ного р-ра HCl + фибрин	+37	
4	2 мл желудочного сока, нейтрализованного содой + фибрин	+37	

Пробирки помещают в водяную баню или термостат при $t = +37-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ на 25–30 мин. Расщепление белка наступит только в 1-й пробирке, во 2-й – фермент разрушен кипячением, в 3-й, где имеется только раствор HCl, фибрин будет набухшим, но не расщепившимся, в 4-й – создается щелочная среда, в которой фермент оказывается неактивным.

Далее ставят биуретовую пробу. Это цветная реакция на белки и продукты неполного расщепления – альбумозы и пептоны. К содержимому каждой пробирки добавляют по 2 мл 10%-ного раствора едкого натрия. Затем ее взбалтывают, вносят по 3 капли 1%-ного раствора медного купороса. В пробирке, где наступило расщепление, содержимое будет иметь розовый, а где находился непереваренный белок – синефиолетовый цвет.

Оформите результаты работы и сделайте выводы.

ОПЫТ 2

Влияние желудочного сока на белки молока

В желудочном соке содержится фермент *химозин* (сычужный фермент), створаживающий белки молока.

Цель работы:

Определить оптимальные условия для действия химозина на белки молока.

Оснащение:

Штатив с тремя пробирками, пипетки, спиртовка, водяная баня, желудочный сок, сода, молоко, лакмусовая бумага.

Ход работы:

Пронумеруйте три пробирки, установите их в штатив, налейте желудочного сока в пробирку № 1 – 1 мл желудочного сока, в пробирку № 2 – 1 мл прокипяченного желудочного сока, в пробирку № 3 – 1 мл желудочного сока, нейтрализованного содой и добавьте молоко по схеме в **Табл. 7**.

Таблица 7 – Схема и результаты опыта

№ пробирки	Содержимое пробирки	Экспозиция при t °С	Результаты
1	1 мл кислого желудочного сока + 5 мл молока	+37	
2	1 мл прокипяченного жел. сока + 5 мл молока	+37	
3	1 мл желудочного сока, нейтрализованного содой + 5 мл молока	+37	

Все пробирки поместите в водяную баню или термостат при температуре 38–40 °С на 10 мин.

Извлеките пробирки и отметьте, что молоко свернулось в 1-й и 3-й пробирках; в пробирке № 2 свертывания не произошло, т.к. ферменты разрушены при кипячении желудочного сока. Фермент химозин свертывает молоко в кислой, нейтральной и слабощелочной среде.

Результаты наблюдений занесите в таблицу и сделайте вывод.

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ПИТАНИЕ

Физиология обмена веществ и энергии изучает основные пути превращения энергии и веществ в организме, обеспечивающих его жизнедеятельность во взаимосвязи с окружающей средой.

Обмен веществ, с позиций физиологии, представляет собой совокупность реакций диссимиляции (распад веществ на более простые составляющие) и ассимиляции (синтез более сложных соединений из простых).

Первичная теплота – тепло, образуемое в организме на этапе синтеза АТФ.

Вторичная теплота – тепло, образуемое в организме на этапе использования АТФ для совершения работы.

Калориметрическая бомба Бергло – прибор для сжигания веществ с целью определения количества выделяемого при этом энергии. *Калорический*, или *тепловой*, *коэффициент* – количество тепловой энергии, которое образуется при сгорании 1 г вещества.

Закон Гесса – тепловой эффект химического процесса определяется начальным и конечным состоянием системы, и не зависит от промежуточных стадий.

Методы исследования энергетического обмена делятся на две основные группы: прямой и непрямой калориметрии.

Прямая калориметрия основана на измерении теплообразования организма (по его тепловыделению), помещенного в теплоизолированную камеру. Практического применения не нашла в связи большой трудоемкостью и большими погрешностями.

Непрямая калориметрия (с полным и неполным газовым анализом) основана на учете потребленного организмом количества кислорода за единицу времени. Самая простая и надежная методика.

Косвенные методы (основаны на учете частоты пульса, артериального давления) – предназначены для приблизительной оценки отклонения обмена от нормы.

Дыхательный коэффициент (ДК) – это соотношение между количеством выделяемого CO_2 и потребляемого O_2 .

Калорический эквивалент кислорода – количество энергии, которое высвобождается при потреблении организмом 1 л кислорода. Соотношение между количеством выделяемого CO_2 и потребляемого O_2 зависит от типа пищевых продуктов: жиры содержат меньше кислорода, чем углеводы и при их окислении поглощается больше O_2 . В пище с преобладанием углеводов ДК выше. В некоторых случаях – при голодании или сахарном диабете – ДК может уменьшаться до 0,6; это обусловлено усилением интенсивности обмена жиров и белков в сочетании со снижением углеводов.

Количество энергии, расходуемой организмом на поддержание жизни (работа сердца, кровообращение, дыхание, сохранение постоянной температуры тела), называют *основным обменом*. Основными факторами, определяющими обмен веществ у здоровых людей, являются: возраст, пол, длина тела, масса тела, активность щитовидной железы. При патологии основного обмена чаще всего изменена функция щитовидной железы.

Рабочая прибавка – дополнительный расход энергии, связанный с выполнением определённой работы (трудовой деятельности) в процессе жизни.

Рабочий обмен – величина всех энергозатрат организма в процессе жизнедеятельности.

Специфически-динамическое действие пищи – увеличение энергообмена после приема пищи в сравнении с исходным (через 30 мин. отмечается рост, максимум через 3–6 ч).

Для белковой пищи, требующей больше всего пищеварительных ферментов и затрат на всасывание, прибавка энергообмена, по сравнению с покоем, составляет около 30 %, для углеводной пищи – всего 5–15 %. Энерготраты должны компенсироваться питанием: белки, жиры и углеводы поступают с пищей в соотношении 1 : 1 : 4 (15, 30 и 55 % потребности в энергии, соответственно). При недостатке одного из энергоносителей его можно заменить другим (1 г белков = 1 г углеводов = 0,5 г жиров). Помимо них, в рацион человека и животных должны входить еще десятки веществ. Животные в ходе эволюции утрачивали

способность синтезировать многие необходимые им вещества. Человеческий организм нуждается в поступлении с пищей более чем 50 субстанций.

Физиология питания изучает условия оптимального усвоения организмом химических веществ, в том числе в зависимости от возраста, пола, характера трудовой деятельности, режима питания.

Физиологические принципы расчета *пищевых рационов*, как и *концепция сбалансированного питания*, опираются на общеизвестный закон сохранения массы и энергии, т.е. организм должен получить из внешней среды ровно столько различных веществ, сколько ему необходимо для реализации своих функций в данном состоянии.

Все питательные вещества можно разделить на пять основных групп: белки, жиры, углеводы, витамины, неорганические вещества (вода и соли).

Правило изодинамии – отдельные питательные вещества могут заменять друг друга в соответствии с их калорической ценностью, оно учитывает только энергетические потребности организма и не учитывает пластические.

При сравнении *пластической функции* белков, жиров и углеводов следует отметить, что среди всех трех классов соединений имеются вещества, которые организм человека не способен синтезировать из других веществ, а значит, они являются незаменимыми.

Среди белков больше всего незаменимых соединений, среди жиров меньше, а к незаменимым углеводам можно отнести только аскорбиновую кислоту (витамин С). Самой большой калорической ценностью обладают жиры (9,3 ккал/г), белки и углеводы – вдвое меньшей (4,1 ккал/г). Однако чисто белковой полноценной пищей можно питаться бесконечно долго, углеводной – достаточно долго, а жиры могут быть успешно использованы организмом, при условии замещения ими не более 70% общей калорийности. О количестве утилизируемого организмом белка можно судить по количеству выводимого из организма азота. В белке содержится примерно 16 г азота, что соответствует примерно 100 г белка.

Азотистый обмен – совокупность всех превращений белков и других азотсодержащих веществ (пептиды, аминокислоты и др.).

Ретенция азота – состояние организма, при котором наблюдается задержка азота.

Азотистый баланс – соотношение между количеством вводимого и выводимого азота из организма.

Отрицательный азотистый баланс – состояние азотистого баланса организма, при котором количество азота выводимого из организма, превышает вводимый.

Положительный азотистый баланс – состояние азотистого баланса организма, при котором количество азота, вводимого в организм, превышает выводимый.

Диета – это специально разработанный режим питания с учетом компонентов пищи, ее количества и химического состава, физических свойств, кулинарной обработки и интервалов в приеме пищи.

Благодаря полярным свойствам молекулы, вода представляет собой универсальную среду для протекания биохимических реакций, она также обеспечивает тургор клеток, незаменима в терморегуляции и других процессах.

Минеральные вещества необходимы в первую очередь для формирования осмотических градиентов и реализации биоэлектрических процессов, являются основой костной ткани, выступают в роли регуляторов обмена веществ (кальций, натрий, калий), активных центров гормонов и коферментов (микроэлементы).

Балластные вещества – это вещества (целлюлоза, гемицеллюлоза, пектин и др.), не усваиваемые организмом, но жизненно важные для деятельности кишечника и обмена веществ.

Клетчатка – это главная составная часть клеточных стенок растений, по химической структуре полисахарид, образующий при полном гидролизе глюкозу. Ее доля в растениях составляет от 40 до 90 % и более. Она подразделяется на нерастворимую (целлюлоза), полурастворимую (лигнин) и растворимую (камедь, пектин и др.).

Энтеросорбция представляет собой процесс удаления из организма токсических веществ путем активации их выделения в пищеварительный тракт и задержки внутри кишечника с последующим выделением. В качестве энтеросорбентов используется широкий круг пищевых добавок (в основном это целлюлоза, пектин и родственные им соединения), а также очистительные клизмы с использованием растворов низкомолекулярных полигликанов. У взрослых экстремальный термогенез осуществляется преимущественно за счет мышечной дрожи, тогда как у маленьких детей – за счет катаболизма бурой жировой клетчатки.

Лабораторная работа № 4

Тема: ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ПИТАНИЕ

Цель:

Ознакомиться с методами исследования основного и энергетического обмена; изучить теоретические основы рационального питания человека.

Зарисуйте и оформите следующие схемы:

Схема 2 – Методы оценки энергообмена

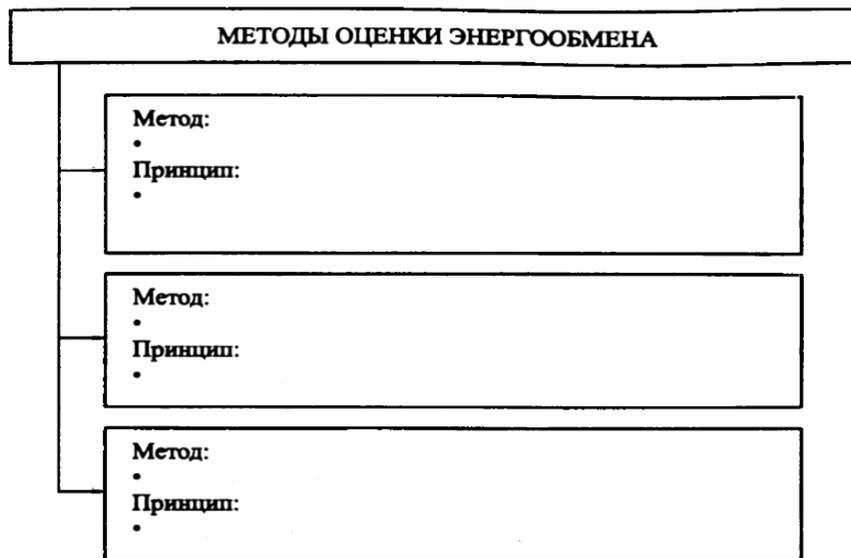
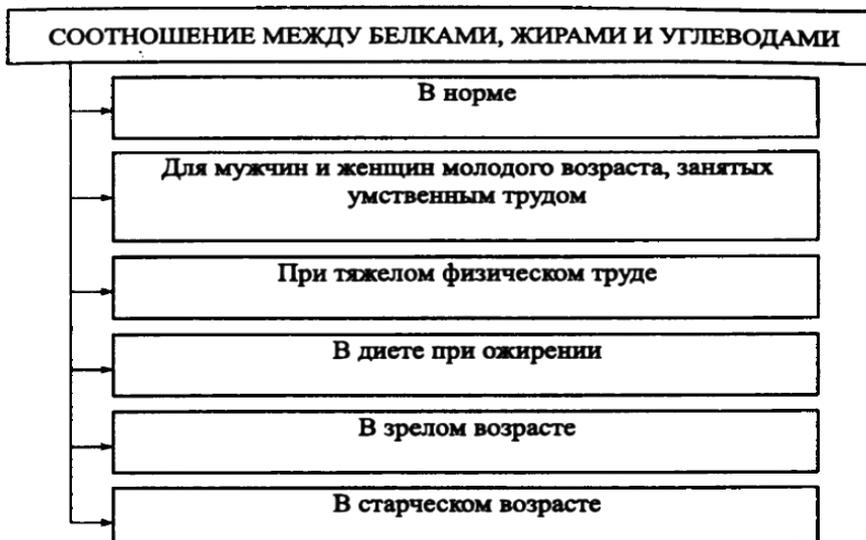


Схема 3 – Соотношение между белками, жирами и углеводами при различных состояниях



ОПЫТ 1

Определение должных величин основного обмена по таблицам и формулам

Основной обмен – это минимальное количество энергии, необходимое для жизнедеятельности организма в стандартных условиях при полном покое.

Под стандартными условиями подразумеваются: измерение обмена производится в утренние часы, в положении лежа при полном физическом и эмоциональном покое, в условиях температурного комфорта (для легко одетого человека 22–24 °С), натощак (через 12–16 ч после приема пищи). Полученные значения основного обмена сравниваются с табличными нормативами и делается заключение об уровне обмена у испытуемого.

Энергия основного обмена расходуется на обновление клеточных структур, поддержание постоянной температуры тела, деятельности внутренних органов, тонуса скелетных и сокращения дыхательных мышц и др.

Цель работы:

Освоение принципов расчета нормативных величин основного обмена.

Оснащение:

Таблицы расчета должных величин основного обмена, ростомер, весы, испытуемый (человек).

Задание 1

Рассчитать должные величины основного обмена:

- для мужчин, возраст 43 года, рост 178, вес 90 кг;
- для женщин, возраст 20 лет, рост 164, вес 65 кг.

Задание 2

Рассчитать должные величины основного обмена для себя и определить процент отклонения основного обмена от нормативных величин.

Ход работы:

С помощью ростомера и весов измеряют рост испытуемого и взвешивают его. Если взвешивание производится в одежде, то полученный результат следует уменьшить на 5 кг для мужчин и на 3 кг для женщин.

Известно, что у мужчин уровень основного обмена в среднем на 10 % выше, чем у женщин. Существует много способов расчета должной величины основного обмена (*должный ОО*). Одним из таких способов является расчет по формулам, приведенным в **Табл. 8**.

Таблица 8 – Формулы расчетов ДВОО человека в зависимости от возраста, пола и массы тела (МТ)

Возраст, годы	Должный ОО (ккал/сутки)	
	Мужчины	Женщины
0–3	$60,9 \times \text{МТ} - 54$	$61,0 \times \text{МТ} - 51$
3–10	$22,7 \times \text{МТ} + 495$	$22,5 \times \text{МТ} + 499$
10–18	$17,5 \times \text{МТ} + 651$	$12,2 \times \text{МТ} + 746$
18–40	$1,0 \times \text{МТ} \times 24$	$0,9 \times \text{МТ} \times 24$
	$15,5 \times \text{МТ} + 679$	$14,7 \times \text{МТ} + 496$
40–60	$11,6 \times \text{МТ} + 879$	$8,7 \times \text{МТ} + 829$
< 60	$13,5 \times \text{МТ} + 487$	$10,5 \times \text{МТ} + 596$

Одним из наиболее широко используемых методов определения должной величины основного обмена является *метод определения основного обмена по таблицам Гарриса – Бенедикта*.

Имеются два варианта таблиц – для мужчин (**Приложение А**) и для женщин (**Приложение Б**).

Каждая из них содержит две части, *А* и *Б*. В первой находят число *А*, зависимое от массы тела, а во второй – число *Б*, зависимое от роста и возраста. Сумма этих двух чисел (*А + Б*) дает должную величину основного обмена:

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

Для перевода единиц основного обмена в кДж использовать соотношение:

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

Еще одним методом определения должного ОО является метод Дюбуа. Он основан на правиле поверхности тела, согласно которому затраты энергии теплокровного организма пропорциональны площади поверхности тела.

Установлено, что теплопродукция на 1 м² поверхности тела человека зависит от возраста и пола. Для вычисления должного ОО найденную по **Табл. 9** величину продукции тепла в ккал/м² × ч следует умножить на площадь поверхности тела (м²) и на 24 ч (сут).

Площадь поверхности тела находят по номограмме в зависимости от массы тела и роста (**Приложение В**).

Таблица 9 – Затраты на основной обмен здоровых людей в зависимости от возраста и пола

Возраст, годы	Мужчины, ккал/м ² × ч	Женщины, ккал/м ² × ч
14–16	46,0	43,0
16–18	43,0	40,0
18–20	41,0	38,0
20–30	39,5	37,0
30–40	39,5	36,5
40–50	38,5	36,0
50–60	37,5	35,0

Разница между показателями должного основного обмена, рассчитанными разными методами, обычно не превышает 10 %.

Рекомендации к оформлению работы:

Рассчитайте собственную должную величину ОО несколькими способами – по формулам, по таблицам Гарриса – Бенедикта и по площади поверхности тела.

Выводы:

Сравните полученные результаты. Наиболее точными методами являются метод с использованием таблиц Гарриса – Бенедикта и метод Дюбуа. Результаты, полученные этими двумя методами, обычно отличаются незначительно (как правило, не более, чем на 50–150 ккал).

ОПЫТ 2

Определение отклонения величины основного обмена по методу Рида

Формула Рида дает возможность вычислить процент отклонения величины основного обмена от нормы. Эта формула основана на существовании взаимосвязи между артериальным давлением, частотой пульса и теплопродукцией организма. Определение основного обмена по формулам всегда дает только приблизительные результаты, но при ряде заболеваний (например, тиреотоксикоз) они достаточно достоверны и поэтому часто применяются в клинике. Допустимым считается отклонение до 10 % от нормы.

Цель работы:

Вычислить отклонения основного обмена от нормы по формуле Рида. Определить то же по номограмме. Вычислить сколько ккал (Дж) составляет определенный вами процент отклонения.

Оснащение:

Тонометр, фонендоскоп, секундомер, испытуемый (человек), номограмма Рида (**Приложение Г**).

Ход работы:

У испытуемого измеряют пульс и артериальное давление, вычисляют пульсовое давление, на номограмме Рида (**Рис. 2**) соединяют прямой линией полученные значения частоты пульса и пульсового давления и на пересечении линии находят отклонение от основного обмена. Отклонения величины основного обмена от нормы можно также рассчитать по формуле Рида:

$$ПО = 0,75 \times (ЧП + ПД \times 0,74) - 72,$$

где *ПО* – отклонение основного обмена от нормы (%);

ЧП – частота пульса (уд/мин);

ПД – пульсовое давление (мм рт. ст.).

Рекомендации к оформлению работы:

Вычислите величину отклонения основного обмена от нормы по формуле Рида:



Рисунок 2 – Номограмма Рида

Определите то же по номограмме. Вычислите, сколько ккал (Дж) составляет определенный процент отклонения. Если процент отклонения определен со знаком «+», то найденное число килокалорий 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.

Полученные результаты работы запишите в виде **Табл. 10**.

Таблица 10 – Результаты отклонения основного обмена от нормы

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

Сделайте вывод на основании полученных результатов об отклонении Вашего основного обмена от нормы.

ОПЫТ 3

Составление пищевого рациона

Для поддержания нормальной жизнедеятельности необходимо рациональное питание. В случаях, если контингент людей получает питание в одном месте (условия армии, санатории и т.д.), для него ежедневно составляется меню-раскладка.

Цель работы:

Ознакомиться с принципами составления пищевого рациона для различных групп населения.

Оснащение:

Таблицы химического состава пищевых продуктов и их калорийности, весы, ростомер, калькулятор.

Задание 1

Составить суточное меню-раскладку для определенной категории лиц (для себя).

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. Физиологические нормы питания в значительной степени изменяются в зависимости от возраста, пола, роста, веса, климатических и географических условий, а также вида труда и отдыха. Потребность взрослого человека в энергии определяется главным образом родом его труда. По этому признаку все взрослое население можно разделить на 5 категорий (Табл. 11).

Таблица 11– Величина энергозатрат в зависимости от особенностей профессии

Группа	Особенности профессии	Общий суточный расход энергии, ккал	Общий суточный расход энергии, кДж
I	Работники, занятые преимущественно умственным трудом	2 100–2 450	9 799–10 265
II	Работники, занятые легким физическим трудом	2 500–2 800	12 475–11 732
III	Работники, занятые физическим трудом средней тяжести	2 950–3 300	12 360–13 827
IV	Работники, занятые тяжелым физическим трудом	3 400–3 850	14 246–16 131
V*	Работники, занятые особо тяжелым физическим трудом	3 850–4 200	16 131–17 598

Примечание* – только для мужчин.

К старости расход энергии снижается и к 80 годам составляет 2000–2200 ккал.

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 (**Приложение Д**).

Суточную потребность в энергии и необходимое количество питательных веществ необходимо разделить на три части, соответствующие завтраку, обеду и ужину.

Соотношение между питательными веществами по массе должно составлять 1 : 1 : 4 (**Табл. 12**), а по энергетической ценности 15 : 30 : 55 % независимо от физической нагрузки.

Таблица 12 – Физиологические нормы питания в сутки

Пищевые вещества, г	Категория населения				
	65–72	72–80	84–94	96–108	104–117
Белки	65–72	72–80	84–94	96–108	104–117
Жиры	70–80	83–93	98–110	113–128	137–153
Углеводы	300–350	366–411	432–484	499–566	524–586
Килокалории	2450	2800	3500	3850	4200

При этом надо учитывать, что первый завтрак должен составлять 25–30 % суточной энергетической ценности рациона, второй – 15 %, обед – 45–50 %, ужин – 15–20 %.

Количество белков и общую калорийность суточного рациона можно превысить по сравнению с расчетами, но не более чем на 10 %.

Таблица питательности и калорийности пищевых продуктов представлена в **Приложении Ж**.

Результаты работы оформите по образцу **Табл. 13**.

В выводе дайте физиологическую оценку составленного рациона.

Таблица 13 – Суточный пищевой рацион

Продукты	Масса, г	Содержание питательных веществ, г			Энергетическая ценность, ккал
		белков	жиров	углеводов	
<i>НОРМА</i>	–				
ЗАВТРАК					
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
Всего	–				
ОБЕД					
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
Всего	–				
УЖИН					
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
Всего	–				
<i>ИТОГО ЗА СУТКИ</i>	–				
+/-	–				

ОПЫТ 4

Расчёт должных значений минутного объема кровообращения (ДМОК), минутного объема дыхания (ДМОД) и жизненной емкости легких (ДЖЕЛ) по величине основного обмена

Основной обмен коррелирует с минутным объемом кровообращения, минутным объемом дыхания и жизненной емкостью легких, поэтому степень соответствия функциональных параметров сердечно-сосудистой и дыхательной систем основному обмену свидетельствует об эффективности работы данных органов.

Оснащение:

Формулы для расчета, калькулятор.

Ход работы:

По приведенным ниже формулам вычисляют должные значения минутного объема кровообращения (ДМОК), минутного объема дыхания (ДМОД) и жизненной ёмкости легких (ДЖЕЛ) для величины должного основного обмена, найденного в **ОПЫТЕ 1**:

I. По Савицкому Н.Н. (1954, 1974):

$$ДМОК = \frac{\text{Основной обмен}}{4,88 \times 0,06 \times 24 \times 60} = \frac{\text{Основной обмен}}{422} \text{ (л)},$$

где 4,88 – калорический эквивалент кислорода (ккал/1л O₂);

0,06 – артерио-венозная разница (1л O₂ / 1л крови);

1/24×60 – приведение времени суток в часах к 1 мин.

Основной обмен в ккал/сут.

II. По Дембо А.Г. (1952, 1957):

$$ДМОД = \frac{\text{Основной обмен}}{4,88 \times 0,04 \times 24 \times 60} = \frac{\text{Основной обмен}}{282} \text{ (л)},$$

где 4,88 – калорический эквивалент кислорода (ккал/1л O₂);

0,04 – коэффициент использования O₂ (1л O₂ / 1л воздуха);

1/24×60 – приведение времени суток в часах к 1 мин.

Основной обмен в ккал/сут.

III. По Антони и Венрат (1962):

$$ДЖЕЛ_{\text{муж}} = \text{Основной обмен} \times 2,6 \text{ (в мл)};$$

$$ДЖЕЛ_{\text{жен}} = \text{Основной обмен} \times 2,2 \text{ (в мл)}.$$

Оформите результаты работы и сделайте выводы.

ЗАДАЧИ

При распаде 100 г белка освобождается 16 г азота, (при распаде 6,25 г белка – 1 г азота), который выделяется в основном почками. Поэтому по содержанию азота в моче можно судить о количестве распавшегося белка в организме.

1. Выделилось с мочой 25 г азота. Сколько разложилось в организме белка?
2. Дано животному 120 г белка, выделилось с мочой 22,2 г азота. Полноценна ли норма белка?
3. Дано животному 80 г белка и 70 г жира. Выделилось 15,15 г азота, 100,23 г углерода. Определить баланс белка и жира.
4. Дано животному 50 г белка и 80 г жира. Выделилось 17,2 г азота и 85 г углерода. Определить баланс белка и жира.
5. В течение 15 минут поглощено 6,1 л кислорода. Выделилось 5,35 л углекислоты. За 24 часа выделилось с мочой 16,1 г азота. Сколько распалось белков, жиров и углеводов за 15 минут?
6. Известно, что корова получает до 25 % белка (около 100 г) за счет микроорганизмов, населяющих преджелудки. Определить суточную норму мочевины (для коровы), если содержание азота в ней равно 46 %.
7. Испытуемый за 6 минут выдохнул 42 л воздуха, в котором содержалось 17 % кислорода и 3,5 % углекислого газа. Определить расход энергии испытуемого за 1 минуту; за 1 час; за 1 сутки.

Вопросы для самоподготовки

1. Общее представление об обмене веществ и энергии, его сущность. Первичная и вторичная теплота в организме. Калорическая ценность продуктов питания (бомба Бертло). Закон Гесса.
2. Методы исследования энергетического, основного обмена. Метод непрямой калориметрии (дыхательный коэффициент, калорический эквивалент кислорода).
3. Основной обмен. Факторы, влияющие на его величину.
4. Специфически динамическое действие пищи. Рабочий обмен. Энергетические затраты организма при различных видах труда.
5. Физиологические принципы расчета пищевых рационов. Концепция рационального сбалансированного питания. Классификация питательных веществ.

6. Сравнительная характеристика пластической и энергетической функции белков, жиров и углеводов. Азотистое равновесие. Положительный и отрицательный баланс азота.
7. Физиологическое значение воды и минеральных веществ в организме. Общебиологическая характеристика основных групп витаминов. Понятие о потребности организма в них.
8. Роль балластных веществ. Физиологические основы энтеросорбции.
9. Физиологические нормы питания в зависимости от возраста, вида труда и состояния организма.

ФИЗИОЛОГИЯ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ

Физиология терморегуляции изучает основные закономерности функционирования механизмов поддержания постоянства температуры тела. В отношении регулирования температуры тела животные делятся на *гомойотермных*, или теплокровных (птицы и млекопитающие) и *пойкилотермных*, или холоднокровных (все прочие животные). Гомойотермы поддерживают температуру тела на постоянном уровне 36–39 °С, у пойкилотермов она определяется условиями внешней среды. Регулировать свое тепловое состояние холоднокровные могут только путем перемещения в более благоприятную среду (*термопреферendum*). Гомойотермия позволила кардинально усовершенствовать структуру и функции мозга, но и приблизила животных к порогу тепловой смерти: при температуре тела выше 39–40 °С активность некоторых ферментов снижается в десятки раз. Температура тела человека различна в различных участках тела и в различных состояниях. В комфортных условиях температура кожи открытых участков около 30 °С, в подмышечной впадине – около 36,5 °С, в печени – около 39 °С. Термометрия в клинических и экспериментальных целях проводится в различных точках тела. Чаще всего измеряют температуру в подмышечной впадине, прямой кишке (ректальную), в ротовой полости (подъязычную), (ректальная на 0,5 °С выше подмышечной). Суточные колебания температуры составляют около 1 °С (минимум – в 3–4 ч ночи).

Источниками тепла в теле гомойотермного животного являются: основной обмен, поддержание позы, двигательная активность, холодовой мышечный тонус, холодовая дрожь и несократительный термогенез (образование тепла непосредственно из энергии химических связей, минуя механическую работу. Особенно активен несократительный термогенез в бурой жировой ткани. Тиреоидные гормоны и адреналин усиливают теплопродукцию.

Тепло покидает организм несколькими путями: *теплопроводением, излучением, конвекцией и испарением*. При температуре воздуха 22 °С главную роль играет излучение, в жаркой среде – испарение. У человека тепло рассеивается в окружающую среду со всех участков кожи, не защищенных одеждой. У животных есть специализированные органы теплоотдачи, где сосудистая сеть подходит к поверхности тела: уши кролика, хвост крысы и т. п. В жаркой среде кровотоков в этих органах может возрастать в десятки раз. Перераспределение части кровотока из ядра в оболочку происходит благодаря наличию в стенке артериол гладких мышц, регулируемых симпатическими нервными волокнами. В сосудах кожи и слизистых оболочек есть артерио-венозные анастомозы, способствующие теплоотдаче. Механизмы терморегуляции делятся на *химические* – сократительный и несократительный термогенез; *физические* – теплоизлучение, теплопроводение, конвекция, испарение; *поведенческие* – использование одежды, кондиционеров, вентиляторов, обустройство жилищ и других способов.

Тепловой баланс – это соотношение между образованием тепла в организме и его выделением. Функциональная система поддержания постоянства температуры внутренней среды приведена в компендиуме и на стенде. Центральный аппарат функциональной системы представлен главным образом *гипоталамусом* (задний гипоталамус обеспечивает регуляцию теплопродукции, передний – теплоотдачу), корой головного мозга и спинным мозгом. Периферический аппарат включает в себя скелетные мышцы, симпатические нервы (усиливающие теплопродукцию и изменяющие кровотоков, а значит теплоотдачу), эндокринные железы (щитовидная и надпочечники – усиливающие теплопродукцию и теплоотдачу), а также активность дыхательной и сердечно-сосудистой системы, и все виды обмена веществ в различных органах и тканях. Полезным приспособительным результатом системы, поддерживающей оптимальную температуру тела, является температура тела, которая является обязательным условием обеспечения нормального течения обменных процессов в организме.

Гипертермия – состояние организма, характеризующееся повышением температуры тела.

Гипотермия – состояние организма, характеризующееся понижением температуры тела.

Перегревание (гипертермия) и переохлаждение (гипотермия) вызывают в гомойотермном организме многочисленные нарушения физиологических функций. Человек, в отличие от других гомойотермов, обладает развитой системой потоотделения и потому хорошо адаптируется к жаркой сухой среде: объем циркулирующей плазмы возрастает, потери натрия с потом – снижаются. Возможности адаптации к жаркому влажному климату невелики для всех теплокровных. Холодовая адаптация связана с активацией щитовидной железы, развитием бурой жировой ткани и несократительного термогенеза, снижением порога мышечной дрожи и КПД мышечного сокращения.

Человек редко использует свои возможности холодовой адаптации, поскольку защищен жилищем и одеждой. Многие теплокровные при изменении температуры окружающей среды способны переходить в состояние оцепенения (ступора) или *спячки*: ежедневной или сезонной, зимней (*гибернация*) или летней (*эстивация*). Интенсивность метаболизма при этом снижается в десятки раз. Температура тела во время зимней спячки у мелких животных поддерживается на уровне +2 °С, у крупных – около 30 °С. Эстивация позволяет двоякодышащим рыбам при высыхании рек выживать в грязевом коконе в течение нескольких лет.

Лабораторная работа № 5

Тема: МЕТОДЫ ПРЯМОЙ И НЕПРЯМОЙ КАЛОРИМЕТРИИ

Цель:

Усвоить физиологические механизмы адаптации к изменениям температуры окружающей среды.

Зарисуйте и оформите **схемы 4–5**.

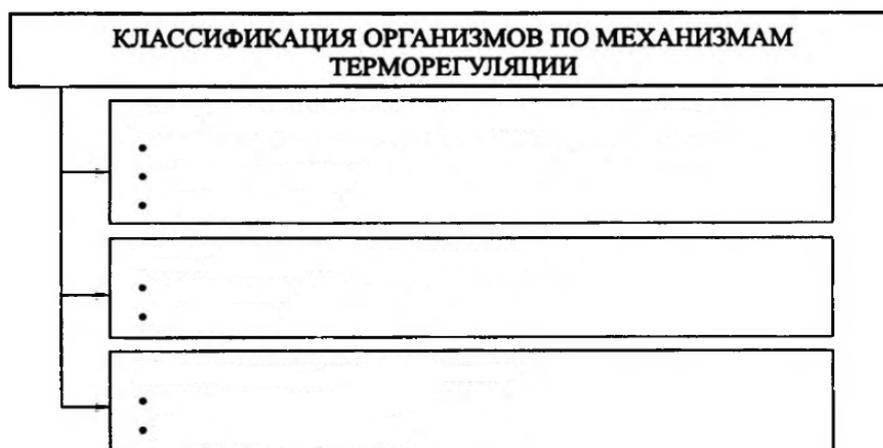


Схема 4 – Классификация организмов по механизму терморегуляции

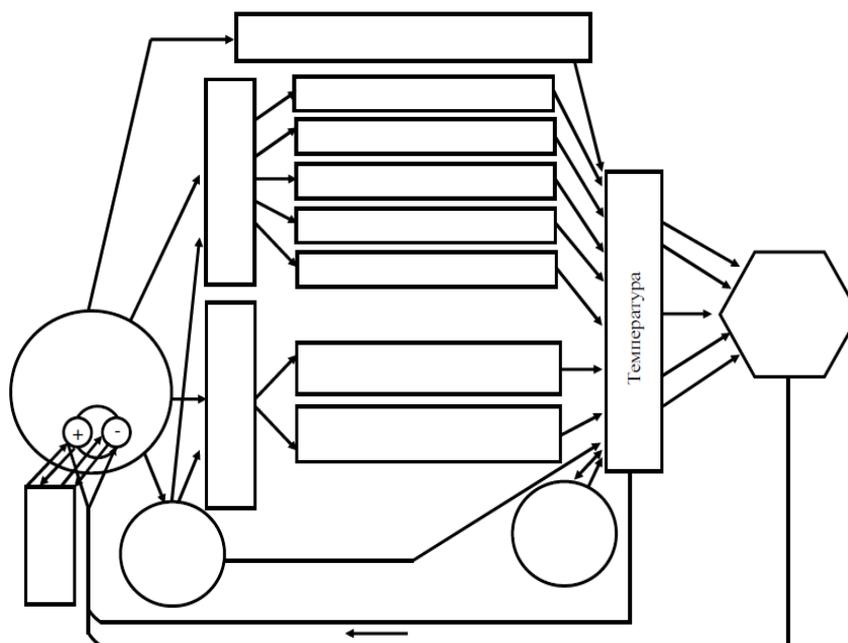


Схема 5 – Функциональная система,
поддерживающая оптимальную температуру тела организма

ОПЫТ 1

Измерение температуры тела

Температура тела – важный показатель состояния здоровья человека. Нормальной температурой тела для взрослых в состоянии бодрствования и физиологического покоя (при измерении в подмышечной впадине) считается температура от 36 °С до 36,9 °С.

Однако следует учитывать, что во время сна с 3 до 5 ч утра температура тела может достигать минимальных значений: 35,1–36,0 °С. Таким образом, норма температуры тела при измерении в подмышечной впадине составляет $36 \pm 0,9$ °С (35,1–36,9 °С). При измерении в глубоких областях тела (прямой кишке, пищеводе) ее нормальные значения на 0,5 °С выше, чем в подмышечной ямке. Температуру тела у животных (в норме 37,5–40,0 °С) измеряют термометром в прямой кишке, у птиц (в норме 40,5–43,0 °С) – в клоаке. Используют ветеринарный ртутный термометр или электротермометр. Вводят термометр в прямую кишку на 5 мин. Чтобы он не выпадал, привязывают шелковой нитью к зажиму, который укрепляют на волосяном покрове животного в прилегающей области.

Оснащение:

Ртутные и электронные медицинские термометры, антисептический раствор для дезинфекции термометров, секундомер, испытуемый.

Ход работы:

Кожа подмышечной ямки должна быть сухой, так как при влажной коже термометр будет показывать более низкие значения температур из-за испарения влаги с поверхности ртутного резервуара. Обследуемый должен удерживать термометр в течение всего времени измерения, плотно прижав плечо к туловищу. Во время измерения температуры человек должен находиться в состоянии бодрствования и полного покоя. Осмотрите медицинский термометр, убедитесь в его целостности и протрите спиртом. Встряхните термометр до температуры 35 °С.

Поместите термометр в подмышечную впадину на 30 с. Запишите показания термометра через 3, 5, 8, 10, 15 мин. Затем проведите термометрию с помощью электронного термометра, записывая показания шкалы прибора через 30 с, 1, 2, 3, 5, 8, 10, 15 мин. При выполнении работы необходимо следить, чтобы головка ртутного и кончик датчика электрического термометров удерживались по среднеаксиллярной линии. 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. Результаты работы оформите в **Табл. 14**.

Рекомендации к оформлению работы:

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

Подводя итоги, 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.

Таблица 14 – Результаты измерения температуры испытуемого

Показания термометра через:	30 с	1 мин	2 мин	3 мин	5 мин	8 мин	10 мин	15 мин
в подмышечной впадине								
– ртутный термометр	–	–	–					
– электронный термометр								
в ротовой полости								
– ртутный термометр	–	–	–					
– электронный термометр								

Сделайте вывод на основании полученных результатов.

ОПЫТ 2

Исследование потоотделения по Минору

Оснащение: кристаллический йод, касторовое масло, абсолютный спирт, крахмал, горячая вода (40–43 °С), вата, испытуемый.

Ход работы:

Необходимо насухо вытереть ладонь и смазать её жидкостью следующего состава: кристаллический йод – 1,5; касторовое масло – 10,0; абсолютный спирт – довести до 100,0. После испарения спирта, выровнять неравномерно окрашенные места чистой сухой ватой. Припудрить смазанный участок мелко растертым крахмалом. Не приставшие к коже частицы крахмала сдуть. Ладонь держать открытой. Другую руку опустить в умеренно горячую воду (40–43 °С) и следить за изменением цвета крахмала.

Рекомендации к оформлению работы:

Сначала там, где из протока выделилась капелька пота, смочившая крахмал, появляются маленькие черные точки (действие йода на смоченный крахмал), затем они сливаются друг с другом образуя пятно. Зарисовать форму и расположение точек и пятен.

Оформите результаты работы и сделайте выводы.

ОПЫТ 3

Изучение функциональной мобильности потовых желез как один из путей теплоотдачи у человека (по Снякину)

Оснащение:

Кедровое масло, микроскоп, испытуемый.

Ход работы:

Исследования проводят при комнатной температуре 18–20 °С. Испытуемый должен чисто вымыть и досуха вытереть руки. Кончик пальца руки с ладонной поверхности высушивается фильтровальной бумагой.

Чернилами ставят круглый (диаметром 2 мм) штамп на коже последней фаланги четвертого пальца там, где поверхность наиболее плоская. Такой круг при увеличении в 70 раз под микроскопом виден полностью. Подсушив круг фильтровальной бумагой, покрывают кожу густым кедровым маслом. Выждав некоторое время, чтобы масло загустело, приступают к микроскопированию. Сосчитывают количество капелек пота, которые видны в форме плоских перламутровых капель. Обычно при температуре воздуха +20 °С в указанном круге находят 4–10 функционирующих потовых желез. Подсчитывают количество капель пота внутри круга в состоянии покоя и после физической нагрузки (20 приседаний).

Рекомендации к оформлению работы:

Зарисуйте полученную картину. Выясните влияние эмоций на число сецернирующих потовых желез.

Оформите результаты работы и сделайте выводы.

Вопросы для самоподготовки

1. Значение температуры для организма. Понятие о гомойотермии, пойкилотермии и гетеротермии. Температура тела человека, ее колебания. Термометрия.
2. Теплопродукция организма. Источники теплопродукции в организме. Сократительный и несократительный термогенез. Метаболические процессы в бурой жировой ткани. Регуляция процессов теплопродукции.
3. Теплоотдача организма. Понятие о теплопередаче внутри организма. Физические процессы и физиологические механизмы, обеспечивающие теплоотдачу. Регуляция процессов теплоотдачи.
4. Механизмы терморегуляции (физическая, химическая, поведенческая).

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян, Н.А. Физиология человека / Н.А. Агаджанян. – М. : Медкнига, 2009. – 526 с.
2. Калюнов, В.Н. Практикум по физиологии человека и животных : учеб. пособие : в 2 ч. / В.Н. Калюнов, Т.А. Миклуш. – Бел. гос. пед. ун-т им. М. Танка. – Минск : БГПУ, 2004. – Ч. 2. – 152 с.
3. Батуев, А.С. Малый практикум по физиологии человека и животных / А.С. Батуев [и др.]. – СПб., 2001. – 348 с.
4. Ноздрачев, А.Д. Общий курс физиологии человека и животных : в 2 кн. / А.Д. Ноздрачев [и др.]. / Под ред. А.Д. Ноздрачева. – М. : Высшая школа, 1991. – Кн. 2. – 528 с.
5. Кубарко, А.И. Нормальная физиология : практикум : в 2-х ч. / А.И. Кубарко [и др.]. – 3-е изд. – Минск : БГМУ, 2007. – Ч. 1 : Общая физиология. Кровь. Сердечно-сосудистая система. – 188 с.
6. Зинчук, В.В. Нормальная физиология : учеб. пособие : в 2-х ч. // В.В. Зинчук, О.А. Балбатун, Ю.М. Емельянчик / под ред. В.В. Зинчука. – Гродно : ГрГМУ, 2007. – Ч. 1. – 520 с.
7. Практикум по физиологам и этологии животных / под ред. проф. В.И. Максимова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : КолосС, 2010. – 303 с.
8. Семенович, А.А. Физиология человека : учебное пособие // А.А. Семенович [и др.]; под ред. А.А. Семеновича. – Минск : Выш. шк., 2009. – 544 с.
9. Физиология человека и животных : практикум / под ред. В.Н. Гурина. – Минск : БГУ, 2002. – 120 с.
10. Физиология. Основы и функциональные системы : курс лекций / под ред. К.В.Судакова. – М. : Медицина, 2000. – 784 с.
11. Функциональная и клиническая физиология : учебник для студ. высш. учебн. заведений / Под ред. А.Г. Камкина, А.А. Каменского. – М. : Академия. 2004. – 1072 с.
12. Чеснокова, С.А. Атлас по нормальной физиологии / С.А. Чеснокова, С.А. Шастун, Н.А. Агаджанян; под ред. Н.А. Агаджаняна. – М. : Медицинское информационное агентство, 2007. – 496 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица для расчета основного обмена мужчин

Вес, кг	Калории	Вес, кг	Калории	Рост, см	Мужчины (возраст в годах)												
					17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41
44	672	85	1235	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	685	86	1249	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	699	87	1263	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	713	88	1277	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	727	89	1290	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	740	90	1304	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	754	91	1318	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	768	92	1332	68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	782	93	1345	72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	795	94	1359	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	809	95	1373	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	823	96	1387	84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	837	97	1406	88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	850	98	1414	92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
58	864	99	1428	96	113	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
59	878	100	1442	100	153	128	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	892	101	1455	104	193	168	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	905	102	1469	108	233	208	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62	919	103	1483	112	273	248	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	933	104	1497	116	313	288	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
64	947	105	1510	120	353	328	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65	960	106	1524	124	393	368	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
66	974	107	1538	128	433	408	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
67	988	108	1552	132	473	448	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
68	1002	109	1565	136	513	488	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
69	1015	110	1579	140	553	528	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	1029	111	1593	144	593	568	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
71	1043	112	1607	148	633	608	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
72	1054	113	1620	152	673	648	619	605	592	578	565	551	538	524	511	497	484
73	1070	114	1634	156	713	678	639	625	612	598	585	571	558	544	531	517	504
74	1084	115	1648	160	743	708	659	645	631	618	605	591	578	564	551	537	524
75	1098	116	1662	164	773	738	679	665	652	638	625	601	598	584	571	557	544
76	1112	117	1675	168	803	768	699	685	672	658	645	631	618	604	591	577	564
77	1125	118	1689	172	825	788	719	705	692	678	665	651	638	624	611	597	584
78	1139	119	1703	176	843	808	739	725	718	698	685	671	658	644	631	617	604
79	1153	120	1717	180	863	828	759	745	732	718	705	691	678	664	651	637	624
80	1167	121	1730	184	883	848	779	765	752	738	725	701	698	684	671	657	644
81	1180	122	1744	188	903	868	799	785	772	758	745	731	718	704	691	677	664
82	1194	123	1758	192	923	888	819	805	792	778	765	751	738	724	711	697	684
83	1208	124	1772	196	-	908	839	825	812	798	785	771	758	744	731	717	704
84	1222	-	-	200	-	-	859	845	832	818	805	791	778	764	751	737	724

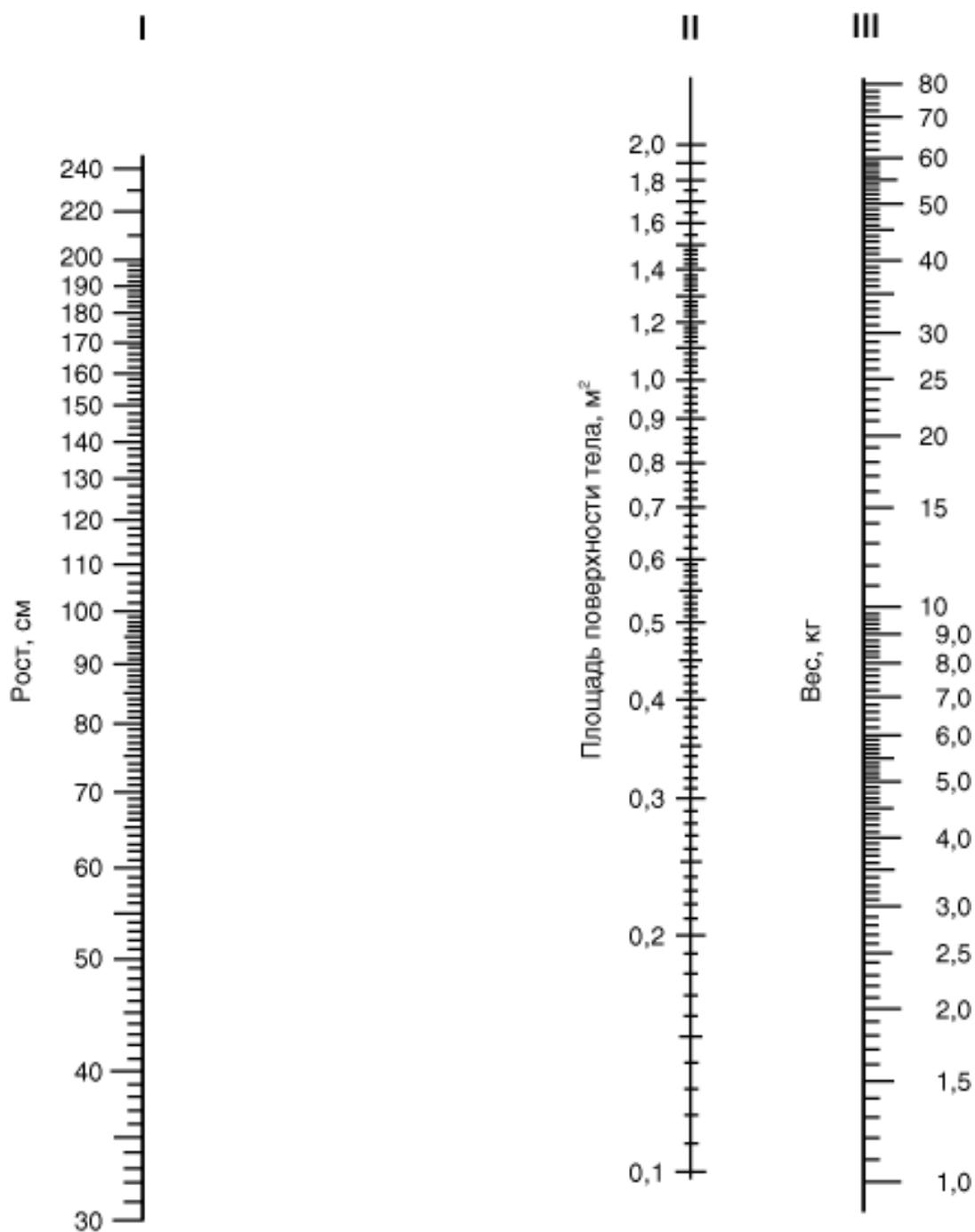
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица для расчета основного обмена женщин

Вес, кг	Калории	Вес, кг	Калории	Рост, см	Женщины (возраст в годах)												
					17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41
44	1076	85	1468	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
45	1085	86	1478	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
46	1095	87	1487	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
47	1105	88	1497	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
48	1114	89	1505	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
49	1124	90	1516	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
50	1133	91	1525	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
51	1143	92	1535	68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
52	1152	93	1544	72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
53	1162	94	1554	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
54	1172	95	1564	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
55	1181	96	1573	84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
56	1191	97	1583	88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
57	1200	98	1592	92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
58	1210	99	1602	96	-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
59	1219	100	1611	100	-5	-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
60	1229	101	1621	104	11	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
61	1238	102	1631	108	27	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
62	1248	103	1640	112	43	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
63	1258	104	1650	116	59	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
64	1267	105	1659	120	75	66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
65	1277	106	1669	124	101	82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
66	1286	107	1678	128	107	98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
67	1296	108	1688	132	123	114	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
68	1305	109	1698	136	139	130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
69	1315	110	1707	140	155	146	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
70	1325	111	1717	144	171	162	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
71	1334	112	1726	148	187	178	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
72	1344	113	1736	152	201	192	183	174	164	155	146	136	127	117	108	99	89
73	1353	114	1745	156	215	206	190	181	172	162	153	144	134	125	116	106	97
74	1363	115	1755	160	229	220	198	188	179	170	160	151	142	132	123	114	104
75	1372	116	1764	164	243	234	205	196	186	177	168	158	149	140	130	121	112
76	1382	117	1774	168	255	246	213	203	194	184	175	166	156	147	138	128	119
77	1391	118	1784	172	267	258	220	211	201	192	183	173	164	154	145	136	126
78	1401	119	1793	176	279	270	227	218	209	199	190	181	171	162	153	143	134
79	1411	120	1803	180	291	282	235	225	216	207	197	188	179	169	160	151	141
80	1420	121	1812	184	303	294	242	233	223	214	204	195	186	177	167	158	149
81	1430	122	1822	188	313	304	250	240	231	221	215	203	193	184	175	165	156
82	1439	123	1831	192	322	314	257	248	238	229	220	210	201	191	182	173	163
83	1449	124	1841	196	333	324	264	255	246	236	227	218	208	199	190	180	171
84	1458	-	-	200	-	334	272	262	253	244	234	225	216	206	192	188	178

ПРИЛОЖЕНИЕ В

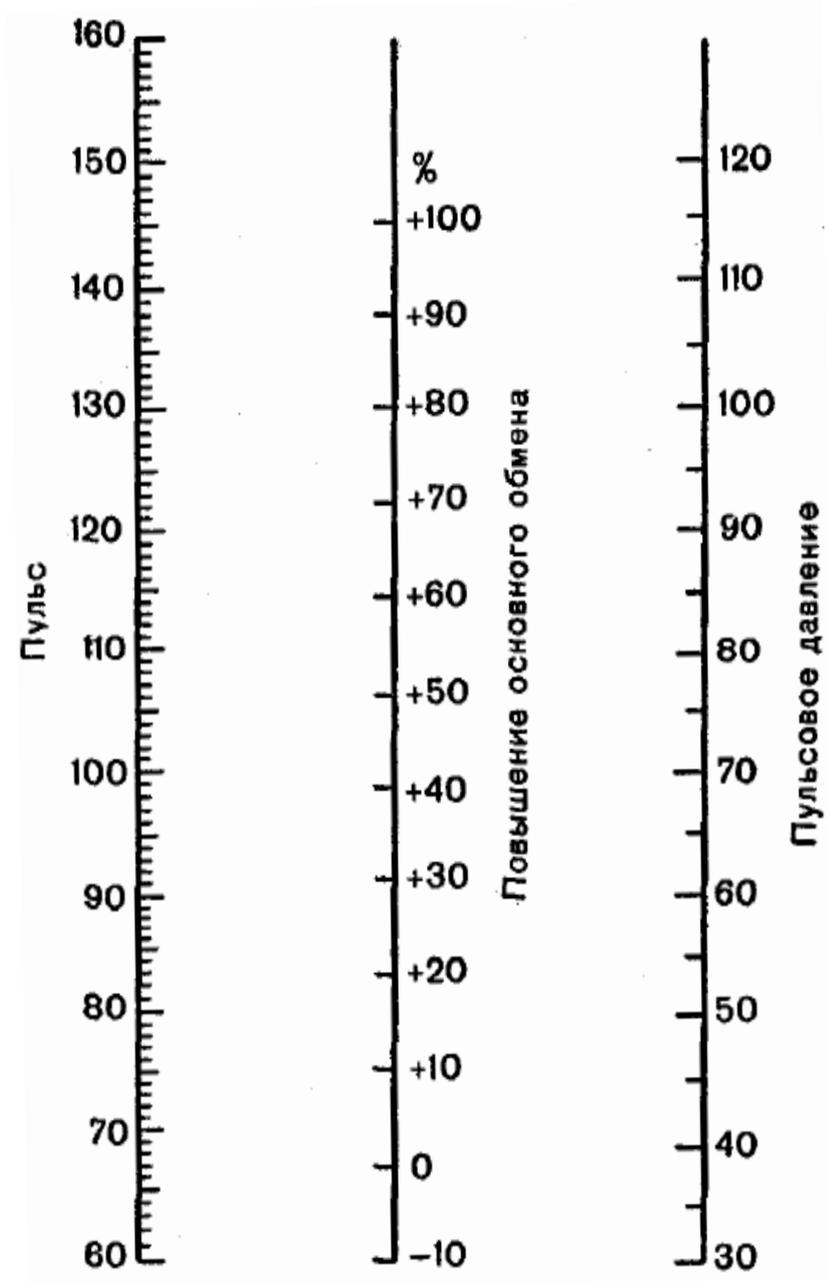
Номограмма для определения площади поверхности тела*



*Примечание** – Значение площади поверхности тела находят в точке пересечения прямой, соединяющей показатели роста (на шкале I) и веса (на шкале III), со шкалой II.
C. D. West. Electrolyte Imbalance and Parenteral Fluid Therapy.
Procedures in use at Children's Hospital Medical Center, Cincinnati, OH.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Номограмма Рида



ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Энергозатраты человека в различном состоянии и при различных видах труда (по И.С. Каидрору, 1984)

Состояние человека	Ккал/ч	Вт
Сон и отдых лежа	65–75	75,6–87,2
Отдых сидя	85–106	98,9–123,3
Прием пищи сидя	99–112	115,1–130,3
Чтение, письмо и счет сидя	114–132	132,6–153,5
Утренняя физзарядка	180–220	209,3–255,9
Ходьба по ровной местности:		
– 3 км/ч;	150–170	174,5–197,7
– 5 км/ч.	250–270	290,8–314,0
Ходьба по бульжной мостовой (5–6 км/ч)	450–525	523,4–610,6
Ходьба по песку (4–8 км/ч)	450	523,4
Формовщики, отрубщики	280–375	325,6–436,1
Литейщики	306–690	355,9–802,5
Кузнецы	250–420	290,8–488,5
Токари	180–222	209,3–258,2
Станочники, фрезеровщики, сверловщики, слесари	160–370	186,1–430,3
Трактористы	130–250	151,2–290,8
Комбайнеры	160–220	186,1–255,9
Ручная копка картофеля, свеклы	204–228	237,3–265,2
Ручная дойка коров	204–282	237,3–328,0
Ручная работа на огороде	300–360	348,9–418,7
Косьба ручная	408–498	474,5–579,2
Плотницкие работы	150–540	174,5–628,0
Кирпичная кладка	210–390	244,2–453,6
Маляры	250	290,8
Арматурщики	300–325	348,9–378,0
Машинисты железнодорожного транспорта	160–190	186,1–221,0
Смазчики	250–270	290,8–314,0
Слесари по ремонту вагонов	260–290	302,4–337,3
Сцепщики и составители вагонов	260–325	302,4–378,0
Монтеры пути	350–375	407,1–436,1
Водители легкового автомобиля	132–168	153,5–195,4
Водители грузовых машин	240–260	279,1–302,4
Валка деревьев при лесозаготовках	412	479,2
Обрубка сучьев	419	487,3
Рубка деревьев	492–642	572,2–746,7
Шахтеры, забойщики при работе с ручным инструментом	330–660	283,8–767,6
Толкание груженой вагонетки	438–612	509,4–711,8

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Содержание питательных веществ и энергетическая ценность в 100 г и порциях пищевых продуктов, ккал

Продукты	Количество	Энергетическая ценность, ккал	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г
МОЛОКО, КЕФИР					
Молоко коровье, 3,5 % жирности	100 г/200 мл	64/128	3,3/6,6	3,5/7,0	4,8/9,6
Молоко коровье, 2,0 % жирности	100 г/200 мл	51/102	3,4/6,8	2,0/4,0	4,9/9,8
Молоко коровье, 0,5 % жирности	100 г/200 мл	39/78	3,5/7,0	0,5/1,0	5,1/1,2
Молоко сгущенное с сахаром (порция)	100 г/30 г	326/98	7,5/2,3	8,0/2,4	55,3/16,7
Кефир, 2 % жирности	100 г	51	3,4	2,0	4,7
Мороженое сливочное	100 г	177	3,4	9,4	18,5
СМЕТАНА И СЛИВКИ					
Сливки, 30 % жирности	100 г/24 г (ст.л.)	287/69	2,2/0,5	30,0/7,2	3,1/0,7
Сливки для кофе, 9 % жирности (порция)	100 г/10 г	107/11	2,8/0,3	9,0/0,9	4,0/0,4
Сметана, 18% жирности	100 г/22 г (ст.л.)	184/41	2,5/0,6	18,0/4,0	3,6/0,8
ЙОГУРТЫ					
Йогурт натуральный, 2 % жирности	100 г/150 г (уп)	60/90	4,3/6,5	2,0/3,0	6,2/9,3
Йогурт банановый, 1,5 % жирности	100 г/150 г (уп)	70/105	3,7/5,6	1,5/2,3	10,4/15,6
Йогурт клубничный, сливочный	100 г/150 г (уп)	139/209	2,3/3,5	8,5/12,8	13,5/20,3
СЫРЫ, ТВОРОГ					
Сыр российский	100 г/30 г	329/99	19,8/5,9	28,0/8,4	0,2/0,1
Сыр голландский	100 г	361,2	21,7	28,4	0,0
Сыр костромской	100 г	345	25,2	26,3	–
Сыр пармезан	100 г	452	39,4	32,7	0,1
Сыр гауда	100 г	375	24,0	31,0	0,1
Сыр фета	100 г	250	15,6	22	1,5
Сыр творожный жирный	100 г/70 г (ломтик)	175/123	17,7/12,4	10,1/7,1	3,5/2,5
Сыр творожный обезжиренный	100 г/70 г (ломтик)	99/69	19,8/13,9	0,5/0,4	3,5/2,5
Сыр плавленый, 45 % жирности	100 г	302,4	20,2	22,3	2,94
Сырок сливочный бутербродный	100 г/125 г (уп)	305/381	7,1/8,9	29,9/37,4	2,8/3,5
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
Творог 20 % жирности	100 г	233	11,1	18,8	3,0
Творог 9 % жирности	100 г	141	12,0	8,5	3,3
Творог нежирный	100 г	75	13,6	0,5	3,5
ЯЙЦА					
Белок яйца куриного	100 г/30 г (1 шт.)	49/15	1,9/3,3	0,2/0,1	0,7/0,2
Желток яйца куриного	100 г/50 г (1 шт.)	314/63	15,5/3,1	28,2/5,6	0,3/0,1
Яйцо куриное цельное	100 г/20 г (1шт.)	139/70	12,5/6,3	9,7/4,9	0,6/0,3
КОЛБАСНЫЕ ИЗДЕЛИЯ, КОПЧЕНОСТИ					
Колбаса краковская	100 г/10 г (ломтик)	323/32	25,6/2,6	24,8/2,5	0,0/0,0
Сосиски обычные	100 г/45 г (шт.)	342/154	9,5/4,3	34,3/15,4	0,0/0,0
Полендвица	100 г/20 г (ломтик)	177/36/	19,5/3,9	10,0/2,0	2,4/0,5
Саями	100 г/10г (ломтик)	540/54	21,9/2,2	50,6/5,1	0,9/0,1
Колбаса копченая	100 г	427	17,7	38,1	–
Сардельки	100 г	360	14,7	10,0	2,4
Ветчина	100 г	277	10,9	25,0	–
Сосиски	100 г	200	10,3	17,9	0,4
ИЗДЕЛИЯ ИЗ ПТИЦЫ					
Мясо курицы	100 г	119,8	19,0	4,5	0,0
Гуси 1-й категории	100 г	202	6,4	19,9	–
Цыпленок мясо вареное	100 г	183	29,2	–	7,3
Куриное жаркое с сыром	100 г	205	16,0	12,1	8,8
Курица фаршированная	100 г	200	20,5	11,9	2,8
Сосиски куриные	100 г /45 г (шт.)	259/117	10,8/4,9	22,4/10,1	4,2/1,9

МЯСО И МЯСНЫЕ ПРОДУКТЫ					
Баранина 1-й категории охлажденная	100 г	158	10,6	12,3	–
Говядина 1-й категории охлажденная	100 г	122	12,0	7,8	–
Свинина жирная охлажденная	100 г	333	10,8	31,0	–
Мясо свинина охлажденная	100 г	211	12,0	17,4	–
Телятина жирная	100 г	87	10,6	4,7	–
Телятина тощая	100 г	48	11,1	0,3	–
Говядина тушеная	100 г	120	9,7	7,2	4,6
Говядина грудинка вареная	100 г	326	27,6	23,9	–
Говядина духовая	100 г	116	10,3	5,0	7,6
Котлеты свиные рубленые	100 г	463	18,1	42,7	0,0
Котлеты из баранины жирн.	100 г	370	23,5	29,0	0,0
Люля-кебаб	100 г	309	15,7	22,0	11,9
Пельмени мясные	100 г	178	11,2	5,0	21,5
Студень из свинины	100 г	168	12,4	12,7	0,64
Шашлык из свинины	100 г	199	8,7	16,6	3,2
Мозги	100 г	100	6,6	7,8	0,0
Печень говяжья	100 г	81	13,7	2,7	0,0
Почки говяжьи	100 г	55	9,8	1,6	0,0
Язык говяжий	100 г	104	10,6	10,4	0,0
Мясо тушеное консервированное (говядина 1 с.)	100 г	184	15,2	13,0	0,2
РЫБА И РЫБНЫЕ ПРОДУКТЫ					
Карп свежий	100 г	110	18,0	4,2	0,0
Минтай свежий	100 г	73	16,6	0,6	0,0
Судак свежий	100 г	37	8,2	0,4	0,0
Щука свежая	100 г	36	7,8	0,4	0,0
Лещ свежий	100 г	42	6,4	1,7	0,0
Окунь морской свежий	100 г	86	11,4	4,2	0,0
Треска свежая	100 г	50	11,6	0,3	0,0
Осетр каспийский свежий	100 г	98	8,9	6,6	0,0
Крабы разделанные	100 г	256	13,5	22,0	0,8
Мидии	100 г	50	9,1	1,5	0,0
Кальмар мясо	100 г	110	18,0	4,2	0,0
Вобла каспийская вяленая	100 г	106	19,0	3,0	0,0
Балык осетровый вяленый	100 г	125	14,0	7,3	0,0
Креветки паннированные мороженные жареные	100 г	316	12,2	17,6	28,9
Судак в томатном соусе консервированный	100 г	109	11,8	5,0	3,5
Сазан в томатном соусе консервированный	100 г	137	10,5	8,2	4,5
Лещ в томатном соусе консервированный	100 г	127	12,9	6,9	2,5
Бычки в томатном соусе консервированные	100 г	135	10,8	7,6	3,0
Шпроты в масле консервированные	100 г	345	14,7	30,4	0,4
Сельдь соленая	100 г	217	19,8	15,4	0,0
Сардины в масле	100 г	221	24,1	13,9	0,0
Окунь речной	100 г		8,9	0,4	0,0
Икра осетровая зернистая	100 г	236,3	25,4	14,2	0,0
ЖИРЫ И МАСЛА					
Шпиг свиной	100 г	770	1,6	82,1	0,0
Жир свиной топл. 1-го сорта	100 г	872	0,0	93,8	0,0
Жир говяжий топл. высш. с	100 г	871	0,0	93,7	0,0
Масло сливочное несоленое	100 г	734	0,4	78,5	0,5
Масло сливочное топленое	100 г	869	0,0	93,5	0,0
Маргарин молочный и сливочный	100 г	720	0,4	77,1	0,4
Масло арахисовое	100 г	899	0,1	99,9	0,0
Масло кокосовое	100 г	899	0,1	99,9	0,0
Масло кукурузное	100 г	899	0,1	99,9	0,0
Масло кунжутное	100 г	881	0,2	99,7	0,0
Масло оливковое	100 г	899	0,1	99,9	0,0
Масло оливковое экстра	100 г	828	0	92,0	0,0
Масло пальмовое	100 г	899	0,1	99,9	0,0

Масло подсолнечное	100 г	899	0,1	99,9	0,0
Масло рапсовое	100 г	899	0,1	99,9	0,0
Масло растительное	100 г	899	0,1	99,9	0,0
Масло льняное	100 г	899	0,1	99,4	0,0
Масло селедочное	100 г	625	5,8	66,5	5,8
Майонез	100 г	627	3,1	67	2,6
КАША, МАКАРОНЫ					
Каша гречневая	100 г/19 г (ст.л.)	336/64	12,6/2,4	3,1/0,6	69,3/13,2
Каша манная	100 г/18 г (ст.л.)	348/63	8,7/1,6	1,3/0,2	76,7/13,8
Каша пшеничная	100 г/18 г (ст.л.)	346/62	10,5/1,9	2,9/0,5	71,6/12,9
Каша перловая	100 г/18 г (ст.л.)	327/59	6,9/1,2	2,2/0,4	75,0/13,5
Макароны	100 г	363	10,0	1,6	78,5
Рис белый	100 г/16 г (ст.л.)	344/55	6,7/1,1	0,7/0,1	78,9/12,6
Рис бурый	100 г/16 г (ст.л.)	322/52	7,1/1,1	1,9/0,3	76,8/12,3
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/15 г (ломтик)	283/42	7,9/1,2	1,7/0,3	60,1/9,0
Булка молочная	100 г/50 г (шт.)	313/157	8,3/4,2	4,5/2,3	61,2/30,5
ПРОДУКТЫ ДЛЯ ЗАВТРАКА					
Мюсли с изюмом и орехами	100 г/10 г (ст. л.)	375/38	11,5/1,2	12,7/1,3	62,9/6,3
Палочки кукурузные	100 г/70 г (упак.)	352/246	8,9/6,2	3,0/2,1	78,9/55,2
Хлопья овсяные	100 г/6 г (ст. л.)	366/22	11,9/0,7	7,2/0,4	69,3/4,2
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
Чипсы солёные	30 г (мал. уп.)	166	1,7	12,2	15,0
ОВОЩИ СВЕЖИЕ					
Горох зелёный	100 г/15 г (ст.л.)	76/11	6,7/1,0	0,4/0,1	17,0/2,6
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/50 г (шт. сред.)	27/14	1,0/0,5	0,2/0,1	8,7/4,4
Огурцы	100 г (шт. сред.)	13	0,7	0,1	2,9
Перец красный	100 г/150 г (шт. сред.)	28/42	1,3/2,0	0,5/0,8	6,6/9,9
Спаржа свежая	100 г	25	2,9	0,6	2,0
Петрушка	50 г (пучок)	14	1,5	0,1	3,2
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
Репа	100 г	21	0,9	0,0	4,3
Брюква	100 г	28	0,8	0,0	6,0
Чеснок	100 г	83	4,3	0,0	16,0
Тыква	100 г	18	0,2	0,0	4,2
Редька	100 г	24	1,1	0,0	4,7
Баклажаны	100 г	20	0,8	0,0	4,1
Салат	100 г	9	0,9	0,0	1,4
Шпинат	100 г	14	1,8	0,0	1,6
Щавель	100 г	22	1,7	0,0	3,8
Хрен	100 г	46	1,3	0,0	10,0
Укроп	100 г	31	2,5	0,5	4,1
Грибы белые свежие	100 г	27	3,5	0,4	2,2
Грибы белые сушеные	100 г	252	30,4	3,8	22,5
Грузди свежие	100 г	16,0	1,8	0,8	0,5
Лисички свежие	100 г	20,0	1,6	1,1	1,5
Опята свежие	100 г	17	2,2	1,2	0,5
Шампиньоны свежие	100 г	27	4,3	1,0	0,1

ПРОДУКТЫ ИЗ ОВОЩЕЙ					
Горошек зелёный консервированный	100 г/15 г (ст.л.)	63/10	4,9/0,7	0,2/0,0	15,8/2,4
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
Маслины с косточкой консервированные	100 г	107	0,1	16,9	4,6
Винегрет овощной	100 г	125	1,3	10,2	4,0
Перец фаршированный консервированный	100 г	107	1,3	6,2	10,8
Капуста белокочанная квашеная	100 г	16	0,7	0,0	3,2
ФРУКТЫ И ЯГОДЫ					
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
Сливы свежие	100 г	42	0,6	0,0	9,7
Чернослив	100 г	207	1,4	0,0	49,1
Дыня	100 г	23	0,3	0,0	5,4
Арбуз	100 г	20	0,2	0,0	4,6
Вишни свежие	100 г	44	0,6	0,0	10,3
Виноград свежий	100 г	62	0,3	0,0	15,0
Лимоны	100 г	20	0,3	0,0	4,6
Земляника садовая	100 г	36	1,3	0,0	7,7
Смородина черная	100 г	43	0,7	0,0	9,6
Смородина красная	100 г	41	0,4	0,0	9,6
Клюква	100 г	31	0,4	0,0	7,3
Малина	100 г	29	0,6	0,0	6,5
Крыжовник	100 г	46	0,6	0,0	10,7
Брусника	100 г	43	0,7	0,5	8,0
Голубика	100 г	35	1,0	0,0	7,0
Грейпфрут свежий мякоть	100 г	30	0,8	0,1	6,8
Гранат	100 г	52	0,9	0,0	11,2
СУХОФРУКТЫ					
Бананы	100 г	360	3,8	1,1	88,8
Изюм	100 г	277	2,3	0,5	71,2
Урюк	100 г/10 г (шт.)	284/28	5,4/0,5	1,2/0,1	72,2/7,2
Финики	100 г/20 г (шт.)	277/55	2,0/0,4	0,4/0,1	74,0/14,8
Яблоки	100 г	238	2,1	2,1	62,3
Инжир	100 г	209	3,3	1,5	48,6
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
Кедровый орех	100 г	674	23,7	60	12,5
Орехи грецкие	100 г	275	6,8	24,9	3,7
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 (1 шт.)	63	0,6	1,6	11,4
Карамель с начинкой	4 г (1 шт.)	15	0,0	0,0	3,7
Мёд пчелиный	7 г (ч. л.)	23	0,0	0,0	5,6
Сахар	5 г (ч. л.)	20	0,0	0,0	5,0
Повидло из яблок	100 г	248	0,3	0,0	60,2
Варенье из слив	100 г	294	0,3	0,0	71,4
Мармелад	100 г	296	0	0,1	77,7
Халва тахийная	100 г	510	12,7	29,9	50,6
Халва подсолнечная	100 г	516	11,6	29,7	54
Зефир	100 г	299	0,8	0	78,3
ШОКОЛАДНЫЕ ИЗДЕЛИЯ					
Какао	100 г	416	19,0	19,0	38,4
Конфеты «Ассорти»	100 г	563	3,6	35,6	53,1
«Баунти»	28,5 г (1 шт.)	128	1,2	7,2	16,2
«Марс»	60 г/20 г	271/90	2,2/0,7	10,9/3,6	41,3/13,8
«Сникерс»	60 г/20 г	298/98	5,8/1,9	28,9/5,7	31,6/10,4
Шоколад белый	100 г/4 г	578/23	7,7/0,3	38,4/1,5	51,0/2,0
Шоколад горький	100 г/4 г	554/22	6,7/0,3	34,3/1,4	56,6/2,3
Шоколад молочный	100 г/4 г	549/22	9,8/0,4	32,8/1,3	54,7/2,2
ПЕЧЕНЬЕ И ВАФЛИ					
Вафли в шоколаде	40 г (1шт.)	221	3,0	13,6	22,2
Печенье	10 г (1шт.)	44	0,8	1,1	7,7
Печенье в шоколаде	14 г (1шт.)	68	0,9	3,4	8,8
Пряники	18 г (1шт.)	66	0,7	1,7	11,9
Печенье с фруктовой начинкой	15 г (1 шт.)	59	0,6	2,4	8,8
Печенье шоколадное	12 г (1 шт.)	59	0,7	3,1	7,3
НАПИТКИ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫЕ					
Сок апельсиновый	200 мл	86	1,2	0,2	19,8
Сок томатный	200 мл	26	1,6	0,2	5,2
Сок яблочный	200 мл	84	0,2	0,2	20,0
Абрикосовый сок	200 мл	56	0,5	0,0	14
Виноградный сок	200 мл	52	0,5	0,0	12,6
Вишневый сок	200 мл	53	0,7	0,0	12,2
Мандариновый сок	200 мл	41	0,8	0,0	9,6
Свекольный сок	200 мл	59	1	0,0	14,6
Квас	200 мл	25	0,2	0,0	5
Кофе черный	200 мл	7,0	0,2	0,6	0,1
Чай без сахара	200 мл	0	0,2	0,0	0,0
Кока-Кола, Пепси-кола	200 мл	84	0,0	0,0	20,8
Кофе без сахара	130 мл	3	0,3	0,0	0,4
Лимонад	200 мл	48	0,0	0,0	11,6
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 (порция)	80	5,0	3,5	8,3
Свекольник	250 г (порция)	73	3,8	4,3	6,3
Суп гороховый	250 г (порция)	165	11,0	6,0	22,3
Суп грибной	250 г (порция)	65	3,3	4,5	3,3
Суп картофельный	250 г (порция)	95	3,5	2,8	16,5
Суп картофельный со сметаной	250 г (порция)	118	3,8	4,8	16,3
Суп овощной	250 г (порция)	70	3,5	2,8	10,8
Суп рисовый на молоке	250 г (порция)	165	6,8	5,3	22,8
Суп с вермишелью на молоке	250 г (порция)	165	7,3	5,8	21,3
Суп щавелевый	250 г (порция)	100	4,0	6,3	7,3
Щи	250 г (порция)	78	1,8	5,3	8,0

РЫБНЫЕ БЛЮДА					
Галушки рыбные	180 г (3 шт.)	202	25,6	4,7	15,8
Карп с овощами	125 г (порция)	170	32,6	3,6	2,6
Котлеты рыбные	120 г (порция)	311	17,9	21,4	13,1
БЛЮДА ИЗ ПТИЦЫ					
Котлеты куриные	120 г (шт.)	48	23,9	33,4	17,2
Курица заливная	200 г (порция)	384	54,6	17,8	2,4
Курица жареная	100 г	179	16,4	12,7	0,1
БЛЮДА ИЗ СВИНИНЫ					
Биточки свиные	125 г (шт.)	244	13,0	20,1	3,3
Жаркое из свинины	120 г (порция)	270	13,7	23,8	1,4
Котлеты из грудинки	150 г (шт.)	527	28,5	36,2	23,9
Печень свиная	120 г (порция)	287	24,6	18,6	5,9
Рёбра свиные тушеные	150 г (порция)	315	11,9	28,8	3,3
Свинина жареная	120 г (порция)	334	18,5	29,3	–
БЛЮДА ИЗ РАЗНЫХ ВИДОВ МЯСА					
Котлеты	150 г (шт.)	426	19,5	31,7	17,7
Паштет	60 г (ломтик)	217	9,0	18,7	4,0
Рулет(порция)	150 г	408	20,3	26,3	23,9
БЛЮДА ИЗ ОВОЩЕЙ И МЯСА					
Голубцы с мясом и рисом в томатном соусе	200 г (шт.)	216	7,2	13,4	20,0
Перец, фаршированный мясом и рисом	250 г (шт.)	400	11,0	26,5	34,3
БЛЮДА ИЗ ОВОЩЕЙ					
Салат из огурцов со сметаной	100 г	33	1,0	2,2	2,8
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
БЛЮДА ИЗ КАРТОФЕЛЯ И МУКИ, КАШИ					
Блинчики с капустой	80 г (штука)	118	2,6	7,4	12,2
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
БЛЮДА ИЗ ЯИЦ					
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
ДЕСЕРТЫ					
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
Яблоки печеные	150 г (порция)	140	0,5	2,4	31,2
БЛЮДА БЫСТРОГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ					
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
Пицца с шампиньонами и луком	150 г (порция)	434	18,0	20,0	48,2

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Величина калорического эквивалента кислорода при различных значениях дыхательного коэффициента

Дыхательный коэффициент	Калорический эквивалент кислорода	Дыхательный коэффициент	Калорический эквивалент кислорода
0,70	4,686	0,86	4,875
0,71	4,690	0,87	4,887
0,72	4,702	0,88	4,900
0,73	4,714	0,89	4,912
0,74	4,727	0,90	4,924
0,75	4,739	0,91	4,936
0,76	4,752	0,92	4,948
0,77	4,764	0,93	4,960
0,78	4,776	0,94	4,973
0,79	4,789	0,95	4,985
0,80	4,801	0,96	4,997
0,81	4,813	0,97	5,010
0,82	4,825	0,98	5,022
0,83	4,838	0,99	5,034
0,84	4,850	1,00	5,047
0,85	4,863	–	–

Учебное издание

Лемешевский Виктор Олегович
Натынчик Татьяна Михайловна

**Физиология человека и животных:
Физиология пищеварения.
Обмен веществ и энергии.
Терморегуляция**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск *П.Б. Пигаль*

Редактор *Т.И. Сакович*

Подписано в печать 12.06.2018 г. Формат 60 × 84/16.

Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс». Ризография.

Усл. печ. л. 4,24. Уч.-изд. л. 2,6.

Тираж 74 экз. Заказ № 627 .

Отпечатано в редакционно-издательском отделе
Полесского государственного университета
225710, г. Пинск, ул. Днепровской флотилии, 23.