

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Ульяновский государственный технический университет

ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторной работе
по курсу «Физиология человека»

Составитель **О. Е. ФАЛОВА**

Ульяновск
2005

УДК 612.13 (076)
ББК 28.707.3 я7
Ф50

Рецензент зав. каф. микробиологии, вирусологии и иммунологии, доктор медицинских наук, профессор Н. И. Потатуркина-Нестерова

Физиология сердечно-сосудистой системы: методические указания / сост. О. Е. Фалова. – Ульяновск, 2005. – 16 с.

Рассмотрены теоретические основы строения и функционирования сердечно-сосудистой системы, показатели ее деятельности, методы определения артериального давления, пульсометрии. Представлено описание приборов и порядок выполнения лабораторной работы по изучению основных показателей, характеризующих работу данной физиологической системы организма человека.

Предназначены для студентов специальности 28020265 – Инженерная защита окружающей среды.

Работа подготовлена на кафедре «Безопасность жизнедеятельности, экология и химия».

УДК 612.13 (076)
ББК 28.707.3 я7

© Фалова О. Е., составление, 2005
© Оформление. УлГТУ, 2005

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| Общие сведения о строении сердечно-сосудистой системы (ССС) | 4 |
| Основные показатели деятельности сердца | 5 |
| Методы измерения артериального давления | 7 |
| Описание приборов | 7 |
| Выполнение лабораторной работы | 9 |
| Таблицы для записи результатов | 13 |
| Контрольные вопросы | 14 |
| Приложение А | 15 |
| Библиографический список | 16 |

**Общие сведения о строении сердечно-сосудистой системы
(ССС)**

Кровообращение обеспечивает все процессы метаболизма в организме человека и поэтому является компонентом различных функциональных систем, определяющих гомеостаз. Выполняя одну из главных функций – транспортную – сердечно-сосудистая система обеспечивает ритмичное течение физиологических и биохимических процессов в организме человека. К тканям и органам по кровеносным сосудам доставляются все необходимые вещества (белки, углеводы, кислород, витамины, минеральные соли) и отводятся продукты обмена веществ и углекислый газ. Сердечно-сосудистая система выполняет регуляторную и защитную функции и в содружестве с нервной и гуморальной системами играет важную роль в обеспечении целостности организма.

Сосудистая система делится на кровеносную и лимфатическую. Эти системы анатомически и функционально тесно связаны, дополняют друг друга. Кровеносная система состоит из центрального органа кровообращения – сердца, ритмические сокращения которого дают движение крови по сосудам, и самих сосудов. Лимфатическая система состоит из лимфатических сосудов, узлов и протоков.

К основным особенностям сердечной мышцы относятся: автоматия, возбудимость, сократимость, проводимость.

Автоматия – способность к ритмическому сокращению миокарда под влиянием импульсов, возникающих в нем самом. В состав сердечной поперечнополосатой мышечной ткани входят типичные сократительные мышечные клетки – кардиомиоциты.

Возбудимость сердечной мышцы возникает под влиянием электрических, химических, термических и других раздражителей мышцы сердца, которая способна переходить в состояние возбуждения.

Проводимость сердечной мышцы заключается в том, что волны возбуждения проходят по ее волокнам с неодинаковой скоростью. Возбуждение по волокнам мышц предсердий распространяется со скоростью 0,8–1,0 м/с, по волокнам мышц желудочков – 0,8–0,9 м/с.

По лимфатической системе в кровеносную из тканей возвращаются вода, белки, жиры, продукты обмена веществ. Данная система выполняет ряд функций: поддерживает объем и состав тканевой жидкости; поддерживает гуморальную связь между тканевой жидкостью всех органов и тканей;

осуществляет всасывание и перенос пищевых веществ из пищеварительного тракта в венозную систему, а также перенос в костный мозг и к месту повреждения мигрирующих лимфоцитов.

Основные показатели деятельности сердца

Функция сердца – резервуарная и нагнетательная: в период расслабления сердечной мышцы в нем накапливается очередная порция крови, а во время сокращения часть этой крови выбрасывается в большой и малый круги кровообращения. Сокращение сердечной мышцы называется *систолой*, расслабление – *диастолой*.

За минуту у взрослого человека выбрасывается из каждого желудочка в среднем 4,5–5,0 литров крови. Этот показатель носит название «минутный объем кровообращения» или «минутный объем крови» (МОК). В расчете на площадь поверхности за минуту сердце взрослого человека выбрасывает в каждый круг около 3 л/м^2 крови. Этот показатель получил название «сердечный цикл». В среднем за 70 лет жизни сердце совершает около 2600 млн сокращений, перекачивая около 155 млн л крови.

Сердце здорового человека сокращается ритмично в состоянии покоя с частотой 60–70 ударов в минуту. Период, который включает одно сокращение и последующее расслабление, составляет сердечный цикл. Полный сердечный цикл продолжается 0,8–0,85 с.

Важнейшей характеристикой производительности сердца является *систолический объем*.

Артериальное давление – это давление крови в крупных артериях человека. Различают два показателя артериального давления:

- систолическое (верхнее) артериальное давление (СД) – это уровень давления крови в момент максимального сокращения сердца, характеризует состояние миокарда левого желудочка и равняется 100–120 мм рт.ст.
- диастолическое (нижнее) артериальное давление (ДД) – это уровень давления крови в момент максимального расслабления сердца, характеризует степень тонуса артериальных стенок и равняется 50–80 мм рт.ст.

Артериальное давление измеряется в миллиметрах ртутного столба, сокращенно *мм рт.ст.* Значение величины артериального давления 120/80 означает, что величина систолического давления равна 120 *мм рт.ст.*, а величина диастолического артериального давления равна 80 *мм рт.ст.*

Разность между величинами систолического и диастолического давлений называется пульсовым давлением (ПД). Оно показывает, насколько систолическое давление превышает диастолическое, что необходимо для открытия полулунного клапана аорты во время систолы. В норме пульсовое давление равно 35–55 *мм рт.ст.*

Только при таких условиях во время систолы левого желудочка клапан открывается полностью, и кровь поступает в большой круг кровообращения. Если систолическое давление станет равным диастолическому, движение крови будет невозможным и наступит смерть. Повышение давления на каждые 10 *мм рт.ст.* увеличивает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний на 30 %.

Величина кровяного давления зависит от трех основных факторов:

- частоты и силы сердечных сокращений;
- величины периферического сопротивления, т. е. тонуса стенок сосудов, главным образом, артериол и венул;
- объема циркулирующей крови.

Артериальное давление здорового человека является величиной довольно постоянной, однако оно всегда подвергается небольшим колебаниям в зависимости от фаз деятельности сердца и дыхания. Кровопотери ведут к снижению кровяного давления, а переливание большого количества крови повышает артериальное давление. Величина давления зависит от возраста. У детей артериальное давление ниже, чем у взрослых, потому что стенки сосудов более эластичны.

Методы измерения артериального давления

Для измерения артериального давления в настоящее время используют прямой и косвенный методы:

Прямой метод – применяется в экспериментах на животных, заключается во введении в артерию иглы, соединенной с манометром.

Косвенный метод Короткова – был разработан русским хирургом Н. С. Коротковым в 1905 году – позволяет измерять артериальное давление очень простым прибором. Метод Короткова основан на измерении той величины давления, которая необходима для полного сжатия артерии и прекращения в ней тока крови.

Описание приборов

Для измерения артериального давления методом Короткова применяются механические и электронные измерители со световой и цифровой индикацией. Механические измерители состоят из механического манометра, манжеты с грушей и фонендоскопа. Данные приборы в основном используются в профессиональной медицине, так как без специального обучения можно допустить погрешности в определении показателей.

Для домашнего использования наиболее подходят электронные измерители. Они бывают полуавтоматические (рис. 1, *а*) и автоматические (рис. 1, *б*). Их применение не требует никакого предварительного обучения и при соблюдении простых методических рекомендаций позволяет получить точные данные артериального давления путем нажатия одной кнопки. Принцип их действия основан на регистрации прибором пульсаций давления воздуха, возникающих в манжете, при прохождении крови через сдавленный участок артерии.

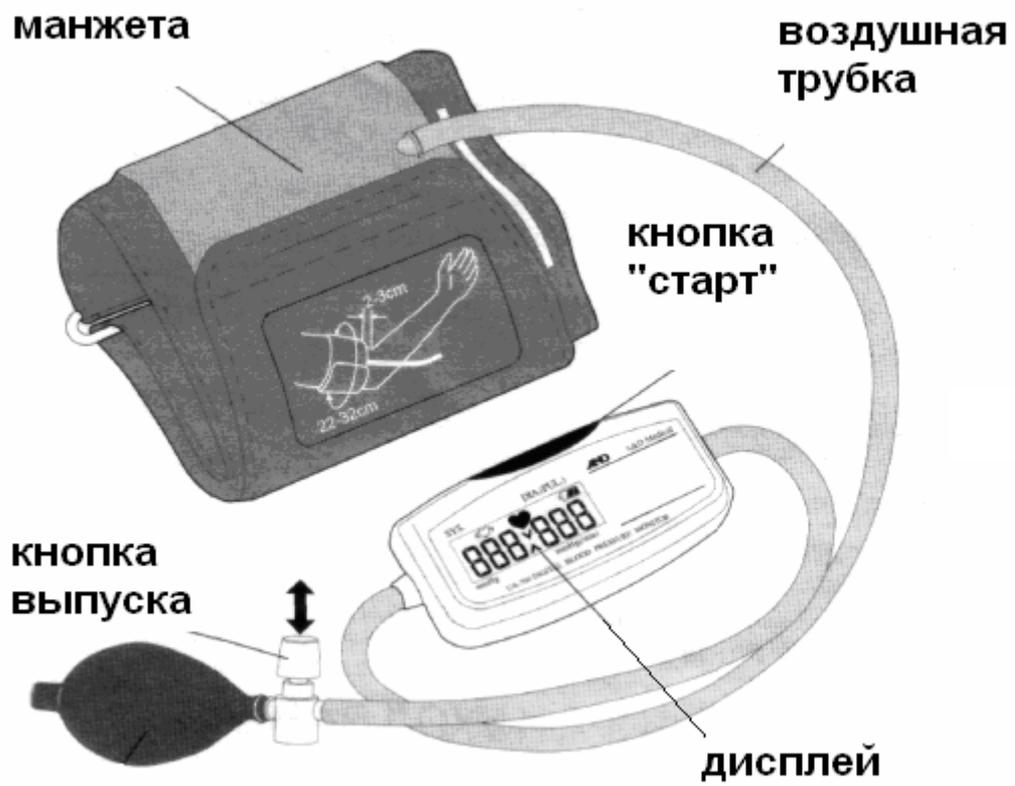


Рис. 1. Прибор для измерения артериального давления: полуавтоматический (а) и автоматический (б)

Выполнение лабораторной работы

Общие указания по выполнению лабораторной работы

Работа выполняется в следующей последовательности:

- внимательно прочитать теоретическую часть и порядок выполнения работы;
- выписать название приборов, изучить принцип их действия;
- произвести измерения и записать их результаты в рабочей тетради в форме таблиц 1–3, провести необходимые расчеты, сделать выводы;
- ответить на контрольные вопросы письменно.

Цель работы – ознакомиться с общими закономерностями функционирования сердечно-сосудистой системы, научиться некоторым методам исследования деятельности сердца.

Опыт 1. Ритм сердца и факторы, влияющие на него. Наблюдения проводятся на человеке.

Пульсометрия – это определение частоты сердечного ритма, необходимое для оценки степени функционального напряжения организма, степени тяжести и напряженности трудового процесса. Во время работы оптимальная частота пульса может колебаться в пределах 75–95 уд/мин. Пульсометрия осуществляется пальпаторно с помощью секундомера в течение 15–30 с с последующим пересчетом на число ударов в минуту. Можно также определить ритмичность пульса. Ритмичным пульс считается в том случае, если количество ударов за 10 с не будет отличаться более чем на один удар от предыдущего измерения. Значительные колебания числа сердечных сокращений за отрезки времени 10 с свидетельствуют об аритмичности пульса. Ритм сердца изменяется в процессе физической работы и в состоянии относительного покоя в зависимости от температуры крови и т. д.

Ход работы

1. Сосчитать по пульсу число сердечных сокращений за одну минуту:
 - а) в положении сидя (занести результаты в табл. 1);
 - б) после физической нагрузки (20 приседаний или бег на месте в течение одной минуты).

Для определения пульса на артериях необходимо:

- на лучевой – захватить кисть в области лучезапястного сустава таким образом, чтобы указательный, средний и безымянный пальцы располагались с ладонной стороны, а большой – с тыльной стороны кисти;
- на височной – приложить пальцы в области височной кости;
- на сонной – на середине расстояния между углом нижней челюсти и грудино-ключичного сочленений, указательный и средний пальцы кладутся на адамово яблоко (кадык) и продвигаются вбок на боковую поверхность шеи;
- на бедренной – пульс прощупывается в бедренной складке. Рекомендуется прощупывать пульс плашмя, а не кончиками пальцев.

Опыт 2. Определение длительности сердечного цикла у человека по пульсу. Исследования проводятся на человеке.

Ход работы

Нащупать пульс на лучевой артерии у себя или коллеги. Подсчитать число пульсовых ударов за 5 с несколько раз в течение трех минут. Число 5 разделить на каждое найденное число, определяя тем самым продолжительность одного сердечного цикла. Рассчитать среднюю продолжительность сердечного цикла.

Затем определить число пульсовых ударов за 60 с. Найти среднюю продолжительность сердечного цикла, разделив число 60 на количество измеренных пульсовых ударов.

Опыт 3. Измерение артериального давления способом Короткова. Наблюдения проводятся на человеке.

Приборы – тонометр (или сфигмоманометр), фонендоскоп (рис. 2). Прибор для измерения артериального давления методом Короткова состоит из полой резиновой манжеты, манометра и груши для нагнетания воздуха в манжету.

Ход работы

Студенты образуют пары: испытуемый, экспериментатор.

1. Зафиксировать манжету прибора на плече испытуемого так, чтобы под ней свободно проходили два пальца.
2. Поместить воронку фонендоскопа над проекцией плечевой артерии ниже манжеты.

3. Повысить в манжете давление до полного пережатия плечевой артерии.
4. Постепенно понижать давление в манжете, выпуская из нее воздух, открыв винтовой клапан, следить за показаниями манометра.
5. Отметить:
 - а) цифру в момент появления первого звука в плечевой артерии руки как показатель величины максимального артериального давления;
 - б) цифру в момент приглушения или исчезновения звуков в артерии как показатель величины минимального артериального давления.
6. Вычислить величину пульсового давления (ПД).
7. Повторить исследования кровяного давления:
 - а) тотчас после двухминутного бега на месте;
 - б) через пять минут отдыха.

Время, в течение которого производится измерение давления по Короткову, не должно длиться более одной минуты. Величину пульсового давления рассчитывают, вычитая из величины систолического давления величину диастолического.

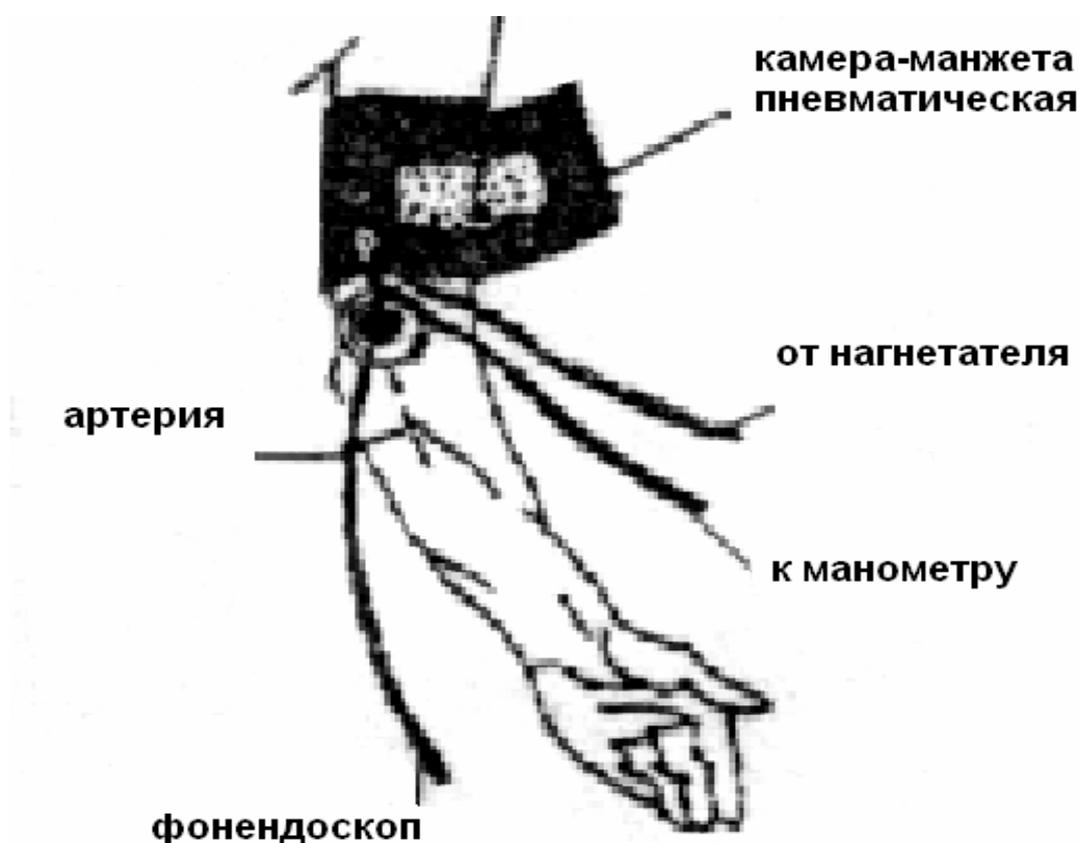


Рис. 2. Измерение артериального давления механическим прибором

Для определения должной индивидуальной нормы артериального давления могут быть использованы следующие зависимости:

$$\text{мужчины} - \text{СД} = 109 + 0,5 X + 0,1 Y,$$

$$\text{ДД} = 74 + 0,1 X + 0,15 Y;$$

$$\text{женщины} - \text{СД} = 102 + 0,7 X + 0,15 Y,$$

$$\text{ДД} = 78 + 0,17 X + 0,15 Y.$$

Для определения среднего кровяного давления (СКД), выражающего энергию непрерывного движения крови и представляющего довольно постоянную величину для данного организма, можно использовать следующие формулы:

формула Хикема:

$$\text{СКД} = \text{ДД} + (\text{СД} - \text{ДД})/3.$$

Для оценки функционального состояния ССС рассчитывают минутный объем сердца (МО) и сравнивают с должной величиной (ДМО).

$$\text{МО} = \text{УО} \cdot \text{ЧСС};$$

$$\text{ДМО} = 2,2 \text{ ПТ},$$

где 2,2 – сердечный индекс, л; ПТ – поверхность тела, рассчитываемая по номограмме (прил. А), УО – ударный объем сердца в мл, ЧСС – частота сердечных сокращений.

$$\text{УО} = 101 + 0,5 \text{ СД} - 1,09 \text{ ДД} - 0,6 \text{ В},$$

где В – возраст, г. Результаты записать в табл. 2.

Опыт 4. Функциональные пробы на реактивность сердечно-сосудистой системы

Синхронная регистрация различных внешних проявлений деятельности ССС при проведении различных функциональных проб расширяет диагностические возможности в анализе работы этой важной системы организма. Реакции гемодинамики на функциональные нагрузки можно разделить на три основные типа:

– адекватный с умеренным учащением пульса не более 50 % к исходному уровню, увеличением систолического АД до 30 % при незначительных колебаниях диастолического АД и восстановлением в течение 3–5 мин;

– неадекватный с чрезмерным увеличением показателей пульса и АД и задержкой восстановления более пяти минут;

– парадоксальный тип реакции, не соответствующий энергетическим потребностям, с колебаниями показателей менее 10 % к исходному уровню.

Ход работы.

В опыте участвуют четыре человека: испытуемый, измеряющий АД, подсчитывающий пульс, записывающий данные в таблицу. Заготовив предварительно таблицу, усаживают испытуемого. Один из участников опыта измеряет у него СД, второй заполняет таблицу отчета (табл. 3), третий подсчитывает пульсовые удары и протоколирует их. Определение артериального давления и пульса идет обязательно одновременно. Измерения проводят несколько раз, пока не будут получены две одинаковые цифры (близкие) показателей АД и пульса. Предлагают испытуемому встать и быстро измеряют давление несколько раз подряд. Одновременно за каждые 15 с сообщаются данные частоты пульса. Измерения проводятся до тех пор, пока показания не вернуться к исходным величинам (до полного восстановления). Аналогичное наблюдение провести после физической нагрузки (20 приседаний).

Для оценки тренированности ССС к выполнению физической нагрузки могут использоваться такие показатели, как коэффициент выносливости (КВ) и показатель качества реакции (ПКР):

$$\text{КВ} = (\text{ЧСС} / \text{ПД}) \cdot 10,$$

$$\text{ПКР} = (\text{ПД}_2 - \text{ПД}_1) / (\text{ЧСС}_2 - \text{ЧСС}_1),$$

где ПД_1 и ЧСС_1 – пульсовое давление и пульс до нагрузки; ПД_2 и ЧСС_2 – пульсовое давление и пульс после нагрузки.

Таблицы для записи результатов

Таблица 1

Результаты пульсометрии

| Артерия | ЧСС |
|----------------|------------|
| Височная | |
| Лучевая | |
| Сонная | |
| Бедренная | |

Таблица 2

Результаты измерения артериального давления методом Короткова

| Показатели | Результат |
|------------------------|-----------|
| СД | |
| ДД | |
| ПД | |
| Норма СД (по формулам) | |
| Норма ДД (по формулам) | |
| СКД | |

Таблица 3

Результаты исследования ССС на функциональную реактивность

| Показатели | Покой | После работы через | | | | | | |
|------------|-------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| | | 0 мин | 1 мин | 2 мин | 3 мин | 4 мин | 5 мин | ... мин |
| ЧСС | | | | | | | | |
| АД | | | | | | | | |

Требования к оформлению отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующие пункты:

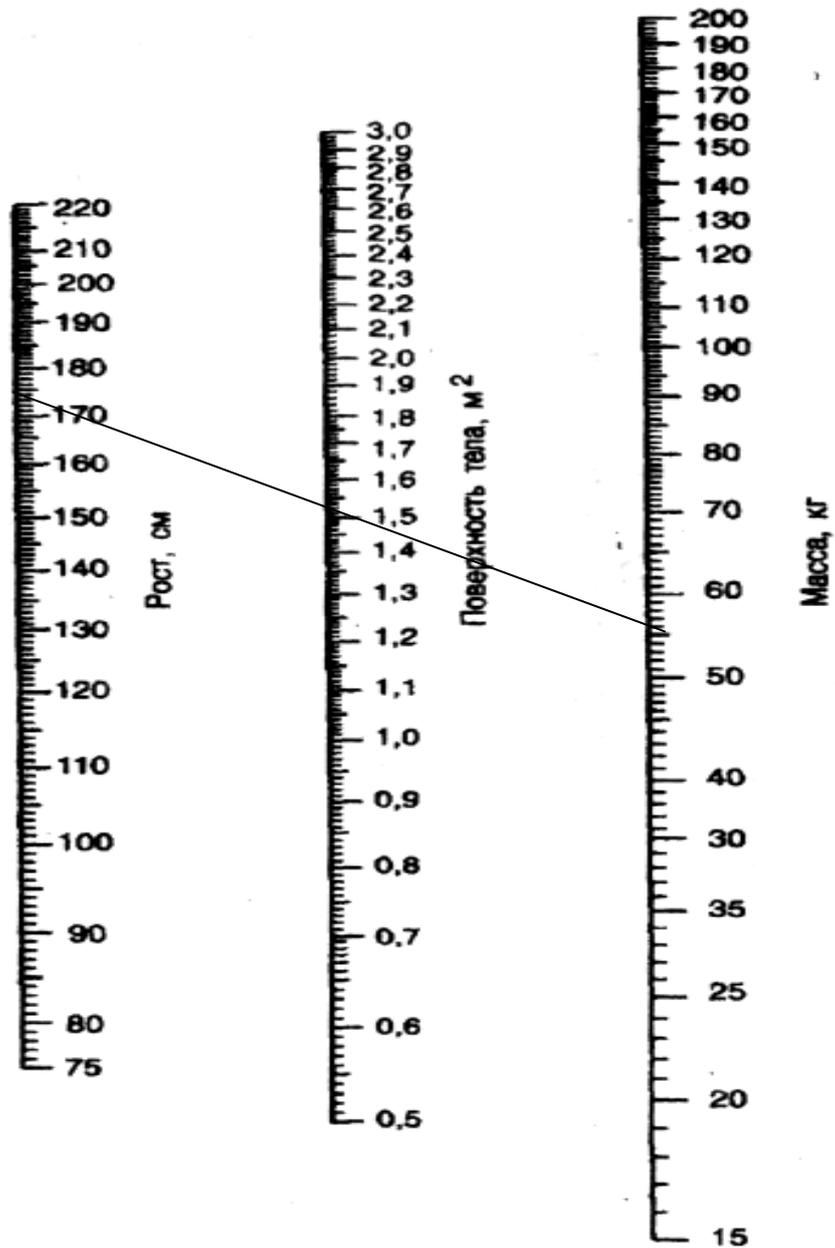
1. Цель работы.
2. Порядок выполнения работы.
3. Результаты эксперимента, занесенные в соответствующие таблицы.
4. Ответы на контрольные вопросы.
5. Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Кровяное давление в артериях, капиллярах, венах?
2. Факторы, определяющие величину кровяного давления?
3. Понятие о систолическом, диастолическом давлениях?
4. Понятие о пульсовом давлении, что оно характеризует?
5. Методы определения артериального давления?
6. В чем заключается роль лимфатической системы для организма человека?

Приложение А

Номограмма определения поверхности тела (m^2) по росту и массе



Соединить линейкой соответствующие показатели левой (рост) и правой (масса) шкал. Пересечение со средней шкалой соответствует поверхности тела.

Библиографический список

1. Агаджанян Н. А. Физиология человека / Н. А. Агаджанян, Л. З. Тель, В. И. Циркин, С. А. Чеснокова. – М. : Медицинская книга, Н. Новгород : НГМА, 2003. – 528 с.
2. Занько Н. Г. Физиология человека. Методы исследования функций организма : лабораторный практикум / Н. Г. Занько. – СПб. : СПбГЛТА, 2003. – 36 с.
3. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Физиология человека» / сост.: Е. А. Нургалева, Н. Н. Красногорская, Д. А. Еникеев. – Уфа, 2002. – 41 с.
4. Физиология человека : в 3 т. / под ред. Р. Шмидта, Г. Тевса. – М. : Мир, 1996. – 420 с.