

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 26.01.2021 18:24:46
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d088

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров



ФИЗИОЛОГИЯ ПИТАНИЯ

Методические указания по выполнению практических работ
для студентов направления 19.03.02 «Технология продуктов пита-
ния из растительного сырья»

Курск 2017

УДК:540

Составители: А.Г. Беляев

Рецензент

Кандидат фармакологических наук, доцент *Л.А. Горбачева*

Физиология питания: методические указания по выполнению практических работ / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.Г. Беляев. Курск, 2017. 70 с.: Библиогр.: с.70

Приводится перечень практических работ, цель их выполнения, контрольные вопросы, краткие теоретические сведения, задания, рекомендуемая литература.

Предназначены для студентов направления подготовки 19.03.02 «Технология продуктов питания из растительного сырья» очной, заочной и сокращенной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Усл. печ. л.	Подписано в печать	Формат 60x84 1/16.	
	Уч.-изд. л. Тираж 50 экз. Заказ.		Бесплатно.
	Юго-Западный государственный университет. 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.		

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Практическое занятие №1 Расчет биологической ценности белков, жиров углеводов, химического состава и пищевой ценности продуктов.	7
Практическое занятие №2 Определение физиологической потребности организма в энергии и основных пищевых веществах. Оценка пищевого статуса.	21
Практическое занятие №3 Составление суточных рационов в соответствии с физиологическими нормами питания	35
Практическое занятие №4 Оценка уровня отклонения основного обмена по формуле Рида. Расчет калорийности и количества пищевых веществ в рационе. Определение энергозатрат по частоте сердечных сокращений.	49
Практическое занятие №5 Исследование зрительных, тактильных, вкусовых, обонятельных анализаторов человека	51
Практическое занятие №6 Оценка параметров, сердечной деятельности и гемодинамики человека.	57
Практическое занятие №7 Исследование ферментативной активности поджелудочного сока.	66
Практическое занятие №8. Исследование состава желчи и её роль в пищеварении.	68
Список рекомендованной литературы	70

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания к выполнению практических работ предназначены для студентов направления подготовки 19.03.02 «Технология продуктов питания из растительного сырья» с целью закрепления и углубления ими знаний, полученных на лекциях и при самостоятельном изучении учебной литературы.

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта. Перечень практических работ, их объем соответствуют учебному плану и рабочей программе дисциплины. При подготовке к занятиям студенты должны изучить соответствующий теоретический материал по учебной литературе, приобрести теоретические и практические знания по вопросам безопасности продовольственного сырья и продуктов питания, и о медико-биологических требованиях и санитарных нормах качества пищевых продуктов, необходимых в различных сферах производственной деятельности в области технологии продуктов питания из растительного сырья.

Студенты должны ознакомиться с содержанием (теоретической частью) и порядком выполнения практического занятия.

Каждое занятие содержит цель его выполнения, рекомендуемые для изучения литературные источники, вопросы для подготовки, краткие теоретические сведения, задания для выполнения. При выполнении работ основным методом обучения является самостоятельная работа студентов под руководством преподавателя. Результаты выполненных каждым студентом заданий обсуждаются в конце занятий. Оценка преподавателем работы студента осуществляется комплексно: по результатам выполненного задания, устному сообщению и качеству оформления работы, что может быть учтено в рейтинговой оценке знаний студента.

Правила оформления работ

1. Отчеты по каждой теме занятия оформляются в отдельной тетради.

2. Перед оформлением каждой работы студент должен четко написать ее название, цель выполнения, краткие ответы на вопросы для подготовки, объекты и результаты исследования. Если предусмотрено оформление работ в виде таблиц, то необходимо все результаты занести в таблицу в тетради. После каждого задания должно быть сделано заключение с обобщением, систематизацией или обоснованием результатов исследований.

3. Каждую выполненную работу студент защищает в течение учебного семестра.

Выполнение и успешная защита работ являются допуском к сдаче теоретического курса на экзамене.

Наименование работ	Объем, часов		
	очная	заочная	Сокращенная (по индивидуальному плану)
Практическое занятие №1 Расчет биологической ценности белков, жиров углеводов, химического состава и пищевой ценности продуктов.	4		
Практическое занятие №2 Определение физиологической потребности организма в энергии и основных пищевых веществах. Оценка пищевого статуса.	2		
Практическое занятие №3 Составление суточных рационов в соответствии с физиологическими нормами питания	2*	2	2
Практическое занятие №4 Оценка уровня отклонения основного обмена по формуле Рида. Расчет калорийности и количества пищевых веществ в рационе. Определение энергозатрат по частоте сердечных сокращений.	2*	2	2
Практическое занятие №5 Исследование зрительных, тактильных, вкусовых, обонятельных анализаторов человека	2	2	2
Практическое занятие №6 Оценка параметров, сердечной деятельности и гемодинамики человека.	2		
Практическое занятие №7 Исследование ферментативной активности поджелудочного сока.	2		
Практическое занятие №8. Исследование состава желчи и её роль в пищеварении.	2		
Итого, час.	18	6	6

Практическое занятие №1

Расчет биологической ценности белков, жиров углеводов, химического состава и пищевой ценности продуктов.

План занятия

1. Теоретическая часть.
2. Выполнение заданий по теме занятия
3. Контрольные вопросы

Цель работы: Изучить методы расчета биологической ценности белков, жиров углеводов, химического состава и пищевой ценности продуктов.

1. Теоретическая часть.

Хлеб, макаронные и кондитерские изделия являются основными поставщиками в организм человека углеводов, растительных белков, ряда витаминов и минеральных веществ, с некоторыми из этих продуктов поступает и значительное количество липидов. Однако, большинство белков неполноценно по аминокислотному составу, липиды - по составу жирных кислот, отсутствуют многие витамины, некоторые минеральные вещества. Возникает постоянная необходимость сочетания хлеба, макаронных и кондитерских изделий с другими продуктами питания, а также обогащение первых питательными веществами.

Для обеспечения полноценного рациона необходимо знать химический состав и пищевую ценность каждого пищевого продукта.

Пищевые продукты - продукты, используемые человеком в пищу в натуральном или переработанном виде. Все современные продукты питания делятся на четыре группы:

- продукты массового потребления традиционной технологии;
- продукты массового потребления с измененным химическим составом (витаминизированные, низкокалорийные и др.);

- диетические продукты - продукты с измененными химическим составом и физическими свойствами, специально созданные для лечебного и профилактического питания (с повышенным содержанием белков, пищевых волокон и др.);
- продукты детского питания, созданные для детей до 3-х летнего возраста.

Пищевая ценность - комплекс свойств пищевых продуктов, обеспечивающих физиологические потребности человека в энергии и основных пищевых веществах.

Биологическая ценность - показатель качества пищевого белка, отражающий степень соответствия его аминокислотного состава потребностям организма в аминокислотах для синтеза белка.

В 1973 году совместным решением Всемирной продовольственной организации (ФАО) и Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) введен показатель биологической ценности пищевых белков - *аминокислотный скор (АС)*. Пищевая ценность любого белка сравнивается с эталоном - эталонным (идеальным) белком, аминокислотный состав которого сбалансирован и идеально соответствует потребностям организма человека в каждой незаменимой аминокислоте. Скор аминокислоты может равняться 1,0 - при точном соответствии её содержания эталону, больше 1,0 - избыточное содержание, и меньше 1,0 - недостаточное содержание аминокислоты. Аминокислота, скор который имеет **низкое значение**, называется *первой лимитирующей аминокислотой*.

Снабжение организма человека необходимым количеством аминокислот – основная функция пищевого белка. При этом 8 аминокислот (валин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, триптофан, треонин, метионин, лизин) не могут синтезироваться в организме человека и должны поступать только в составе продуктов питания. Их называют незаменимыми или эссенциальными. Две аминокислоты (цистеин и тирозин) являются условно заменимыми, они в организме человека образуются из незаменимых аминокислот (метионина и фенилаланина соответственно) при достаточном поступлении последних с пищей. Для детского организма незаменимыми являются 10 аминокислот. К перечисленным восьми добавляются аргинин и гистидин. Для построения подавляющего большинства белков организма человека требуются все 20 аминокислот, причем

в определенных соотношениях. Более того, важно не столько достаточное количество каждой из незаменимых аминокислот, поступающих с пищей, сколько их соотношение, максимально приближенное к таковому в белках организма человека. Нарушение сбалансированности аминокислотного состава пищевого белка приводит к нарушению синтеза собственных белков, сдвигая динамическое равновесие белкового анаболизма и катаболизма в сторону преобладания распада собственных белков организма, в том числе белков- ферментов. Недостаток той или иной незаменимой аминокислоты лимитирует использование других аминокислот в процессе биосинтеза белка. Например, в составе тканевого белка валин, аргинин и триптофан содержатся в равных количествах (1:1:1), но если в пищевом рационе их соотношение составляет 1:1:0,5, то усвоение всех указанных аминокислот происходит по аминокислоте, содержащейся в минимальном количестве. Следствием этого является неполноценный синтез тканевого белка, а неусвоенные аминокислоты при накоплении в крови в повышенных дозах могут оказать токсическое действие. Кроме своей главной функции – участие в биосинтезе тканевых белков и ферментов – незаменимые аминокислоты выполняют еще и свои сугубо специфические функции. Так, лизин и гистидин связаны с процессом кроветворения, лейцин и изолейцин необходимы для нормальной работы щитовидной железы, фенилаланин – щитовидной железы и надпочечников, метионин оказывает влияние на обмен липидов, обеспечивает антитоксичную функцию печени и играет большую роль в деятельности нервной системы. Полноценность пищевого белка по аминокислотному составу может быть оценена при сравнении его с аминокислотным составом «идеального белка»

Аминокислотный скор каждой незаменимой аминокислоты в «идеальном белке» принимают за 100 %, а в природном белке продукта либо в суммарном белке рациона определяют процент соответствия. Питание является полноценным по белку, если аминокислотный скор каждой незаменимой аминокислоты равен 100 %. Если скор хотя бы одной аминокислоты менее 100 %, то развитие организма задерживается и определяется той аминокислотой, скор которой минимален. Эта аминокислота называется первой лимитирующей. Если скор какой-либо аминокислоты больше 100 %,

питание считается избыточным. Избыток аминокислот организм переносит гораздо хуже, чем других пищевых веществ. **Коэффициент различия аминокислотного сора** (КРАС, %) показывает среднюю величину избытка аминокислотного сора незаменимых аминокислот по сравнению с наименьшим уровнем сора какой-либо незаменимой аминокислоты: $\text{КРАС} = \frac{\text{сумма разностей между значением аминокислотного сора } i\text{-незаменимой аминокислоты и аминокислотным скором первой лимитирующей аминокислоты}}{n}$ количество незаменимых аминокислот.

Биологическую ценность (БЦ) пищевого белка (%) определяют по формуле $\text{БЦ} = 100 - \text{КРАС}$

Задание 1 Ознакомиться с таблицами химического состава пищевых продуктов

Таблица 1 Химический состав и энергетическая ценность (название продукта)

Пищевые вещества	Содержание
Вода, г	
Белки, г	
Жиры, г	
Углеводы, г:	
моно и дисахариды крахмал, декстрины пищевые волокна	
лактоза	
сахароза	
Органические кислоты, г	
Зола, г	
Минеральные вещества, мг:	
Na	
K	
Ca	
Mg	
P	
Fe	
Витамины, мг:	

В1	
В2	
РР	
А	
бета-каротин	
С	
Энергетическая ценность, кКал	

Задание 2 Провести расчет биологической ценности пищевых продуктов, определить аминокислотный скор белков.

Определение аминокислотного сора эссенциальных аминокислот белков (продукт)

Для определения аминокислотного сора (АС):

- вычисляют содержание аминокислот в г на 100 г белка;
- сравнивают содержание той или иной незаменимой аминокислоты с абстрактным белком по шкале ФАО/ВОЗ.

Лимитирующими являются те незаменимые аминокислоты, скор которых меньше 1.

Биологическая ценность белков пищевых продуктов определяется по первой лимитирующей аминокислоте.

Таблица 2 Аминокислотная шкала ФАО/ВОЗ

Незаменимая аминокислота	Содержание (мг) в 1 г «идеального белка»
Валин(Вал)	50
Лейцин(Лей)	70
Изолейцин (Иле)	40
Лизин (Лиз)	55
Метионин (Мет) + Цистеин (Цис)	35
Треонин (Тре)	40
Триптофан (Три)	10
Фенилаланин (Фен) + Тирозин (Тир)	60

Таблица 3 Состав незаменимых аминокислот в продуктах питания,
г /100 г съедобной части продукта

Вид продукта	Белок, %	Вал	Иле	Лей	Лиз	Мет + Цис	Тре	Три	Фен + Тир
Соя, бобы	34,9	2,09	1,81	2,67	2,09	1,07	1,39	0,45	2,67
Гречиха	13,3	0,68	0,50	0,83	0,67	0,40	0,51	0,19	0,76
Пшеница, зерно твердых сортов	13,0	0,58	0,52	0,97	0,34	0,37	0,37	0,14	1,04
Чечевица, зерно	24,0	1,27	1,02	1,89	1,72	0,51	0,96	0,22	2,02
Овес, хлопья	12,3	0,63	0,45	0,71	0,47	0,45	0,43	0,22	1,09
Горох, зерно	20,5	1,01	1,09	1,65	1,55	0,46	0,84	0,26	1,70
Рис белый длиннозерный	7,1	0,44	0,31	0,59	0,26	0,31	0,26	0,08	0,62
Фасоль белая, зерно	23,4	1,22	1,03	1,87	1,60	0,61	0,98	0,28	1,92
Ячмень	10,0	0,45	0,56	0,51	0,32	0,16	0,21	0,12	0,49
Перловка	9,3	0,49	0,46	0,49	0,49	0,12	0,32	0,10	0,46
Картофель	2,0	0,12	0,09	0,13	0,14	0,05	0,10	0,21	0,19
Грецкий орех	15,2	0,75	0,63	1,17	0,42	0,44	0,60	0,03	1,12
Яйцо куриное	12,7	0,77	0,60	1,08	0,90	0,67	0,61	0,17	1,10
Молоко коровье	3,2	0,19	0,19	0,32	0,26	0,14	0,15	0,20	0,28
Сыр твердый	26,8	1,41	1,15	1,78	1,75	1,47	1,07	0,05	2,17
Творог нежирный	18,0	0,99	1,00	1,85	1,45	0,81	0,80	0,79	1,58
Говядина 1 категории	18,6	1,04	0,78	1,48	1,59	0,74	0,80	0,18	1,36
Телятина	20,2	1,18	1,05	1,57	1,76	0,45	0,89	0,26	0,83
Свинина мясная	14,3	0,83	0,71	1,07	1,24	0,57	0,65	0,21	0,98
Кролики	21,1	1,06	0,86	1,73	2,20	0,85	0,91	0,19	0,86
Куры 1 категории	18,2	0,88	0,65	1,41	1,59	0,79	0,89	0,33	1,25
Индейки 1 категории	21,6	1,02	1,03	1,81	1,93	0,88	0,96	0,29	1,44
Колбаса докторская	12,8	0,67	0,55	0,91	0,95	0,30	0,53	0,35	0,86
Сосиски молочные	11,4	0,63	0,31	0,76	0,84	0,18	0,36	0,15	0,62
Треска	16,0	0,90	1,50	1,30	1,50	0,85	0,90	0,20	1,36
Минтай	15,9	0,90	1,10	1,30	1,80	1,02	0,90	0,21	1,19
Морской окунь	18,2	1,00	1,10	1,60	1,70	0,85	0,90	0,20	1,19
Сельдь атлантическая	19,0	0,98	0,94	1,40	1,62	0,90	0,79	0,17	1,15
Кальмары	18,0	0,50	0,43	2,07	2,01	0,88	0,65	0,18	0,37
Мука пшеничная 1 сор- та	10,6	0,51	0,53	0,88	0,29	0,27	0,33	0,32	0,98
Хлеб ржаной	5,5	0,29	0,21	0,36	0,19	0,10	0,18	0,07	0,52
Хлеб пшеничный из муки 1 сорта	8,4	0,38	0,30	0,54	0,23	0,23	0,27	0,10	0,66

Батоны нарезные из муки 1 сорта	7,4	0,33	0,29	0,55	0,16	0,20	0,21	0,09	0,67
---------------------------------------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------

Пример 1. рассчитать аминокислотный скор по лизину для хлеба из пшеничной муки высшего сорта.

Для этого в таблице химического состава пищевых продуктов находим содержание лизина в хлебе из пшеничной муки высшего сорта. Содержание лизина - 189 мг на 100 г продукта. Для расчета АС необходимо пересчитать эту величину в г на 100 г белка.

Из таблицы химического состава выписываем содержание белка в 100 г хлеба из пшеничной муки высшего сорта. Так, содержание белка в хлебе из пшеничной муки высшего сорта - 7,59 г на 100 г хлеба.

$$\begin{array}{rcl} \text{Следовательно, } 7,59 \text{ г} & - & 0,189 \text{ г} \\ & & \text{100 г} & - & \text{х г} \\ & & \text{х} = 2,49 & & \text{г} \end{array}$$

Сравниваем полученное значение с содержанием лизина в эталонном белке по шкале FAO/ВОЗ.

$$\begin{array}{l} AC = 0,45 \\ 2,49:5,5 \end{array}$$

Таким образом, лизин является лимитирующей аминокислотой для хлеба из пшеничной муки высшего сорта, так как скор по данной аминокислоте меньше 1.

Аналогично производится расчет по всем незаменимым аминокислотам.

Пример 2: рассчитать аминокислотный скор по валину для для какао бобов.

Для этого в таблице химического состава пищевых продуктов находим содержание валина в какао бобах. Содержание валина - 550мг на 100 г продукта. Для расчета АС необходимо пересчитать эту величину в г на 100 г белка.

Из таблицы химического состава выписываем содержание белка в 100 г какао бобов. Так, содержание белка в 100 г какао бобов 12,9г на 100 г продукта.

Следовательно

$$\begin{array}{rcl} 12,9 \text{ г} & - & 0,550 \text{ г} \\ 100 \text{ г} & - & x \text{ г} \\ x=4,26 \text{ г} \end{array}$$

Сравниваем полученное значение с содержанием лизина в эталонном белке по шкале FAO/ВОЗ. $AC = 0,85 \cdot 2,49:5,0$

Таким образом, валин является лимитирующей аминокислотой для какао бобов, так как скор по данной аминокислоте меньше 1.

Аналогично производится расчет по всем незаменимым аминокислотам исследуемого продукта

Таблица 4

Расчет аминокислотного сора (АС)	Пересчет содержания каждой аминокислоты на 100 г белка
АС лизин	100 г --- x г ... г — ... г x=
АС треонин	100 г --- x г ... г — ... г x=
АС триптофан	100 г --- x г ... г — ... г x=
И.т.д метионин+цистин фенилаланин+тирозин валин, лейцин, изолейцин	100 г --- x г ... г — ... г x=

Таблица 5

Незаменимые аминокислоты	Содержание аминокислоты			Аминокислотный скор(АС)
	Эталонный белок	(название продукта)		
		г на 100 г белка	г на 100 г продукта		г на 100 г белка
Лизин	5,5			
Треонин	4,0			
Триптофан	1,0			
Метионин+цистин	3,5			
Фенил ала-	6,0			

нин+тирозин				
Валин	5,0			
Лейцин	7,0			
Изолейцин	4,0			

Сравнение биологической ценности белков различных групп пищевых продуктов

Таблица 6

№	Наименование пищевого продукта	Содержание аминокислот	лимитирующих

Задание 3 Определение коэффициента биологической эффективности липидов

Биологическая эффективность - показатель качества жировых компонентов пищевых продуктов, отражающий содержание в них полиненасыщенных жировых кислот.

Биологическая эффективность липидов, определяемая структурными характеристиками жирных кислот, а также их соотношением между собой и другими пищевыми компонентами, характеризуется как комплексный показатель, учитывающий их воздействие на организм человека.

Принято, что на 100 г липидов, необходимых в ежедневном рационе человеку, на долю полиненасыщенных жирных кислот

(ПНЖК) F_{01} - 6 г, на долю насыщенных жирных кислот (НЖК) F_{02} приходится 20 г, на долю олеиновой кислоты F_{03} - 35 г.

«Идеальный» (эталонный) липид представляет собой гипотетический продукт, содержащий ПНЖК, НЖК и олеиновую кислоту в необходимой пропорции, коэффициент биологической эффективности которого равен 1.

Как и аминокислотный скор белков скор для липидов определяется как отношение количества конкретной жировой фракции в исследуемом продукте к количеству этой же фракции в «идеальной» липиде.

Для определения коэффициента биологической эффективности липидов: из таблицы химического состава пищевых продуктов находят содержание фракций - F_{ij} - НЖК (F_{11}), ПНЖК (F_{12}), олеиновой кислоты (F_{13}), которое приведено в г на 100 г продукта;

пересчитывают содержание фракций (НЖК, ПНЖК и олеиновой кислоты) в г на 100 г липидов;

рассчитывают скоры для фракций (НЖК, ПНЖК и олеиновой кислоты) - C_{ij} (C_{11} , C_{12} , C_{13});

определяют коэффициент биологической эффективности липидов ψ , принимая $C_{ik}=C_{13}$.

Пример: расчет коэффициента биологической эффективности липидов хлеба столового из смеси муки ржаной обдирной и пшеничной второго сорта, массой 0,93 кг, подового.

Находим в таблице химического состава пищевых продуктов содержание фракций НЖК, ПНЖК и олеиновой кислоты в хлебе столовом, которое приведено в г на 100 г продукта. Так содержание НЖК (F_{11}) - 0,17 г на 100 г продукта, ПНЖК (F_{12}) - 0,46 г на 100 г продукта, олеиновой кислоты (F_{13}) - 0,15 г на 100 г продукта.

Далее, необходимо пересчитать эти величины в г на 100 г липидов. Из таблицы химического состава выписываем содержание липидов в хлебе столовом - 1,2 г.

$$F_{11} 1,2 \text{ г} \text{ — } 0,17 \text{ г.}$$

$$100 \text{ г} \text{ — } X \text{ г.}$$

$$X_1=14,17 \text{ г}$$

$$F_{12} 1,2 \text{ г} \text{ — } 0,46 \text{ г}$$

$$100 \text{ г} \text{ — } X \text{ г}$$

$$X_1=38,33 \text{ г}$$

$F_{13} 1,2 \text{ г} \text{ — } 0,15 \text{ г}$

$100 \text{ г} \text{ — } X \text{ г}$

$X_1 = 15,5 \text{ г}$

Рассчитываем скоры для фракций липидов C_{11} , C_{12} , C_{13}

$C_{11} = F_{11}/F_{01} = 1,917$; $C_{12} = F_{12}/F_{02} = 2,362$; $C_{13} = F_{13}/F_{03} = 0,357$

Сумма скоров ($C_{11} + C_{12} + C_{13}$) = 4,636

Таблица 7

Липиды и их фракции	Идеальный липид, г на 100 г липидов		Хлеб столовый			Скор фракций липидов
			г на 100 г продукта	г на 100 г липидов		
	F_{ij}	C_{0j}		F_{ij}	C_{ij}	C_{ik}
Сумма липидов	100,0	...	1,2	100,0	...	
Содержание НЖК	20,0	1,0	0,17	14,17	1,917	0,357
Содержание ПНЖК	6,0	1,0	0,46	38,33	2,362	0,357
Содержание олеиновой кислоты	35,0	1,0	0,15	12,5	0,357	0,357
Сумма скоров	...	...	...	...	4,632	1,071

В соответствии с положением об усвоении липидов по минимальному уровню любой из фракций, рассчитаем коэффициент биологической эффективности липидов ψ хлеба столового, принимая, что, $C_{ik} = C_{13}$, $\psi = (3 \times C_{13}) / (C_{11} + C_{12} + C_{13}) = 0,23$

Задание 4 Провести расчет коэффициента биологической эффективности липидов для халвы подсолнечной используя пример и данные таблицы 8 результаты записать в таблицу 8

Таблица 8

Липиды и их фракции	Идеальный липид, г на 100 г липидов		халва подсолнечная		Скор фракций липидов
			г на 100 г продукта	г на 100 г липидов	
	F_{ij}	C_{0j}	F_{ij}	C_{ij}	C_{ik}
Сумма липидов	100,0	...	0,029		
Содержание НЖК	20,0	1,0	0,003		
Содержание ПНЖК	6,0	1,0	0,019		
Содержание олеиновой кислоты	35,0	1,0	0,006		
Сумма скоров	...	...	...

Задание 5 Провести расчет коэффициента биологической эффективности липидов для макаронных изделий используя пример и данные таблицы 9, результаты записать в таблицу 9

Таблица 9

Липиды и их фракции	Идеальный липид, г на 100 г липидов	макаронные изделия		Скор фракций липидов
		г на 100 г продукта	г на 100 г липидов	

			F_{ij}	C_{ij}	C_{ik}
	F_{ij}	C_{0j}			
Сумма липидов	100,0	...	27,60		
Содержание НЖК	20,0	1,0	0,76		
Содержание ПНЖК	6,0	1,0	0,49		
Содержание олеиновой кислоты	35,0	1,0	0,81		
Сумма скоров	...	...	...

Задание 6 Сравнить биологическую эффективность липидов пищевых продуктов, результаты записать в таблицу 10

Таблица 10

№	Наименование пищевого продукта	ψ
1.		
2.		
3.		

Задание 7 Провести расчет энергетической ценности продукта, определенного в задании 1 (таблица 1)

Энергетическая ценность - количество энергии (ккал, кДж), высвобождаемой в организме человека из пищевых веществ продуктов питания для обеспечения его физиологических функций.

Для расчета энергетической ценности пищевого продукта необходимо знать его химический состав и энергетическую ценность пищевых веществ.

Энергетическую ценность (ЭЦ) пищевого продукта рассчитывают по формуле:

$ЭЦ = Б \times 4,0 + Ж \times 9,0 + У \times 4,0 + ОК \times 3,0$, где. ЭЦ - энергетическая ценность 100 г пищевого продукта, ккал;

Содержание в г/100 г продукта: Б - белков, Ж - жиров, У - углеводов, ОК – органических кислот; Количество кКал образующихся при сгорании пищевых веществ: Б - 4,0; Ж - 9,0; У = 4,0; О.К. = 3,0.

При необходимости получения результатов в кДж общее количество кКал умножается на коэффициент 4,184. ЭЦ выражается в целых единицах. Содержание основных пищевых веществ по выбранному продукту приведены в таблице 1.

Наименование пищевого продукта	Основные пищевые вещества, г на 100 г продукта					Энергетическая ценность, кКал
	Белки	Жиры	Орган. кислоты	Углеводы		
				крахмал и декстрины	Моно- и дисахариды	

Контрольные вопросы

1. Какие органические вещества относят к классу белков?
2. Как классифицируют белковые вещества?
3. Какие биологические функции белков Вы знаете? Охарактеризуйте каждую из них.
4. Назовите незаменимые аминокислоты. Чем они отличаются от заменимых?
5. Что такое белково-калорийная недостаточность? Каковы ее последствия?
6. Что такое "идеальный" или "эталонный" белок по шкале ФАО/ВОЗ?
7. Как определяется биологическая ценность пищевых продуктов?

8. Как рассчитать аминокислотный скор по какой-либо незаменимой кислоте? Что означает понятие "лимитирующая" аминокислота?

9. Какова суточная норма потребления белка для взрослого человека?

Практическое занятие №2 Определение физиологической потребности организма в энергии и основных пищевых веществах. Оценка пищевого статуса.

План занятия

1. Теоретическая часть.
2. Выполнение заданий по теме занятия
3. Контрольные вопросы

Цель работы: Изучить способы определения физиологической потребности организма в энергии и основных пищевых веществах, и методы оценки пищевого статуса.

1. Теоретическая часть.

Питание предусматривает, что суточный расход энергии человека должен соответствовать энергетической ценности рациона питания. Определив этот расход, устанавливают калорийность рациона.

Образующуюся в организме энергию и энергетическую ценность пищи измеряют в единицах тепловой энергии - килокалориях (ккал) или килоджоулях (кДж), $1 \text{ ккал} = 4,184 \text{ кДж}$.

Количество энергии, которое высвобождается в организме при сгорании 1 г пищевого вещества, называют энергетическим коэффициентом (эквивалентом). Коэффициенты расчета энергетической ценности:

Пищевое вещество	Энергетическая ценность ккал/г
Белки	4,0
Жиры	9,0
Углеводы	4,0

Сумма моно- и дисахаридов	3,8
Ксилит, сорбит	2,4
Крахмал	4,1
Этиловый спирт	7,0
Пищевые волокна	0
Органические кислоты:	
уксусная	3,5
яблочная	2,4
молочная	3,6
лимонная	2,5

Энергетические затраты человека делятся на нерегулируемые и регулируемые.

Нерегулируемые энергозатраты включают основной обмен и специфически-динамическое действие пищи.

Основной обмен - это энергия, расходуемая на процессы, обеспечивающие работу внутренних органов, систем и тканей, на окислительно-восстановительные реакции и поддержание постоянной температуры тела. Энергия основного обмена для мужчин составляет в среднем 1700 ккал, для женщин - 1400 ккал в сутки.

Специфически-динамическое действие пищевых веществ (СДД) - энергия, расходуемая на процессы пищеварения и превращения пищевых веществ. Расход энергии на прием пищи при смешанном питании сопровождается повышением основного обмена в среднем на 10-15% в сутки.

Регулируемые энергозатраты включают расход энергии в процессе трудовой деятельности, быта, при занятиях спортом и т.п. Этот расход энергии сопровождается физической и умственную деятельность.

Физическая работа является определяющим компонентом в суточном расходе энергии. Чем интенсивнее мышечная деятельность, тем больше затраты энергии.

Умственный труд характеризуется незначительным расходом энергии. Величина основного обмена при нем увеличивается всего на 2-16%, в то время как при физической нагрузке величина основного обмена может увеличиваться в несколько раз.

Все взрослое трудоспособное население в зависимости от характера трудовой деятельности в действующих Нормах питания

разделено на 5 групп для мужчин и 4 группы для женщин. При этом каждая группа объединяет лиц определенных профессий.

В качестве объективного физиологического критерия, определяющего адекватное количество энергии для конкретных групп, согласно рекомендаций ВОЗ (всемирной организации здравоохранения) является коэффициент физической активности (КФА).

Методы определения энергетических затрат организма человека.

Потребность человека в энергии определяют по величине суточных энергозатрат. Затраты энергии устанавливают методами *прямой, непрямой (респираторной) и алиментарной энергетрии*, а также *хронометражно-табличным методом*.

2. Выполнение заданий по теме занятия

Задание 1 Определения суточных энергозатрат хронометражно-табличным методом.

Хронометражно-табличный метод является простым и быстрым методом определения суточных энергозатрат человека. Метод включает хронометраж отдельных видов деятельности человека за сутки и расчет энергозатрат с помощью специальных таблиц как по отдельным видам деятельности, так и за сутки в целом. Указанный метод включает данные основного обмена.

Каждое состояние организма, каждый вид деятельности (сон, работа, отдых и т.д.) сопровождается определенными по величине затратами энергии, которые образуют суммарную величину затрат энергии за сутки. Поэтому первым этапом определения этой величины является учет продолжительности отдельных состояний организма и видов деятельности на протяжении суток, т.е. определение бюджета времени.

Бюджет времени определяется: путем опроса, личных записей и хронометража.

В практической деятельности обычно используется сочетание метода хронометража и личных записей. Необходимо, чтобы день, выбранный для хронометража, был типичным и выполняемые виды работ характеризовали среднюю физическую нагрузку. Если общая сумма времени, затраченного на все виды деятельности, бу-

дет равной 24 часам (1440 мин.), следовательно, хронометраж проведен правильно.

Обработка данных хронометража заключается в суммировании времени, затраченного на однотипные виды работ, выполняемые в различные промежутки дня (например, ходьбу, прием пищи, отдых сидя и т.д.). Данные хронометража заносят в таблицу 1.

Таблица 1 Определение суточного расхода энергии хронометражно-табличным методом (вес кг)

№	Вид деятельности	Продолжительность в мин.	Расход энергии	
			ккал/кг/мин	вычисление расхода энергии (ккал/кг/мин) × масса тела × время)
1.				
2.				
3. и т.д.				
		Итого:		Итого + 5%

Для определения расхода энергии пользуются данными таблицы 2, в которой указаны энергозатраты в ккал на 1 кг массы тела в минуту (ккал/кг/мин) для отдельных видов состояния организма, деятельности и работы. Приведенные данные включают энергозатраты на основной обмен. Если тот или иной вид выполненной работы в табл. 2 не указан, берут вид деятельности близкий к ней по характеру.

Затем время, затраченное на каждый вид деятельности, указанный в хронограмме, умножают на соответствующие табличные величины энергозатрат, расходуемых в 1 минуту на 1 кг массы тела и умножают на вес обследуемого. После чего суммируют энергозатраты по разным видам деятельности и находят суточный расход энергии данного человека в килокалориях. Полученную величину округляют до целого числа.

В целях покрытия расхода энергии на произвольные и неучтенные движения и компенсации других неточностей метода, найденный суточный расход энергии следует увеличить на 5%.

Таблица 2 Расход энергии при различных видах деятельности (включая основной обмен)

№ п/п	Вид деятельности	Энергозатраты ккал/кг/мин.
1	2	3
1.	I. Сон	0,0155
II. Учебное время		
2.	Слушание лекций	0,0243
3.	Практические занятия лабораторные	0,0360
4.	Практические занятия семинарские	0,0250
5.	Практические занятия семинарско-лабораторные	0,0300
6.	Перерывы	0,0258
2. Внеучебное время		
7.	Подготовка к занятиям	0,0250
8.	Сбор на занятия	0,0455
9.	Дорога: ходьба по асфальтовой дороге (4-5 км/час) ходьба по полевой дороге (4-5 км/час) ходьба по снежной дороге ходьба со скоростью 6 км/час ходьба со скоростью 8 км/час езда в транспорте	0,0597 0,0626 0,0914 0,0714 0,1371 0,0267
3. Домашняя работа		
10.	Мытье пола	0,0548
11.	Мытье посуды	0,0343
12.	Вытирание пыли	0,0411
13.	Подметание пола	0,0402
14.	Глажение белья	0,0323
15.	Стирка белья вручную	0,0511
16.	Шитье, ручное вязание	0,0265
17.	Покупка товаров, продуктов	0,0450

18.	Уход за детьми	0,0360
19.	Работа в личном подсобном хозяйстве	0,0757
20.	Пилка дров	0,1143
21.	Хозяйственная работа	0,0573
22.	Приготовление пищи	0,0330
23.	Уход за помещением, мебелью, бытовыми приборами	0,0402
4. Самообслуживание		
24.	Уборка постели	0,0329
25.	Прием пищи сидя	0,0236
26.	Умывание (по пояс)	0,0504
27.	Душ	0,0570
28.	Личная гигиена	0,0329
29.	Чистка одежды и обуви	0,0493
30.	Одевание и раздевание одежды и обуви	0,0264
5. Свободное время		
31.	Отдых стоя	0,0264
32.	Отдых сидя	0,0229
33.	Отдых лежа (без сна)	0,0183
34.	Чтение молча	0,0230
35.	Чтение вслух	0,0250
36.	Писание писем	0,0240
37.	Танцы легкие	0,0596
38.	Танцы энергичные	0,1614
39.	Пение	0,0290
40.	Игра в шахматы	0,0242
41.	Общественная работа	0,0490
42.	Воскресники (уборка территории)	0,0690
43.	Занятия физкультурой и спортом:	

утренняя гимнастика (физические упражнения)	0,0648
бадминтон	0,0833
бильярд	0,0416
бейсбол	0,0657
баскетбол	0,2042
бокс	0,2142
верховая езда	0,0914
волейбол	0,0773
бег со скоростью 8 км/час	0,1357
бег со скоростью 180 м/мин	0,1780
бег со скоростью 320 м/мин	0,3200
гимнастика (вольные упражнения)	0,0845
гимнастика (занятия на снарядах)	0,1280
гольф	0,0742
гребля	0,1100
дзюдо	0,3252
езда на велосипеде (13-21 км/час)	0,1285
катание на коньках	0,1017
лыжный спорт (подготовка лыж)	0,0546
лыжный спорт (передвижение по пересеченной местности)	0,2086
лыжный спорт (учебные занятия)	0,1707
мотобол	0,1485
плавание	0,1190
регби	0,1957
ручной мяч	0,1957
стрелковые занятия с ружьем	0,0893
теннис	0,1095

	теннис настольный	0,0666
	футбол	0,1190
	хоккей на льду	0,4000
6. Работа на производстве		
44.	Работа бетонщика	0,0856
45.	Умственный труд	0,0243
46.	Работа врача хирурга	0,0855
47.	Работа в лаборатории стоя	0,0360
48.	Работа в лаборатории сидя	0,0250
49.	Работа в научной лаборатории	0,0309
50.	Работа каменщика	0,0952
51.	Работа на комбайне	0,0378
52.	Работа в учреждении	0,0257
53.	Вождение транспортных средств	0,0228
54.	Пошив одежды	0,0414
55.	Работа в сфере обслуживания (ремонт)	0,0328
56.	Работа парикмахера	0,0333
57.	Работа в столовой	0,0566
58.	Работа в пекарне	0,0383
59.	Работа на пивзаводе	0,0450
60.	Работа в прачечной	0,0566
61.	Работа в легкой промышленности	0,0466
62.	Работа медсестры, санитаря	0,0550
63.	Работа плотника	0,0833
64.	Работа почтальона	0,0857
65.	Работа сапожника	0,0429
66.	Работа в сельском хозяйстве	0,0785
67.	Работа столяра	0,0571

68.	Работа слесаря	0,0500
69.	Работа на счетной машине	0,0247
70.	Работа текстильщика	0,0450
71.	Работа химика-аппаратчика	0,0504
72.	Работа шахтера (добыча угля комбайном)	0,0504
73.	Работа шахтера (добыча угля отбойным молотком)	0,0713
74.	Работа шофера на грузовой машине	0,0466

Задание 2 Определение суточных энергозатрат скорым методом

Для ориентировочного определения суточных энергозатрат взрослого трудоспособного населения существует *скорый метод*, учитывающий коэффициент физической активности (КФА) и величину основного обмена (ВОО).

Коэффициент физической активности (КФА) - это отношение суточных энергозатрат к величине основного обмена.

Для расчета суточных энергозатрат необходимо умножить величину коэффициента физической активности, соответствующего определенной профессиональной группе (табл. 3) на величину основного обмена с учетом пола, возраста и массы тела (табл. 4):

$$\Sigma = \text{КФА} \times \text{ВОО}.$$

Найдите по таблицам величины КФА и ВОО и рассчитайте суточные энергозатраты.

Сравните и проанализируйте полученную величину с величиной энергозатрат, определенную хронометражно-табличным методом.

Таблица 3 Коэффициенты физической активности (КФА)

Группа труда	КФА	
	мужчины	женщины
I	1,4	1,4
II	1,6	1,6
III	1,9	1,9
IV	2,2	2,2

V	2,4	-
---	-----	---

Таблица 4 Расход энергии на основной обмен

Основной обмен, ккал/сут									
мужчины					женщины				
возраст					возраст				
масса тела, кг	18-29 лет	30-39 лет	40-59 лет	60-74 лет	масса тела, кг	18-29 лет	30-39 лет	40-59 лет	60-74 лет
50	1450	1370	1280	1180	40	1080	1050	1020	960
55	1520	1430	1350	1240	45	1150	1120	1080	1030
60	1590	1500	1410	1300	50	1230	1190	1160	1100
65	1670	1570	1480	1360	55	1300	1260	1220	1160
70	1750	1650	1550	1430	60	1380	1340	1300	1230
75	1830	1720	1620	1500	65	1450	1410	1370	1290
80	1920	1810	1700	1570	70	1530	1490	1440	1360
85	2010	1900	1788	1640	75	1600	1550	1510	1430
90	2110	1990	1870	1720	80	1680	1630	1580	1500

Задание 3 Вычисление суточной потребности в основных пищевых веществах

Величина суточного расхода энергии определяет не только энергетическую ценность суточного рациона, а также является основой для расчета потребности в основных пищевых веществах (макронутриентах) - белках, жирах и углеводах. Суточный расход энергии должен компенсироваться за счет энергии, образующейся в организме при окислении этих веществ.

В соответствии с требованиями рационального (здорового) сбалансированного питания для здорового взрослого человека среднего возраста, с умеренной физической нагрузкой суточная энергетическая ценность рациона питания должна обеспечиваться за счет белков на 12%, жиров на 30% и углеводов на 58% (12:30:58).

С помощью этих соотношений, зная величину суточных энергозатрат, можно рассчитать необходимое количество белков, жиров и углеводов в рационах питания.

Пример: Суточная энергетическая ценность рациона питания составляет 2500 ккал.

Калорийность за счет белков должна быть равна:

$$2500 - 100\%$$

$$x - 12\% \quad x = 300 \text{ ккал}$$

Общее количество белков, выраженное в граммах, будет равно:

$$\frac{300 \text{ ккал}}{4,0} = 75 \text{ г/сут.},$$

где 4,0 - энергетический коэффициент белков.

Количество жиров и углеводов в рационе питания определяют аналогично расчету белков в указанном примере, но с применением соответствующих процентов энергетической ценности и энергетических коэффициентов.

Наряду с расчетом общих количеств основных пищевых веществ, физиологическими требованиями предусматривается нормирование количества белков животного происхождения и жиров растительного происхождения:

- белки животного происхождения должны составлять не менее 55% от их общего количества (в граммах);
- жиры растительного происхождения должны составлять не менее 30% от их общего количества (в граммах).

Определение количеств минеральных веществ и витаминов проводится в соответствии с общепфизиологическими нормами питания.

Распределение суточных величин пищевого рациона по отдельным приемам пищи осуществляется с учетом рекомендаций режима питания.

Задание 4 Оценка пищевого статуса по антропометрическим показателям

Пищевой статус характеризует состав и функции организма человека, обусловленные питанием. Пищевой статус может быть обычным, оптимальным, избыточным или недостаточным.

Оценка пищевого статуса проводится по антропометрическим (рост, масса тела и др.), клиническим, функциональным, иммуно-

логическим показателям, а также по биохимическим данным состояния белкового, жирового, углеводного, минерального и витаминного обменов, определению нутриентов в крови, моче и др.

Важнейшим показателем соответствия питания и состояния здоровья организма является *масса тела*. Для определения массы тела и ее оценке существует ряд методов.

Определение массы тела путем взвешивания

Измерение массы тела проводят взвешиванием на специальных весах с точностью до 100 г. Полученные данные сопоставляются с «идеальными», т.е. с рекомендуемыми *как норма* (табл. 5) или *с предельно допустимой массой тела* в зависимости от пола, возраста и роста (табл. 6).

При использовании таблицы *идеальной массы* ожирением считают увеличение массы тела на 15% и более, а при использовании таблицы *максимально нормальной массы* тела - на 10% и выше

Различают 4 степени ожирения: I степень - избыток массы тела на 10-30%, II степень - на 30-50%, III степень - на 50-100% и IV степень - на 100% и выше.

Определение нормальной массы тела расчетными способами:

- по формуле Брока:

$$\text{Масса (кг)} = \text{рост (см)} - 100 \text{ (при росте до 165 см)}$$

$$\text{Масса (кг)} = \text{рост (см)} - 105 \text{ (при росте 165-175 см)}$$

$$\text{Масса (кг)} = \text{рост (см)} - 110 \text{ (при росте более 175 см)}$$

- по индексу Брейтмана:

$$\text{Масса тела (кг)} = \text{рост (см)} \times 0,7 - 50$$

- по специальной формуле:

$$\text{Масса тела (кг)} = \frac{\text{рост (см)} \times \text{окружность грудной клетки (см)}}{240}$$

Определение индекса массы тела.

В настоящее время в международной и отечественной практике применяется высокоинформативный и простой показатель – индекс массы тела (ИМТ), называемый также *индексом Кетле*.

$$\text{Индекс массы тела (ИМТ)} = \frac{\text{масса тела (кг)}}{\text{рост}^2 \text{ (м)}}$$

Характеристика показателей индекса массы тела, принятая в России, в кг/м²:

Менее 20	-недостаточная масса тела;
20 – 24,9	-нормальная масса тела;
25 – 29,9	-избыточная масса тела;
30 – 34,9	-ожирение 1 степени (легкое);
35 – 39,9	-ожирение II степени (умеренное);
40 – и более	-ожирение III степени (тяжелое).

В соответствии с рекомендациями экспертов ВОЗ нижняя граница нормальной массы тела – 18,5 кг/м². Выделены три степени недостаточности массы тела в соответствии с ИМТ:

17,0 – 18,49 кг/м ²	1-я степень (легкая);
16,0 – 16,99 кг/м ²	2-я степень (умеренная);
менее 16,0 кг/м ²	3 степень (тяжелая).

Оформление результатов работы

Оформить рабочую таблицу суточных энергозатрат, записать расчеты индивидуальных норм питания, оценить пищевой статус по антропометрическим показателям, работу защитить у преподавателя.

Таблица 5 Рекомендуемая масса тела для мужчин и женщин в возрасте 25-30 лет

Мужчины				Женщины			
рос т, см	масса, кг			рос т, см	масса, кг		
	узкая грудная клетка (астени- ки)	нормальная грудная клетка (нормосте- ники)	широкая грудная клетка (ги- перстеники)		узкая грудная клетка (астени- ки)	нор- мальная грудная клетка (нормо- сте- ники)	широкая грудная клетка (ги- перстеники)
155, 0	49,3	56,0	62,2	152, 5	47,8	54,0	59,0
157, 5	51,7	58,0	64,0	155, 0	49,2	55,2	61,6
160, 0	53,5	60,0	66,0	157, 0	50,8	57,0	63,1
162, 5	55,3	61,7	68,0	160, 0	52,1	58,5	64,8

165, 0	57,1	63,5	69,5	162, 5	53,8	60,0	66,3
167, 5	59,3	65,8	71,8	165, 0	55,3	61,8	67,8
170, 0	60,5	67,8	73,8	167, 5	56,6	63,0	69,0
172, 5	63,3	69,7	76,8	170, 0	57,8	64,0	70,0
175, 0	65,3	71,7	77,8	172, 5	59,0	65,2	71,2
177, 5	67,3	73,8	79,8	175, 0	60,3	66,5	72,5
180, 0	68,9	75,2	81,2	177, 5	61,5	67,7	73,7
182, 5	70,9	77,2	83,6	180, 0	62,7	68,9	74,9
185, 0	72,8	79,2	85,2				

Примечание. В возрасте свыше 30 лет допускается увеличение массы тела по сравнению с приведенными таблицами от 2,5 до 5 кг у женщин, от 2,5 до 6 кг у мужчин.

Таблица 6 Определение предельно допустимой массы тела (кг) в зависимости от возраста (по М.Н. Егорову и Л.М. Левицкому)

рос т, см	Возраст, годы									
	20-29		30-39		40-49		50-59		60-69	
	муж- чины	жен- щины	муж- чины	жен- щины	муж- чины	жен- щины	муж- чины	жен- щины	муж- чины	жен- щины
148	50,8	48,4	55,0	52,3	56,6	54,7	56,0	53,2	53,9	52,2
150	51,3	48,9	56,7	53,9	58,1	56,0	58,0	55,7	57,3	54,8
152	53,1	51,0	58,7	55,0	61,5	59,5	61,1	57,6	60,3	55,9
154	55,3	53,0	61,6	59,1	64,5	62,4	63,8	60,2	61,9	59,0
156	58,5	55,8	64,4	61,5	67,3	66,0	65,8	62,4	63,7	60,9
158	61,2	58,1	67,3	64,1	70,4	67,9	68,0	64,5	67,0	62,4
160	62,9	59,8	69,2	65,8	72,3	69,9	69,7	65,8	68,2	64,6
162	64,6	61,6	71,0	68,5	74,4	72,2	72,7	68,7	69,1	66,5

164	67,3	63,6	73,9	70,8	77,2	74,0	75,6	72,0	72,2	70,0
166	68,8	65,2	74,5	71,8	78,0	76,5	76,3	73,8	74,3	71,5
168	70,8	68,5	76,2	73,7	79,6	78,2	77,9	74,8	76,0	73,3
170	72,7	69,2	77,7	75,8	81,0	79,8	79,6	76,8	76,9	75,0
172	74,1	72,8	79,3	77,0	82,8	81,7	81,1	77,7	78,3	76,3
174	77,5	74,3	80,8	79,0	84,4	83,7	82,5	79,4	79,3	78,0
176	80,8	76,8	83,3	79,9	86,1	84,6	84,1	80,5	81,9	79,1
178	83,0	78,2	85,6	82,4	88,0	86,1	86,5	82,4	82,8	80,9
180	85,1	80,9	88,0	83,9	89,9	88,1	87,5	84,1	84,4	81,6
182	87,2	83,3	90,6	87,7	91,4	89,3	89,5	86,5	85,4	82,9
184	89,1	85,5	92,0	89,4	92,9	90,9	91,6	87,4	88,0	85,8
186	93,1	89,2	95,0	91,0	96,6	92,9	92,8	89,6	89,0	87,3
188	95,8	91,8	97,0	94,4	98,0	95,8	95,0	91,5	91,5	88,8
190	97,1	92,3	99,5	96,6	100,7	97,4	99,4	95,6	94,8	92,9

3. Контрольные вопросы

1. Что такое энергетический обмен организма?
2. Из каких видов складываются суточные энергозатраты человека?
3. Какие методы служат для определения энергозатрат?
4. Что такое энергетическая ценность питания?
5. В каких единицах выражается энергетическая ценность питания и энергетические затраты организма человека?
6. Что такое энергетический коэффициент пищевых веществ?
7. Что такое энергетический баланс организма?
8. Что такое пищевой статус?

Практическое занятие №3

Составление суточных рационов в соответствии с физиологическими нормами питания

План занятия

1. Теоретическая часть.
2. Выполнение заданий по теме занятия
3. Контрольные вопросы

Цель работы: научиться составлять суточные рационы в соответствии с физиологическими нормами питания.

1. Теоретическая часть.

Рациональное питание - это физиологически адекватное потребностям организма питание, обеспечивающее необходимый уровень обмена веществ, высокую работоспособность и оптимальное состояние здоровья.

Рациональное питание включает 3 основные принципа:

1. Обеспечение баланса энергии, расходуемой человеком и поступающей с пищей.
2. Удовлетворение потребности организма в определенном количестве пищевых веществ.
3. Соблюдение оптимального режима питания.

Основным элементом рационального питания является сбалансированное питание.

Сбалансированное питание - это питание, обеспечивающее оптимальное соотношение пищевых и биологически активных веществ, позволяющее проявить в организме максимум своего полезного биологического действия. Сбалансированное питание предусматривает оптимальные количественное и качественное соотношения макро- и микронутриентов.

Организация и построение рационального здорового питания населения в настоящее время проводится на основе «Норм физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп населения» (1991).

Нормы питания являются государственным нормативным документом, определяющим величины оптимальных потребностей в пищевых веществах (нутриентах) и энергии для различных контингентов населения. Они служат критерием для оценки фактического питания, являются научной базой при планировании производства и потребления продуктов питания, оценки резервов продовольствия, используются при разработке мер социальной защиты, а также для расчетов рационов организованных коллективов. Нормы используются для оценки индивидуального и группового питания, а также его коррекции.

Развитие, углубление представлений о роли отдельных пищевых веществ в обеспечении процессов жизнедеятельности, изменение энергоемкости трудовых процессов, условий жизни и быта делает необходимым систематическую ревизию норм.

Физиологические нормы питания включают потребность в энергии и пищевых веществах в зависимости от пола, возраста, массы тела, характера труда, физиологического состояния организма, а также климатических условий. Эти нормы предусмотрены для различных групп населения: детей и подростков, взрослых людей трудоспособного возраста, лиц престарелого и старческого возраста.

Взрослое трудоспособное население в зависимости от характера деятельности в Нормах разделено на 5 групп для мужчин и 4 группы для женщин:

I группа - работники преимущественно умственного труда, очень легкая физическая активность, коэффициент физической активности (КФА) - 1,4 (научные работники, студенты гуманитарных специальностей, операторы ЭВМ, контролеры, педагоги, диспетчеры, работники пультов управления и др.)

II группа - работники, занятые легким трудом, легкая физическая активность, КФА - 1,6 (водители трамваев, троллейбусов, работники конвейеров, весовщица, упаковщицу, швейники, работники радиоэлектронной промышленности, агрономы, медсестры, санитарки, работники связи, сферы обслуживания, продавцы промтоваров и др.)

Таблица 1 Нормы физиологических потребностей для мужчин (в день)

Группа	Коэф. физ. з.	Возраст	Энергия, ккал	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Минеральные вещества, мг	Витамины
--------	---------------	---------	---------------	----------	---------	-------------	--------------------------	----------

		40-59	3750	104	57	137	524												
Нормы для лиц престарелого и старческого возраста																			
мужчины	60-74	2300	68	37	77	335	1000	1200	400	1800	1000	15	25	14	16	22	18	200	3
	75+	1950	61	33	65	280	1000	1200	400	1800	1000	15	25	12	14	22	15	200	3
женщины	60-74	1975	61	33	66	284	1000	1200	400	1800	800	12	25	13	15	22	16	200	3
	75+	1700	55	30	57	242	1000	1200	400	1800	800	12	25	11	13	22	13	200	3

Таблица 2 Нормы физиологических потребностей для женщин (в день)

Группа	Коэф. физ. активности	Возраст	Энергия, ккал	Белки, г		Жиры, г	Углеводы, г	Минеральные вещества, мг						Витамины									
				всего	в т.ч. жив.			Ca	P	Mg	F	Zn	I	C, мг	A, мкг	E, мг	D, мкг	B1, мг	B2, мг	B6, мг	Ниацин, мг экв.	Фолат, мкг	B12, мкг
I	1,4	18-29	2000	61	34	67	289	800	1200	400	180	115	0,15	70	800	8	2,5	1,1	1,3	1,8	14	200	3
		30-39	1900	59	33	63	274																
		40-59	1800	58	32	60	257																
II	1,6	18-29	2200	66	36	73	318	800	1200	400	180	0,15	70	800	8	2,5	1,1	1,3	1,8	14	200	3	

		30-39	2150	65	36	72	311																
		40-59	2100	63	35	70	305																
III	1,9	18-29	2600	76	42	87	378	800	1200	400	108	115	0,15	70	800	8	2,5	1,3	1,5	1,8	17	200	3
		30-39	2550	74	41	85	372																
		40-59	2500	72	40	83	366																
IV	2,2	18-29	3050	87	48	102	462	800	1200	400	108	115	0,15	70	800	8	2,5	1,5	1,8	1,8	20	200	3
		30-39	2950	84	46	98	432																
		40-59	2850	82	45	95	417																
Дополнительно к норме соответствующей физической активности																							
Беременные		+350	30	20	12	30	300	450	500	200	50	105	0,3	20	200	2	10	0,4	0,3	0,3	2	200	1
Кормящие (1-6 мес.)		+500	40	26	15	40	400	600	500	105	105	0,5	40	400	4	10	0,6	0,5	0,5	5	100	1	
Кормящие (7-12 мес.)		+450	30	20	15	30	400	600	500	105	105	0,5	40	400	4	10	0,6	0,5	0,5	5	100	1	

Для женщин старше 50 лет во всех группах кальция 1000 мг/сут.

Таблица 3 Нормы физиологических потребностей для детей и подростков (в день)

Возраст	Пол	Энергия	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Минеральные вещества, мг	Витамины
---------	-----	---------	----------	---------	-------------	--------------------------	----------

		, ккал	вс его	в т. ч. ж ив	г	ды, г	с	р	м	ф	з	и	с, мг	а, мг ре т. эк в.	е, мг, т. к. э к в.	д, мг	в, мг	в, мг	в, мг	ниа цин, мг н. экв.	фо лат, мкг	в 12, мг
0-3 мес. *		115	2, 2	2, 2	65 (07)	13	40 0	30 0	5 5	4 3	3 0	4 0	3 0	40 0	3 0	1 0	0 3	0 4	0 4	5	40	0, 3
4-6 мес.		115	2, 6	2, 5	60 (07)	13	50 0	40 0	6 0	7 3	3 4	0 4	3 5	40 0	3 0	1 0	0 3	0 5	0 5	6	40	0, 4
7-12 мес.		110	2, 9	2, 3	55 (07)	13	60 0	50 0	7 0	1 0	4 5	0 5	4 0	40 0	4 0	1 0	0 5	0 6	0 6	7	60	0, 5
1-3 го- да		1540	53	37	53	212	80 0	80 0	1 5	1 0	5 6	0 6	4 5	45 0	5 0	1 0	0 8	0 9	0 9	10	100	1, 0
4-6 лет		1970	68	44	68	272	90 0	13 50	2 0	1 0	8 7	0 7	5 0	50 0	7 0	2, 5	0 9	1 0	1 3	11	200	1, 5
6 (шк ол.)		2000	69	45	67	285	10 00	15 00	2 5	1 2	1 0	0 8	6 0	50 0	1 0	3 5	1 0	1 2	1 3	13	200	1, 5
7-10 лет		2350	77	46	79	335	11 00	16 50	2 5	1 2	1 0	0 0	6 0	70 0	1 0	2, 5	1 2	1 4	1 6	15	200	2, 0
11- 13	мал ьч.	2750	90	54	92	390	12 00	18 00	3 0	1 5	1 5	0 0	7 0	10 00	1 2	2, 5	1 4	1 7	1 8	18	200	3, 0
11- 13	де- воч .	2500	82	49	84	355	12 00	18 00	3 0	1 8	1 2	0 0	7 0	80 0	1 0	2, 5	1 3	1 5	1 6	17	200	3, 0
14- 17	юн ош и	3000	98	59	100	425	12 00	18 00	3 0	1 5	1 5	0 3	7 0	10 00	1 5	2, 5	1 5	1 8	2 0	20	200	3, 0
14- 17	де- ву ш.	2600	90	54	90	360	12 00	18 00	3 0	1 8	1 2	0 3	7 0	80 0	1 2	2, 5	1 3	1 5	1 6	17	200	3, 0

*Потребности детей первого года жизни в энергии, белке, жире, углеводах даны в расчете г/кг массы тела

В скобках указана потребность в линолевой кислоте (г/кг массы тела). Величины потребности в белке даны для вскармливания детей материнским молоком или заменителем женского молока с биологической ценностью (БЦ) белкового компонента более 80%; при вскармливании молочными продуктами с БЦ менее 80%, указанные величины необходимо увеличить на 20-25%.

III группа - *работники средней тяжести труда*, средняя физическая активность, КФА - 1,9 (слесари, наладчики, настройщики, станочники, буровики, водители экскаваторов и бульдозеров, водители автобусов, врачи-хирурги, текстильщики, обувщики, железнодорожники, водители угольных комбайнов, продавцы продовольствия, водники, аппаратчики, металлурги-доменщики, работники химических заводов и др.

IV группа - *работники тяжелого физического труда*, высокая физическая активность, КФА - 2,2 (строительные рабочие, помощники буровиков, проходчики, основная масса сельскохозяйственных рабочих и механизаторов, доярки, овощеводы, деревообработчики, металлурги и литейщики и др.)

V группа - *работники особо тяжелого физического труда*, очень высокая физическая активность, КФА - 2,4 (механизаторы и сельскохозяйственные рабочие в посевной и уборочный период, горнорабочие, вальщики леса, бетонщики, каменщики, землекопы, грузчики немеханизированного труда, оленеводы и др.)

В приведенном распределении трудоспособного населения по группам интенсивности труда величины коэффициента физической активности труда, как главной физиологической характеристики группы, одинаковы для мужчин и женщин. Однако, в связи с меньшей величиной массы тела и соответственно основного обмена, энергетическая ценность рационов для мужчин и женщин в группах с одним и тем же коэффициентом физической активности различна. При расчете Норм использовалась масса тела для мужчин 70 кг, для женщин - 60 кг.

Каждая из групп дифференцирована на три возрастные категории: 18-29, 30-39 и 40-59 лет. Потребности лиц старше 59 лет

дифференцированы по двум возрастным категориям: 60-74 и 75 и старше.

Детское население и подростки разделены на 11 возрастных категорий, введена категория детей 6-ти лет - школьников.

В Нормах питания величины потребностей в нутриентах дифференцированы в зависимости от климата. Из всех климатических зон выделены районы Севера, где население потребляет энергии на 10-15 % больше, чем жители других климатических зон. Для населения Севера рекомендуется соотношение основных пищевых веществ (в % к калорийности рациона): белок – 15%, жир - 35% и углеводы – 50%.

Квота животного белка для взрослого населения должна составлять – 55%, растительного жира – 30% от общего количества.

Примечание: В Нормах питания потребность в *витаминах А* выражена в мкг ретинол-эквивалентах (1 мкг ретинол-эквивалент = 1 мкг ретинола или 6 мкг β -каротина).

Потребность в *витаминах Е* выражена в мг токоферол-эквивалентах (1 мг токоферол-эквивалент = 1 мг Д-альфа-токоферола).

Потребность в *витаминах Д* выражена в мкг холекальциферола (10 мкг холекальциферола - 400 МЕ. витамина Д).

Потребность в *ниацине (витаминах РР)* выражена в ниацин-эквивалентах (1 ниацин-эквивалент = 1 мг ниацина или 60 мг триптофана в рационе).

2. Практическая часть

Работа ведется по индивидуальному заданию, для чего каждому студенту предлагается составить рацион питания для определенного контингента населения. В соответствии с полученным заданием работа ведется в несколько этапов.

Задание 1. Изучить суточные физиологические нормы питания и их определение

Для выбора нормативов питания для *взрослого* трудоспособного населения, студент должен, прежде всего, определить группу интенсивности труда, к которой относится данная группа населения согласно индивидуальному заданию. С этой целью следует вос-

пользоваться перечнем профессий и их распределением по группам интенсивности труда, указанным в физиологических Нормах питания. В основе определения нормативов питания *для детей* – лежит возраст, а для детей старше 11 лет дополнительно - половые различия. После выбора группы интенсивности труда для взрослых и возрастной группы для детей, необходимо определить суточную энергоценность питания и количество белков, жиров, углеводов, витаминов и минеральных веществ в суточном рационе питания соответствующей группы по таблицам 1, 2 и 3.

Задание 2 Изучить распределение суточных нормативов питания по отдельным приемам пищи

Распределение нормативов питания по отдельным приемам пищи (завтрак, обед, ужин и др.) проводится в соответствии с *режимом питания*, который включает в себя кратность приемов пищи, распределение пищи по отдельным приемам, время приема и интервалы между приемами пищи.

Оптимальным режимом питания для взрослых и детей школьного возраста является *4-х разовое* питание: завтрак – 25%, 2-й завтрак (или полдник) – 15%, обед – 40%, ужин – 20% от суточного рациона питания. Крайне допустимым режимом является *3-х разовое* питание: завтрак – 30%, обед – 45%, ужин – 25%.

В таблице 4 приводится примерное распределение пищи для рабочих дневных, вечерних и ночных смен, в процентах к суточной потребности.

Таблица 4 Примерное распределение энергетической ценности и пищевых веществ по приемам пищи (в % к суточной потребности)

Смена	Прием пищи						
	Перед работой			На производст- ве (в обеден- ный перерыв)	После работы		
	завтрак	обед	ужин		полд- ник	ужин	перед сном
Днев- ная	25	-	-	35-40 (обед)	15*	20-25	-
Вечер- няя	25	35-40	-	30 (ужин)	-	-	5-10
Ночная	-	25-30	30	20-25 (ночной ужин)	-	-	20

*Полдник может быть перенесен на второй завтрак

Суточные нормативы рациона питания и их распределение по отдельным приемам свести в таблице 5.

Таблица 5 Распределение энергоценности и содержания пищевых веществ по отдельным приемам пищи

Прием пищи	%	Белки, г		Жиры, г		Углеводы, г	Витамины, мг					Минеральные вещества, мг				Энергоценность, ккал	
		общ.	жив.	общ.	раст.		А	β-каротин	B ₁	B ₂	PP	С	Са	Р	Мg		Fe
Суточный рацион	100																
Завтрак																	
Полдник																	
Обед																	
Ужин																	

Задание 3 Изучить физиологические правила комплекта-ции блюд и пищевых продуктов по отдельным приемам пищи.

При составлении рациона питания особое внимание следует обратить на правильность подбора блюд и пищевых продуктов по отдельным приемам пищи.

Завтрак - первый прием пищи после сна, который должен обеспечивать человека необходимым энергетическим материалом и пищевыми компонентами.

Утром, в связи с понижением аппетита после сна, завтрак целесообразно начинать с *закусок*, которые возбуждают секрецию пищеварительных соков. Затем должно следовать блюдо, являющееся *основным источником энергии и пищевых веществ* и не тре-

бующей длительного приготовления. Рекомендуется на завтрак мясное и рыбное блюдо с углеводным или овощным гарниром, запеканки и т.п.

Завтрак может быть *бутербродным*, а также включать отдельные *гастрономические продукты* - колбасу, яйца, сливочное масло и т.п.

Обязательным для завтрака является включение *горячих напитков* (чай, кофе, какао), которые оказывают *тонизирующее* действие.

Второй завтрак (или полдник) - не должен быть насыщенным, лучше всего для него подходят бутерброды или булочки со стаканом чая, молока, йогурта и т.п.

Обед - представляет основной прием пищи. Обед должен начинаться с овощной или острой *закуски* для возбуждения аппетита и секреторной деятельности пищеварительного аппарата.

Затем следует *жидкое первое блюдо*, которое за счет содержания экстрактивных веществ стимулирует сокоотделение и подготавливает органы пищеварения к приему второго блюда.

Второе блюдо должно быть богато белком (мясное или рыбное) с овощным или крупяным гарниром.

Завершать обед следует *сладким напитком*, для чего рекомендуются такие холодные напитки как компот, кисель и т.д., которые обладают свойством тормозить секрецию пищеварительных соков. Исключают горячие сладкие напитки, т.к. они обладают возбуждающим секрецию свойством.

Ужин - должен включать *легко переваривающиеся блюда*. Это необходимо для того, чтобы переваривание пищи не затягивалось слишком долго, особенно, в желудке. Следует, чтобы до сна пища перешла из желудка в кишечник, где процессы переваривания в значительно меньшей степени, чем в желудке, сопровождаются возбуждением коры головного мозга.

Рекомендуется на ужин *легко переваривающиеся* блюда из рыбы, молочных продуктов, яиц, овощей. Жареные блюда, порционное мясо долго задерживается в желудке, поэтому они не должны включаться в меню ужина.

Не рекомендуется на ужин очень жирная пища (рыбные консервы, свинина и т.п.), т.к. жиры перевариваются медленно, а про-

дукты расщепления жиров поступают в кровь во время сна. Это приводит к ухудшению снабжения тканей кислородом, ускорению свертывания крови, образованию тромбов, что является причиной развития сердечно-сосудистых заболеваний. *Исключаются* из меню ужина блюда и продукты, возбуждающие ЦНС. В качестве напитков на ужин лучше использовать некрепкий чай, молоко или молочные напитки. *Не рекомендуется* включать в ужин тонизирующие напитки.

При работе *в вечернюю смену* режим питания аналогичен режиму в дневную смену, только часы приема пищи несколько сдвинуты. В вечернее время рабочим должен предоставляться ужин, составляющий около 30% от суточной потребности.

В состав скомплектованного ужина в вечернюю смену следует включать *холодные*, преимущественно овощные блюда - салаты, винегреты, допускается использование гастрономических продуктов, одно второе блюдо, сладкое блюдо или напиток.

Второе блюдо может быть мясным, рыбным, овощным. В ужин целесообразно использовать также блюда из творога, овощей, картофеля и др.

Из *напитков* рекомендуется чай, кофе с молоком, особенно, рекомендуется молоко и молочнокислые продукты - простокваша, кефир, йогурт и т.д.

При работе в ночную смену *ночной прием пищи* должен организовываться через 3-3,5 часа после начала работы. Он включает легко перевариваемые блюда, содержащие вещества, возбуждающие ЦНС, а также тонизирующие напитки. Комплектация ночного приема пищи зависит от тяжести труда.

Ночной прием пищи *для рабочих немеханизированного труда* предусматривается из 3-х блюд. Он должен включать первое блюдо, второе блюдо и напиток. При этом жидкая часть не должна превышать 0,5 л (полпорции первого блюда, стакан кофе или крепкого чая).

Ночной прием пищи *для рабочих механизированного труда* предусматривается из 4-х блюд, состоящих из закуски, первого и второго горячих блюд, и напитка. Первое блюдо необходимо готовить на костном бульоне, поскольку в нем содержится значительное количество экстрактивных веществ, возбуждающих секрецию

(продукта)		общ.	жив.	общ.	раст.		А	β-каротин	В ₁	В ₂	РР	С	Са	Р	Мg	Fe
Завтрак																
.....																
Итого:																
Физиологическая норма																
Обед																
.....																
Итого:																
Физиологическая норма																
Ужин																
.....																
Итого:																
Физиолог. норма																
Всего за сутки:																
Физиологическая норма за сутки:																

3. Контрольные вопросы

1. Что такое рациональное здоровое питание?
2. Какие существуют виды питания?
3. Что такое режим питания?
4. Что такое физиологические нормы питания?
5. В чем заключаются физиологические основы составления рационов питания?

Практическое занятие №4 Оценка уровня отклонения основного обмена по формуле Рида. Расчет калорийности и количества пищевых веществ в рационе. Определение энергозатрат по частоте сердечных сокращений.

План занятия

1. Теоретическая часть.
2. Выполнение заданий по теме занятия
3. Контрольные вопросы

Цель работы: Научиться оценивать уровень метаболических процессов у человека

1. Теоретическая часть

Расчет калорийности и количества пищевых веществ в рационе.

Существует два типа задач, лежащих в основе построения пищевых рационов. Первый тип задач позволяет рассчитать необходимое для жизнедеятельности количество пищевых веществ в рационе, зная суточные энергозатраты человека. Второй тип позволяет оценить суточную калорийность принимаемой обследуемым пищи за сутки, зная количество пищевых веществ в нем, с целью выяснения его сбалансированности и соответствия калорической ценности рациона суточным затратам энергии.

Задание 1 Определить необходимое количество белков, жиров и углеводов в суточном рационе научного сотрудника, если его суточные энергозатраты составляют 2200 ккал.

Питание должно быть трехразовое (калорийность завтрака составляет 30% от всей калорийности рациона, обеда - 50%, ужина - 20%). Рацион должен быть сбалансирован. Для удобства расчета принять калорические коэффициенты для белков, жиров и углеводов 4, 9 и 4 ккал /г соответственно. Сравнить с нормами суточной потребности человека в пищевых веществах.

Задание 2 Определить суточную калорийность рациона студента, если его завтрак содержит 23 г белка, 28 г жира, 103 г углеводов. Питание трехразовое. Оценить сбалансированность рациона.

Задание 3 Определить энергозатраты по частоте сердечных сокращений

Испытуемому предлагают сделать 20 приседаний. При этом фиксируют время выполнения всех 20 приседаний (Т, мин), а по завершении последнего 20 приседания, сразу же измеряют ЧСС (уд/мин) у обследуемого.

Расчет энергозатрат за 1 минуту, проводят по эмпирической формуле Q (кДж / мин) = 2,1 x (0,2 ЧСС - 11,3).

Энергия, затраченная на выполнение 20 приседаний, рассчитывается по формуле: E (кДж) = $Q \times T$

1. Записать ход работы.
2. Рассчитать энергозатраты при выполнении физической нагрузки.
3. Сделайте вывод о зависимости энергозатрат от ЧСС.

Задание 4 Оценка уровня отклонения основного обмена по формуле Рида. Записать ход работы. Оценить отклонение ОО от нормы.

Необходимое оборудование: тонометр, фонендоскоп, секундомер, калькулятор.

Интенсивность протекающих в организме метаболических процессов сопровождается теми или иными изменениями в деятельности сердечнососудистой системы. Зная АД (мм рт. ст.) и ЧСС (уд/мин), замеренные в положении лежа, натощак, при комнатной температуре (лучше утром, в постели), оценивают отклонение основного обмена (ДОО) от нормы.

Для этого используют формулу Рида

$$\text{ДОО (\%)} = 0,75 \times (\text{ЧСС} + 0,74 \times \text{ПД}) - 72,$$

где ПД = АДС - АДД, мм рт. ст. - пульсовое давление.

Отклонение в пределах $\pm 10\%$ считается нормальным.

Практическое занятие №5 Исследование зрительных, тактильных, вкусовых, обонятельных анализаторов человека.

План занятия

1. Теоретическая часть.
2. Выполнение заданий по теме занятия

3. Контрольные вопросы

Цель работы: Изучить работу зрительных, тактильных, вкусовых, обонятельных анализаторов человека

1. Теоретическая часть

Анализаторы

В любой части организма имеются рецепторы, воспринимающие различные раздражители. Совокупность этих рецепторов называется органами чувств. При действии раздражителей на органы чувств возникает ощущение, свойственное данному органу. Понятие об органах чувств одностороннее и неполное. Эти органы являются лишь частью более сложных систем — анализаторов, или сенсорных систем. Учение об анализаторах было создано И. П. Павловым.

Анализатором называется совокупность нейронов, участвующих в восприятии раздражений, проведении возбуждения, а также анализе его свойств клетками коры больших полушарий.

Каждый анализатор представляет сложную систему, состоящую из трех функционально связанных между собой частей: рецептора — периферической воспринимающей части анализатора, проводниковой части и центральной, находящейся в определенном участке коры больших полушарий.

Роль каждой части анализатора состоит в следующем. Рецепторы специализированы для восприятия определенного стимула (раздражителя). Проводниковая часть передает возникшее возбуждение в кору больших полушарий — центр анализатора, здесь происходит тончайший анализ и синтез поступивших сенсорных сигналов (возбуждений), которые воспринимаются как ощущение.

Функция (работа) любого анализатора начинается с восприятия рецепторами определенного вида физической или химической энергии. Раздражение рецепторов вызывает возникновение местной деполяризации — рецепторного (или генераторного) потенциала.

При достижении рецепторным потенциалом определенной величины он вызывает в афферентных волокнах проводниковой части анализатора потенциалы действия, посредством которых и

передаются сенсорные сигналы в центр анализатора. Процесс передачи сенсорных сигналов сопровождается многократными их преобразованиями и перекодированием.

Аккомодация глаза

Свойство глаза видеть отчетливо предметы, находящиеся на различном от него расстоянии, называется аккомодацией. Достигается она путем изменения кривизны хрусталика и его преломляющей способности. В состоянии покоя или при рассматривании удаленных предметов ресничные мышцы расслаблены, цинновы связки натянуты, хрусталик имеет небольшую выпуклость и лучи от удаленных предметов фокусируются на сетчатке. Предметы, находящиеся вдали, хорошо видны, а близкие кажутся расплывчатыми.

При рассматривании близких предметов сокращается ресничная мышца, цинновы связки расслабляются и хрусталик вследствие эластичности делается более выпуклым, увеличивается его преломляющая сила. Поэтому близкие предметы будут видны хорошо, а удаленные плохо, они кажутся расплывчатыми.

Задание 1 Исследовать аккомодацию при рассматривании удаленных и близких предметов.

Объект исследования — человек. Материалы и оборудование. Рамка (20x20 см), натянутая проволочной сеткой, линейка.

Берут рамку, натянутую сеткой, и держат ее перед глазами на расстоянии 25—30 см. Смотрят через сетку на отдаленный предмет или проволочки сетки. Определяют, можно ли одновременно видеть отчетливо и отдаленный предмет, и проволочки сетки.

Задание 2 Определение тепловых и холодовых рецепторов

В коже имеются рецепторы, воспринимающие или тепло (их меньше), или холод. Для определения рецепторов температурной чувствительности пользуются термоэстезиометром, представляющим собой небольшой полый стеклянный сосудик конусообразной формы. В вершину уса впаяна высокотеплопроводная проволочка (рисунок 1) Цель задания - доказать раздельное расположение рецепторов, воспринимающих тепло и холод, и сосчитать их примерное число на площади 1 см².

Объект исследования — человек. Материалы и оборудование.

Термоэстеziометр, бумажный трафарет с квадратным отверстием в 1 см^2 .

Работу проводят в два этапа. Для определения плотности Холодовых рецепторов термоэстеziометр заполняют льдом. На тыльную поверхность кисти, предплечья, Плеча испытуемого накладывают трафарет с отверстием в 1 см^2 и осторожно касаются острием его проволочки поверхности кожи в пределах 1 см^2 .

При каждом прикосновении испытуемый должен сообщить, что он ощущает: прикосновение или холод, подсчитывают число Холодовых рецепторов.

Для определения числа тепловых рецепторов термоэстеziометр заполняют водой температурой $50 \text{ }^\circ\text{C}$.

Задание 3 Определение пространственных порогов тактильной чувствительности

Тактильные рецепторы — осязательные тельца Мейсснера, диски Меркеля, пластинчатые тельца Пачини — воспринимают прикосновение и давление. Раздражитель вызывает ощущение прикосновения или давления в том случае, когда он деформирует поверхность кожи. Различные участки ее обладают

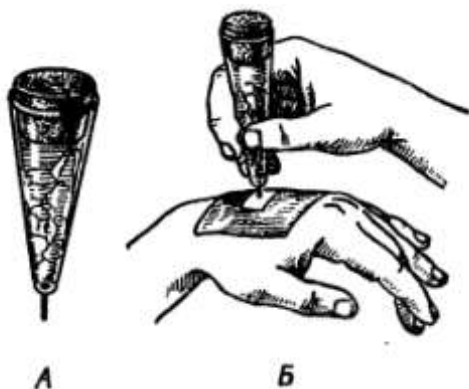


Рисунок 1 Термоэстеziометр:

А —общий вид; Б — рисунок, поясняющий методику определения температурной чувствительности (объяснение в тексте).

неодинаковой тактильной чувствительностью, так как рецепторы распределены неравномерно.

Цель задания - измерить пространственные пороги тактильной чувствительности. Объект исследования — человек. Материа-

лы и оборудование. Эстеziометр или циркуль Вебера, химический карандаш или шариковая ручка.

Испытуемый сидит с закрытыми глазами. Исследователь раздвигает ножки циркуля или эстеziометра (рисунок 2) на 1 мм и прикасается без нажима двумя ножками к коже пальцев рук. Затем постепенно раздвигает ножки эстеziометра, прибавляя каждый раз по 1 мм, и прикасается к коже. Отмечают, при каком расстоянии между ножками испытуемый различает двойное прикосновение.

Опыт повторяют, определяя, при каком расстоянии испытуемый различает двойное прикосновение на коже ладони, носа, шеи, спины.

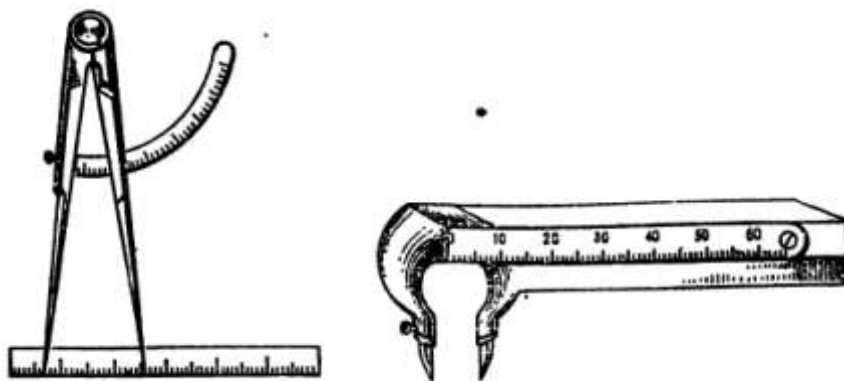


Рисунок 2 Эстеziометры.

Задание 4 Пороги вкусовой чувствительности и их определение

При помощи вкусового анализатора производится опробование пищи, определяется ее пригодность или непригодность.

Рецепторы вкуса — вкусовые луковицы — расположены в сосочках языка, мягком небе, задней стенке глотки, миндалинах и надгортаннике. Вкусовой анализатор воспринимает различные вкусовые вещества и обладает неодинаковой чувствительностью к этим веществам.

Цель задания- определение порога вкусовой чувствительности к кислому, сладкому, горькому и соленому. Объект исследования — человек. Материалы и оборудование - стеклянная палочка с закруглением на конце или глазная пипетка, кипяченая или дис-

тиллированная вода, 0,01%, 0,1% и 1 %-ный раствор лимонной кислоты, 0,01%, 0,1%, 1% и 10 %-ный раствор сахара, 0,001 %, 0,01 %, 0,1% и 1 %-ный раствор солянокислого хинина, 0,001%, 0,01%, 0,1% и 1 %-ный раствор хлористого натрия.

Испытуемому наносят на различные участки языка стеклянной палочкой или глазной пипеткой капельки исследуемого вещества, начиная с наименьшей концентрации. Между пробами различных веществ рот ополаскивают кипяченой или дистиллированной водой; интервал между пробами 1—2 мин.

Задание 5. Определение порогов обоняния

Обонятельный анализатор воспринимает запахи. Рецепторы обоняния (обонятельные клетки) находятся в носовой полости, в области верхнего носового входов и в задней верхней части носовой перегородки. Молекулы пахучих веществ проникают к обонятельным рецепторам при вдыхании воздуха через нос и при еде.

Цель задания- определение порога обоняния к различным веществам. Объект исследования — человек. Материалы и оборудование. Флаконы с растворами пахучего вещества: 0,0001%, 0,001%, 0,01% и 1 %-ный раствор камфары, 0,0001%, 0,001%, 0,01%, 1%, 2% и 3 %-ный раствор спирта, 0,0001%, 0,001%, 0,01%, 0,1% и 1 %-ный раствор ванилина и другие сильно пахучие вещества.

Открывают пробку флакончика с определенным пахучим веществом, подносят флакончик к ноздрям и делают несколько «нюхательных» вдохов. Начинают нюхать вещества с наименьшей концентрацией его во флакончике. Определяют пороговую концентрацию запаха для разных веществ.

3.Контрольные вопросы

1. Что такое анализаторы и какие они дают ощущения?
2. Что такое аккомодация глаза, каков ее механизм?
3. Строение, функции и рецепторы кожного анализатора.
4. Какие ощущения дают кожные анализаторы?
5. Каковы современные представления о болевой рецепции и ее значении?
6. Виды терморепцепторов, каковы их особенности?
7. Строение и функции вкусового и обонятельного анализаторов.

Практическое занятие №6 Оценка параметров, сердечной деятельности и гемодинамики у человека

План занятия

1. Теоретическая часть.
2. Выполнение заданий по теме занятия
3. Контрольные вопросы

Цель работы: научиться измерять простейшие параметры сердечной деятельности и центральной гемодинамики. Научиться оценивать тонус вегетативной нервной системы человека.

1. Теоретическая часть

О процессах, происходящих в сосудистой системе, судят по гемодинамическим показателям. Основными из них являются: кровяное давление в сосуде, сердечный выброс, периферическое сопротивление сосудов, минутный объем кровообращения.

Кровяное давление – это давление крови на стенки кровеносных сосудов. Это важнейший показатель состояния сердца и сосудов. Уровень кровяного давления определяется рядом факторов, среди которых основными являются работа сердца и тонус сосудов. Артериальное давление (АД) - это давление, развиваемое током крови в артериальных сосудах. Величина АД колеблется в зависимости от фаз сердечного цикла. В период систолы оно повышается (систолическое или максимальное давление - АД_С), в период диастолы – снижается (диастолическое или минимальное давление - АД_Д). Разность между величинами систолического и диастолического давления составляет пульсовое давление (ПД).

Величина среднего артериального давления (АД_{ср}) несет информацию об энергии непрерывного движения крови по сосуду, являясь довольно постоянной величиной для данного сосуда и отражая степень эластичности артериальной стенки. Нетрудно понять, что по мере продвижения крови вдоль сосудистого русла из-за сопротивления сосудов кровяное давление снижается, исчезают

пульсации. Наибольший градиент снижения давления отмечается в артериолах, которые имеют наибольшее сопротивление току крови. Для регистрации АД, у человека наиболее часто используют не прямые (бескровные) методы— аускультативный (Короткова) и пальпаторный (Рива-Роччи).

2. Выполнение заданий по теме занятия

Задание 1 Исследование пульса у человека

- ознакомление с методом исследования артериального пульса в покое и при физической нагрузке.
- секундомер или часы с секундной стрелкой. Исследование проводят на человеке.

Наиболее простым и доступным способом регистрации пульса является пальпаторный метод, который заключается в прощупывании и подсчете пульсовых волн. Обычно принято определять пульс на лучевой артерии руки. Для этого 2-й, 3-й и 4-ый пальцы другой руки накладывают несколько выше лучезапястного сустава и, почувствовав «биение» пульсовых волн, производят их подсчет в определенном интервале времени. В состоянии покоя подсчет пульса производят в течение 10, 15, 30 или 60 секунд, однако точность будет тем выше, чем больше временной интервал подсчета.

Обычно пульс оценивают также, как и частоту сердечных сокращений: в ударах в минуту, а потому, если подсчет пульса осуществляется за 10 секунд, то результат умножают на «6», если за 15 - то на «4», если за 30- то на «2». Чтобы оценить изменение пульса у человека, пульс считают в одном и том же положении (лежа, сидя, стоя) и с одной и той же руки.

Подсчитайте собственный пульс в следующих состояниях: сидя, стоя и после 20 приседаний, далее оцените время восстановления пульса. Для этого сразу же после 20 приседаний сядьте на стул и подсчитывайте пульс за 10с через каждые 30 с. Результаты занесите в таблицу 1.

Заметим, что частота пульса у здоровых людей составляет 60 - 90 уд / мин. Если же пульс ниже 60 уд/мин, то состояние называется брадикардия, а если выше 90 уд/мин. - тахикардия.

Необходимо подчеркнуть, что в положении лежа пульс в среднем на 10 уд/мин меньше, чем в положении стоя. У женщин пульс на 7 - 10 уд/мин. чаще, чем у мужчин того же возраста. При физической нагрузке частота пульса прямо пропорциональна ее величине. При этом если у здорового человека частота пульса увеличивается менее, чем на 30%, - это хорошо. Если же увеличение пульса составило более 30%, то говорят о недостаточной тренированности.

Если частота пульса возвращается к норме за 2 минуты и менее - это хорошо, если за время от 2 до 3 минут - удовлетворительно, если время восстановления пульса составляет более 3 минут - следует заняться собой.

Таблица 1. Изменение частоты пульса испытуемого после физической нагрузки.

	До и после нагрузки			Восстановление после нагрузки					
	Сидя	Стоя	После 20 приседаний	Через 30 с	Через 60 с	Через 90 с	Через 120 с	Через 150 с	Через 180 с
Пульс Уд/мин									

1. Записать ход работы. 2. Подсчитать собственный пульс в различных состояниях, результаты занести в таблицу 1. 3. Объяснить, почему при изменении состояния происходит изменение пульса. 4. Построить график динамики восстановления пульса. 5. Определить по графику, за сколько времени пульс возвращается к норме. 6. Оценить состояние своей сердечно-сосудистой системы.

Задание 2 Измерение артериального давления у человека

- ознакомление с методом измерения артериального давления у человека, тонометр, фонендоскоп. Исследование проводят на человеке.

Артериальное давление (АД) - это давление крови на стенки артериальных сосудов, определяемые следующим комплексом факторов: работой сердца, тонусом сосудистой стенки, объемом кровенаполнения, регуляторными влияниями и т.д. Для регистрации АД у человека используют непрямые (бескровные) методы - аускультативный (метод Короткова) и пальпаторный (метод Рива-Роччи).

Для измерения давления методом Рива-Роччи манжетку тонометра обертывают вокруг левого плеча пациента, предварительно обнажив его (рис. 1). Далее, надавливая на резиновую грушу тонометра, медленно нагнетают воздух в манжету до исчезновения пульсации в лучевой артерии (контроль пульсаций ведется пальпаторно). После этого медленно выпускают воздух из манжетки. Как только под пальцами рук появляется первая пульсовая волна, фиксируют показания манометра, что и соответствует систолическому (максимальному) давлению. При дальнейшем снижении давления характер пульсации не меняется, поэтому диастолическое давление этим методом не фиксируется. Артериальное давление измеряют в мм рт. ст.

Аускультативный метод (метод Короткова). Как и в предыдущем случае АД измеряют в плечевой артерии. На плечо, находящееся в локтевом упоре, накладывают манжетку (рис. 1). Ниже места наложения манжетки, в локтевом сгибе устанавливают фонендоскоп. С помощью резиновой груши накачивают воздух в манжетку, повышая в ней давление до того момента, как перестанет прощупываться пульс, то есть когда давление в манжетке превысит давление в плечевой артерии.

Затем, открывают винтовой клапан и медленно выпускают воздух из манжетки, при этом все время выслушивают через фонендоскоп звуки (тоны) в плечевой артерии. В момент, когда давление в манжетке станет чуть ниже давления в артерии, небольшая порция крови на высоте систолы прорывается через сдавленный участок и, ударившись о расслабленную стенку сосуда дистальнее места сжатия, вызывает ее колебания. Именно вибрация стенки сосуда и воспринимается как звуковые тоны. В момент появления звуковых тонов фиксируют показание манометра, что соответствует величине систолического давления (АДС).

Далее, интенсивность тонов нарастает, а затем снижается. Когда давление крови в манжетке станет ниже диастолического давления в сосуде, то звуковые тоны исчезают вовсе. Это обусловлено тем, что просвет сосуда полностью восстанавливается, и кровь свободно течет по сосуду. В момент исчезновения звуковых тонов фиксируют показание манометра, что соответствует величине диастолического давления (АДД).

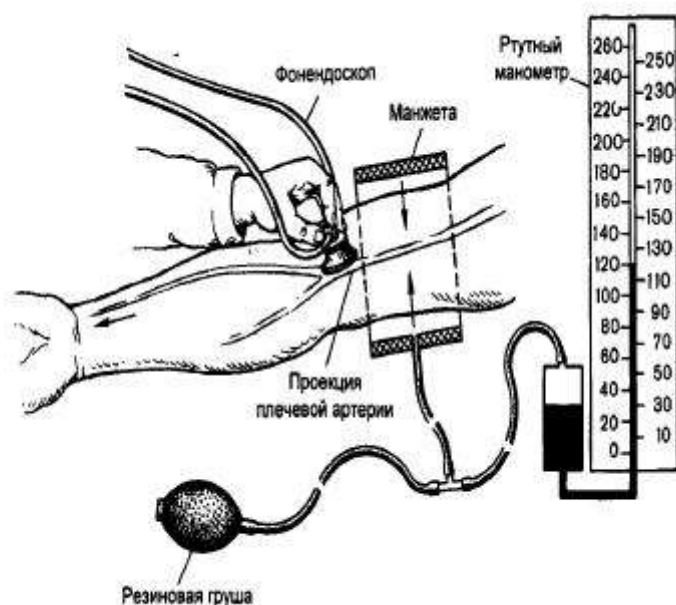


Рисунок 1. Измерение АД методом Короткова.

Измерьте у испытуемого артериальное давление обоими способами, результаты занесите в таблицу 2. Рассчитайте по формулам пульсовое давление (ПД) и среднее артериальное давление (АД_{ср}): $ПД = АДС - АДД$, $АД_{ср} = (АДС - АДД) / 3 + АДД$.

Известно, что в норме у здорового человека АДС находится в диапазоне 90 - 140 мм рт. ст., а пульсовое давление составляет примерно 35 - 55 мм рт. ст. При АДС больше 140 мм рт. ст. считают, что у человека имеется гипертензия.

Таблица 2 Параметры артериального давления у испытуемого.

АДС, мм	АДД, мм	ПД, мм рт.ст.	АД _{ср} , мм
---------	---------	---------------	-----------------------

Метод Рива-Роччи				
Метод Короткова				

1. Записать ход работы. 2. Определить артериальное давление методом Рива-Роччи и методом Короткова. 3. Рассчитать пульсовое и среднее артериальное давление. 4. Результаты занесите в таблицу 2. 5. Сделать вывод о разнице между результатами, полученными двумя методами.

Задание 3 Частота пульса и артериальное давление как базовые индикаторы функционального состояния человека. Расчетная оценка вегетативного статуса испытуемого и параметров его центральной гемодинамики

- ознакомление с методом изучения состояния гемодинамических функций человека по параметрам пульса и артериального давления пациента, тонометр, фонендоскоп, секундомер или часы с секундной стрелкой, калькулятор. Исследование проводят на человеке.

Изменение функционального состояния пациента предлагается проследить на модели «покой-нагрузка». Для этого у испытуемого в положении сидя (после 3-5 минут отдыха) измеряют артериальное давление (АДС/АДД) и пульс пальпаторно (ЧСС). Далее ему предлагают сделать 20 приседаний за 30 с., после чего измерения повторяют. Результаты заносят в таблицу 3.

Таблица 3. Гемодинамические показатели испытуемого до и после физической нагрузки.

Показатели	В покое (положение сидя)	После физической нагрузки
ЧСС, уд/мин		
АДС/АДД, мм рт. ст.		
ПД, мм рт. ст.		
ВИК, %		
УОК, мл		
МОК, л/мин		
ОПСС, дин-с/см ⁵		

Используя полученные значения ЧСС и АД, рассчитывают параметры центральной гемодинамики (пульсовое давление - ПД, ударный объем крови - УОК по формуле Старра, минутный объем кровообращения - МОК, общее периферическое сопротивление сосудов - ОПСС, а также вегетативный индекс Кердо - ВИК) по формулам:

ПД (мм рт. ст.) = АДС - АДД,

ВИК (%) = $(1 - \text{АДД} / \text{ЧСС}) \times 100$,

УОК (мл) = $100 + 0,5 \text{ ПД} - 0,6 \text{ АДД} - 0,6 \text{ В}$,

где В - возраст испытуемого (полных лет),

МОК (л /мин) = $\text{ЧСС (уд/мин)} \times \text{УОК (мл)} / 1000$,

ОПСС (дин-с / см⁵) = $79,8 \times \text{АДср (мм рт. ст.)} / \text{МОК (л/мин)}$.

Расчетные данные также заносят в таблицу 3. (формула для расчета АДср представлена в задании 2).

При интерпретации результатов следует принять во внимание, что АДД характеризует состояние сосудистого тонуса, а АДС и ПД, в большей степени, - насосную функцию сердца. В норме УОК составляет 70 - 80 мл, а при нагрузке - 140 - 170 мл. Величина МОК существенно зависит от ЧСС, но в покое обычно составляет 3 - 5 л/мин., а при нагрузке - 25 - 30 л/мин. В норме ОПСС составляет 1200 - 1500 дин-с / см⁵, но при гипертонической болезни и атеросклерозе ОПСС увеличивается.

Вегетативный индекс Кердо позволяет косвенно судить о балансе симпатических и парасимпатических влияний на сердце, т.е. о вегетативном тонусе. При этом следует помнить, что если $\text{ВИК} < -10\%$ - то это парасимпатикотония, $-10\% < \text{ВИК} < 10\%$ - это нормотония, $\text{ВИК} > 10\%$ - это симпатикотония.

1. Записать ход работы. 2. Измерить пульс и артериальное давление испытуемого в покое и после физической нагрузки. 3. Результаты измеренных и расчетных показателей занести в таблицу 3. 4. Сделать вывод о функциональном состоянии испытуемого в покое и его изменении при физической нагрузке. 5. Как меняется вегетативный тонус испытуемого и как «реагируют» показатели центральной гемодинамики на физическую нагрузку?

Задание 4. Оценка сердечно-сосудистой реактивности при проведении ортостатической пробы

Ортостатическая проба - это функциональная проба, направленная на экспериментальное выявление сердечно-сосудистой реактивности организма человека. Физиологический смысл ортостатической нагрузки заключается в следующем: при переходе человека из горизонтального положения в вертикальное меняется направление земного притяжения на тело. Вследствие градиента гидростатического давления идет перераспределение крови с депонированием до 7 - 10 процентов циркулирующей крови в емкостных сосудах нижних конечностей. При этом кровоснабжение органов, расположенных выше сердца, уменьшается. Дополнительное перераспределение крови происходит из-за увеличения кровотока в мышцах ног.

Как результат компенсации ортостатических сдвигов отмечается активация симпатической нервной системы (за счет снижения артериального давления в сосудах и активации барорецепторов, мозжечковых влияний). «Включаются» механизмы саморегуляции АД. При этом увеличивается ЧСС, происходит сужение сосудов - мелких артерий и артериол нижних конечностей, внутренних органов - почек, печени, селезенки, то есть происходит централизация кровообращения. По степени выраженности этих сдвигов можно оценить степень устойчивости функции кровообращения.

- ознакомление с методом оценки сердечно-сосудистой реактивности человека при проведении ортостатической пробы, кушетка, тонометр, фонендоскоп, секундомер или часы с секундной стрелкой. Исследование проводят на человеке.

Испытуемый находится в положении лежа на спине в течение 5 - 6 минут. В этом положении у него несколько раз измеряют АД и ЧСС с интервалом 1 - 2 минуты до получения повторяющихся величин. Данные записывают в таблицу 4. После этого испытуемому предлагают встать, ноги расставить на ширину плеч и стоять в течение 10 минут. Сразу после вставания измеряют АД и ЧСС, а потом проводят те же измерения на 2-ой, 3-ей и 4-ой минутах, а данные заносят в ту же таблицу. С целью контроля состояния испытуемого фиксируют его субъективные жалобы путем опроса.

Таблица 4. Гемодинамические показатели испытуемого при ортостатической пробе.

Показатели	В положении лежа	В положении стоя			
		1-я мин	2-я мин	3-я мин	4-я мин
АДС, мм рт. ст.					
АДД, мм рт. ст.					
ПД, мм рт. ст.					
ЧСС, уд/мин					

Заметим, что нормальной реакцией системы кровообращения на ортопробу считается умеренно симпатикотонический тип, когда за 10 минут ортостаза ЧСС возрастает на 20 - 30%, АДС изменяется в пределах $\pm 15\%$, а АДД снижается не более, чем на 5 мм рт. ст. Однако можно наблюдать 4 патологических типа реагирования:

Гиперсимпатонический: более резкое повышение АДС и АДД, а также ЧСС, лицо испытуемого сразу после вставания краснеет.

Гипердиастилический: АДД повышается больше, чем на 5 мм рт. ст., а АДС снижается на еще большую величину. При этом ПД уменьшается, а ЧСС резко возрастает.

Асимпатикотонический или гиподиастилический: АДС и АДД либо не изменяются, либо снижаются. ЧСС остается на исходном уровне или незначительно увеличивается. Заметим, что при резком падении АДС возможен обморок.

Симпатоастенический: сразу после вставания отмечается нормальная или гиперсимпатикотоническая реакция, которая на 3-6-ой минутах сменяется выраженным снижением АДС. ЧСС возрастает на 100 %. При этом возможны головокружения, коллапс.

1. Записать ход работы. 2. Построить динамические графики изменений ЧСС и АД при ортопробе. 3. Дать заключение о типе реакции кровообращения на ортостатическую пробу.

3. Контрольные вопросы

1. Объяснить, за счет функционирования каких эффекторных механизмов происходит компенсация ортостатических изменений.
2. Ответить на вопрос: «Какую опасность для человека представляет постоянно высокое артериальное давление?».

3. За счет какого параметра (УОК или ЧСС) повышен или понижен МОК в состоянии покоя, и о чем (предположительно) это может свидетельствовать?

Практическое занятие №7 Исследование ферментативной активности поджелудочного сока

План занятия

1. Теоретическая часть.
2. Выполнение заданий по теме занятия
3. Контрольные вопросы

Цель работы: Изучить ферментативную активность поджелудочного сока

1. Теоретическая часть.

В соке поджелудочной железы содержатся ферменты протеолитические (трипсин, химотрипсин, паякреатопептидаза, Е. или эластаза, карбоксипептидаза, каликреин, дезоксирибонуклеаза, рибонуклеаза и др.), амилолитические (амилаза, глюкозидаза, фруктофуруонидаза, галактозидаза) и липолитические (липаза, фосфолипаза). Протеолитические ферменты синтезируются в виде неактивных предшественников (зимогенов), которые в кишечнике превращаются в активные формы.

Другие ферменты синтезируются в поджелудочной железе в активной форме, причем для проявления этих свойств требуется наличие эффекторов, находящихся в двенадцатиперстной кишке.

2. Выполнение заданий по теме занятия

Задание 1 Ферментативная активность поджелудочного сока

Используют поджелудочный сок, полученный у животных с фистулой поджелудочной железы. Можно использовать панкреатин (1 г растворяют в 250 мл 0,3 %-ного раствора NaHCO_3). Подготавливают водяную баню или термостат, спиртовки, штативы с пробирками, бюретки, желчь, фибрин, крахмал вареный и сырой,

масло растительное, фенолфталеин, раствор Люголя, бромную воду (4 %-ный раствор брома в воде), 0,01 н. раствор NaOH, стеклограф.

Нумеруют 9 пробирок, в каждую наливают по 2 мл поджелудочного сока (панкреатин). В 1-ю пробирку опускают кусочек фибрина; во 2-й сок кипятят, охлаждают и опускают в него также кусочек фибрина; в 3-й поджелудочный сок подкисляют соляной кислотой и добавляют кусочек фибрина; в 4-ю добавляют 2 мл вареного крахмала, а в 5-ю — 50 мг сырого крахмала; в 6-й пробирке сок кипятят, охлаждают и добавляют 2 мл вареного крахмала; в 7-ю вводят 0,3 мл желчи и 2 мл растительного масла, а в 8-ю — 2 мл растительного масла; в 9-й пробирке сок кипятят и добавляют 0,3 мл желчи и 2 мл растительного масла. При кипячении ферменты сока разрушаются.

Все пробирки помещают на 30 мин в термостат или водяную баню при температуре 38—40 °С. По истечении этого времени пробирки извлекают, охлаждают, а затем проводят реакции с содержимым пробирок на наличие в них продуктов гидролиза.

В 1-ю, 2-ю и 3-ю пробирки добавляют бромную воду, которая в присутствии аминокислот (триптофана) приобретает красновато-фиолетовый цвет; отсутствие окрашивания указывает на то, что фибрин не переваривается. В 4-ю, 5-ю и 6-ю пробирки добавляют по 1—2 капли раствора Люголя и определяют присутствие крахмала (синее окрашивание). Содержимое 7-й, 8-й и 9-й пробирок титруют 0,01 н. раствором NaOH в присутствии индикатора фенолфталеина и по количеству раствора, пошедшего на титрование каждой пробы, судят о липолитической активности поджелудочного сока.

Раствор NaOH нейтрализует продукты гидролиза — жирные кислоты; о завершении нейтрализации судят по появлению розового окрашивания, которое дает фенолфталеин. После этого записывают результаты и делают заключение о ферментативной активности поджелудочного сока, об условиях, в которых проявляют свое действие ферменты на белки, углеводы и жиры.

3. Контрольные вопросы

1. Состав поджелудочного сока.

2. На какие питательные вещества, при какой реакции среды действует каждый отдельный фермент секретов пищеварительных желез и до каких продуктов расщепляет их?
3. Расщепление клетчатки, крахмала, сахаров, белков и липидов.

Практическое занятие №8. Исследование состава желчи и её роль в пищеварении.

План занятия

1. Теоретическая часть.
2. Выполнение заданий по теме занятия
3. Контрольные вопросы

Цель работы: Изучить состав желчи и её роль в пищеварении.

1. Теоретическая часть.

Желчеобразовательной деятельностью печени называется образование и выделение желчи печеночными клетками. Поступление желчи в желчный пузырь, накопление и выведение ее из последнего в двенадцатиперстную кишку в связи с пищеварением обеспечивается желчевыделительным аппаратом, включающим в себя желчные протоки (правый и левый печеночные протоки, общий печеночный проток, пузырный проток, приводящий и отводящий желчь из желчного пузыря, и желчный проток, формирующийся путем соединения общего печеночного и пузырного протоков, имеющий сфинктер при впадении в двенадцатиперстную кишку) и желчный пузырь.

2. Выполнение заданий по теме занятия

Определение наличия желчных кислот и желчных пигментов в желчи, а также пищеварительной роли желчи проводят простыми реакциями и способами.

Задание 1 Состав желчи и её роль в пищеварении

Подготавливают свежую желчь, штатив с пробирками, воронки, пипетки, бумажные фильтры, растительное масло, 20 %-ный раствор сахарозы, серную кислоту, смесь азотной и азотистой кислот, лупы, предметные стекла, воду, часовые стекла, стеклянные палочки.

Для определения желчных кислот в желчи часовое стекло ставят на белую бумагу, пипеткой наносят на него 2 капли желчи и 2 капли 20 %-ного раствора сахарозы, перемешивают их стеклянной палочкой. Затем на часовое стекло по краям жидкости добавляют 3—4 капли серной кислоты. На месте слияния капель появляется розовая окраска, переходящая при стоянии в красную и красно-фиолетовую. Эту окраску дает оксиметилфурфурол, который образуется из фруктозы в присутствии серной кислоты, взаимодействуя с желчными кислотами.

Для определения пигмента билирубина берут пробирку и наливают в нее 2 мл смеси, концентрированной азотной и азотистой кислот, затем осторожно пипеткой накладывают 1 мл желчи. На границе жидкостей появляются кольца желтого, красного, фиолетового, синего и зеленого цвета (соответствуют разной степени окисления билирубина). Эту реакцию можно проделать на фильтровальной бумаге. На бумагу наносят желчь, а затем в середину несколько капель смеси кислот. Вокруг кислоты возникают кольца разной окраски.

Для определения характера влияния желчи на жиры на предметное стекло в разных местах наносят каплю дистиллированной воды и каплю желчи. К каждой капле добавляют по капле растительного масла, перемешивают и рассматривают содержимое обеих капель под лупой. Желчь и воду с растительным маслом в равных соотношениях можно взболтать в пробирках. Обращают внимание на наличие жировой эмульсии. Делают заключение о влиянии желчи на жиры.

При изучении ферментативной активности поджелудочного сока определялась роль желчи в активации ферментов поджелудочного сока. Здесь же нужно назвать, какие другие роли играет желчь в связи с кишечным пищеварением

3. Контрольные вопросы

1. Образование желчи.
2. Состав желчи
3. Роль желчи в пищеварении

Список рекомендованной литературы

1. Физиология человека [Текст]: учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. - Изд. 3-е, стер. - Москва: Медицина, 2013. - 664 с.
2. Дмитриев А. Д. Биохимия: учебное пособие / Алексей Дмитриевич Дмитриев, Елена Дмитриевна Амбросьева. - М.: Дашков и К, 2012. - 168 с.
3. Пинчук, Л. Г. Биохимия [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. Г. Пинчук, Е. П. Зинкевич, С. Б. Гридина. - Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. - 364 с
4. Чиркин А. А. Практикум по биохимии: Учебное пособие / А. А. Чиркин. - М.: Новое знание, 2002. - 512 с.
5. Юшкова, О. И. Основы физиологии человека [Текст]: учебное пособие для студентов горных вузов / О. И. Юшкова. - М.: МГГУ, 2004. - 246 с.
6. Кнорре Д. Г. Биологическая химия: учебник для студентов вузов / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина. - 3-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2003. -479с.
7. Камкин А. Г. Атлас по физиологии [Текст]: атлас / А. Г. Камкин; И. С. Киселева. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2013 -. В 2-х т. Т. 1. - 408 с.