

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени А.А. КУЛЕШОВА»

В. В. Трифонов

ЧАСТНЫЕ ВОПРОСЫ СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ

Теоретические основы
и методические рекомендации
к лабораторным занятиям по предмету



Могилев 2013

Электронный аналог печатного издания:

Трифонов В. В.

Частные вопросы спортивной медицины.

Могилев : МГУ имени А. А. Кулешова, 2013. – 32 с.

Данное издание предназначено для студентов факультета физического воспитания. Даются теоретические сведения и практические рекомендации, которые позволят ознакомиться с различными методами диагностики физиологических систем организма и влияния на его функциональное состояние.

УДК 796.01:61(075.8)

ББК 75.0

Трифонов В. В. Частные вопросы спортивной медицины. – [Электронный ресурс] : теоретические основы и методические рекомендации к лабораторным занятиям по предмету. – Электр. данные. – Могилев: МГУ имени А. А. Кулешова. – Загол. с экрана.

212022, г. Могилев,
ул. Космонавтов, 1
Тел.: 8-0222-28-31-51
E-mail: alexpzn@mail.ru
<http://www.msu.mogilev.by>

© Трифонов В.В., 2013
© МГУ имени А.А. Кулешова, 2013
© МГУ имени А.А. Кулешова,
электронный аналог, 2013

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время достижения высоких спортивных результатов в значительной степени определяются уровнем развития спортивной медицины. Предмет «Спортивная медицина» студенты факультета физического воспитания изучали в 6 и 7 семестрах. Дисциплина «Частные вопросы спортивной медицины» изучается в 8 семестре. На эту дисциплину отведено по учебному плану 22 часа лекций и 34 часа лабораторных занятий.

Теоретический материал и лабораторные занятия по предмету «Частные вопросы спортивной медицины» подобраны с учетом того, что ранее изучалось в предмете «Спортивная медицина».

В курс лабораторных занятий включены методы исследования функционального состояния организма, доступные для использования в практической работе тренера и учителя.

Особое внимание уделяется инструментальным методам исследования систем организма, которые лимитируют выполнение физической нагрузки циклического характера.

На лабораторных занятиях студенты должны:

- ознакомиться с основными методами исследования различных систем организма, которые используются в спортивной медицине;
- научиться объективно оценивать полученные данные, чтобы успешно применять их в своей работе.
- овладеть навыками проведения тестирования различных систем организма.

Лабораторный практикум закрепляет полученные студентами теоретические сведения, поэтому перед началом занятий необходимо убедиться в усвоении лекционного материала, для этого в начале каждого лабораторного занятия даются контрольные вопросы.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ЗДОРОВЬЯ

Здоровье – это не только отсутствие болезней, но и определенный уровень физической тренированности, подготовленности, функционального состояния организма, который является физиологической основой физического и психического благополучия.

Исходя из концепции физического (соматического) здоровья (Г.Л. Апанасенко, 1988), основным его критерием следует считать энергопотенциал биосистемы, поскольку жизнедеятельность любого живого организма зависит от возможности потребления энергии из окружающей среды, ее аккумуляции и мобилизации для обеспечения физиологических функций.

Так как доля аэробной энергопродукции является преобладающей в общей сумме энергопотенциала, то именно максимальная величина аэробных возможностей организма является основным критерием его физического здоровья и жизнеспособности. Такое понятие биологической сущности здоровья полностью соответствует представлениям об аэробной производительности, которая является физиологической основой общей выносливости и физической работоспособности (их величина детерминирована функциональными резервами основных систем жизнеобеспечения – кровообращения и дыхания).

Таким образом, основным критерием здоровья и физического состояния следует считать величину МПК данного индивида. Именно МПК является количественным выражением уровня здоровья, показателем «количества» здоровья.

Связь между аэробными возможностями организма и состоянием здоровья впервые была обнаружена американским врачом Купером (1970). Он доказал, что люди, имеющие уровень МПК 42 мл/мин/кг и выше, не страдают хроническими заболеваниями и имеют показатели артериального давления в пределах нормы. Более того, была установлена тесная взаимосвязь величины МПК и факторов риска ишемической болезни сердца: чем выше уровень аэробных возможностей, тем лучше показатели артериального давления, холестерина обмена и массы тела.

Таким образом, эндогенные факторы риска развития ишемической болезни сердца формируются лишь при снижении аэробных возможностей до определенного предела. Предельная (пороговая) величина МПК для

мужчин 42 мл/мин/кг, для женщин – 35 мл/ мин/кг, что обозначается как безопасный уровень соматического здоровья.

Величина МПК характеризует мощность аэробного процесса, т. е. количество кислорода, которое организм способен усвоить (потребить) в единицу времени (за 1 мин).

МПК зависит в основном от двух факторов: функции кислородтранспортной системы и способности работающих скелетных мышц усваивать кислород.

Емкость крови (количество кислорода, которое может связать 100 мл артериальной крови за счет соединения его с гемоглобином) в зависимости от уровня тренированности колеблется в пределах от 18 до 25 мл. В венозной крови, оттекающей от работающих мышц, содержится не более 6–12 мл кислорода (на 100 мл крови). Это означает, что высококвалифицированные спортсмены при напряженной работе могут потреблять до 12–19 мл кислорода из каждых 100 мл крови. Если учесть, что при тренировке на выносливость у бегунов и лыжников минутный объем крови может возрастать до 30–35 л/мин, то указанное количество крови обеспечит доставку к работающим мышцам кислорода и его потребление до 5,0–6,0 л/мин – это и есть величина МПК.

Наиболее важным фактором, определяющим величину максимальной аэробной производительности, является кислородтранспортная функция крови, которая зависит от кислородной емкости крови, а также сократительной и «насосной» функции сердца, определяющей эффективность кровообращения.

Не менее важную роль в определении максимального потребления кислорода играют и сами «потребители» кислорода – работающие скелетные мышцы. По своей структуре и функциональным возможностям различают два типа мышечных волокон – быстрые и медленные. Быстрые (белые) мышечные волокна – это толстые волокна, способные развивать большую силу и скорость мышечного сокращения, но не приспособленные к длительной работе на выносливость. В быстрых волокнах преобладают анаэробные механизмы энергообеспечения.

Медленные (красные) волокна приспособлены к длительной малоинтенсивной работе – за счет большого числа кровеносных капилляров, содержания миоглобина (мышечного гемоглобина) и большей активности окислительных ферментов. Это окислительные мышечные клетки, энергообеспечение которых осуществляется аэробным путем (за счет потребления кислорода).

Поскольку состав мышечных волокон в основном генетически обусловлен, при выборе спортивной специализации этот фактор должен обяза-

тельно учитываться. Так, у бегунов на длинные дистанции и марафонцев мышцы нижних конечностей на 70–80% состоят из медленных окислительных волокон и только на 20–30% – из быстрых анаэробных. У бегунов-спринтеров, прыгунов и метателей соотношение состава мышечных волокон противоположное.

Абсолютные значения МПК зависят от массы тела, поэтому у женщин эти показатели на 20–30% ниже, чем у мужчин. Для более точного определения уровня физического состояния принято оценивать МПК по отношению к его должным величинам (ДМПК), соответствующим средним значениям нормы для данного возраста и пола. Их можно рассчитать по следующим формулам:

$$\text{для мужчин: ДМПК} = 52 - (0,25 * \text{возраст}), \quad (1)$$

$$\text{для женщин: ДМПК} = 44 - (0,20 * \text{возраст}). \quad (2)$$

Зная должную величину МПК для данного индивида и его фактическое значение, можно определить процентное соотношение фактической величины с должной $\text{МПК} / \text{ДМПК} * 100\%$.

Определение фактической величины МПК прямым методом достаточно сложно, поэтому в массовой физической культуре широкое распространение получили косвенные методы определения максимальной аэробной производительности расчетным путем.

Расчетная величина МПК (л/мин) определяется по формуле В.Л. Карпмана для лиц с невысокой степенью тренированности:

$$\text{МПК} = 1,7 * \text{рвс}170 + 1240.$$

Оценка уровня физического состояния может производиться не только по величине МПК, но и по прямым показателям физической работоспособности. К ним относятся тест рвс170 и субмаксимальный велоэргометрический тест. Эти показатели измеряются в единицах мощности выполняемой работы (кгм/мин или Вт).

Хотя показатели физической работоспособности наиболее объективно отражают уровень физического состояния, для его оценки могут использоваться и другие методы, основанные на корреляционной зависимости между величиной МПК и основными функциональными показателями систем жизнедеятельности организма.

Необходимо отметить, что безопасный уровень соматического здоровья, гарантирующий отсутствие болезней, имеют лишь люди с высоким уровнем физического состояния. Понижение УФС сопровождается прогрессирующим ростом заболеваемости и снижением функциональных резервов организма до опасного уровня, граничащего с патологией. Следует также отметить, что отсутствие клинических проявлений болезни

еще не свидетельствует о наличии стабильного здоровья. Средний уровень физического состояния, очевидно, может расцениваться как критический. Дальнейшее снижение УФС уже ведет к клиническому проявлению болезни с соответствующими симптомами.

Вопросы для контроля знаний.

1. Дайте определение «Здоровья», что является его основным критерием.
2. Почему максимальная величина аэробных возможностей организма является основным критерием его жизнеспособности.
3. От каких основных факторов зависит величина МПК.
4. Кислородтранспортная система и ее составляющие.
5. Значение скелетных мышц в МПК.
6. Методы определения МПК.
7. Опишите методику определения уровня физического состояния по МПК.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Определение уровня физического состояния по максимальному потреблению кислорода

Основное достоинство этой методики – возможность корректного применения очень популярной номограммы Астранда (Astrand) для определения максимального потребления кислорода (МПК). К сожалению, многие пользователи, которые увлекаются косвенными методами оценки МПК, зачастую используют эту номограмму совершенно некорректно. Не принимается во внимание тот факт, что номограмма Астранда, была разработана в ходе обследования молодых людей с относительно высоким уровнем тренированности, и, что, пожалуй, самое главное, мощность нагрузки подбиралась такой, чтобы ЧСС не превышала 140–150 уд/мин. При пороговой (максимальной) ЧСС выше или ниже этого уровня возрастает погрешность определения МПК. Мало приемлема данная номограмма для определения МПК у пожилых пациентов, больных ИБС, при легочной или сердечной недостаточности, артериальной гипертензии.

Определение МПК с постоянно заданной мощностью нагрузки

Мощность нагрузки устанавливается, исходя из величины должного основного обмена веществ (ДОО).

Величина ДОО вычисляется с учетом массы и длины тела, возраста, пола обследуемого и, следовательно, наиболее полно отражает его индивидуальные особенности. ДОО можно определить по таблицам либо по формуле Harris и Benedict:

$$\text{для мужчин } ДОО = (13.752 \times M) + (5.0033 \times P) - (6.755 \times B) + 66.473. \quad (1)$$

$$\text{для женщин } ДОО = (9.563 \times M) + (1.850 \times P) + (4.676 \times B) + 65.09. \quad (2)$$

где M – масса тела (кг); P – длина тела (см); B – возраст (лет).

Мощность нагрузки определяется по формуле

$$M = ДОО \times K, \quad (3)$$

где M – мощность нагрузки (Вт); $ДОО$ – должный основной обмен; K – коэффициент, учитывающий степень физической подготовленности и состояние здоровья обследуемого. Для практически здоровых лиц молодого возраста мужского пола $K = 0,1$.

У женщин мощность нагрузки ниже на 30% ($K = 0,07$). При обследовании спортсменов целесообразно использовать коэффициент $K = 0,125 - 0,15$.

Продолжительность выполнения физической нагрузки – от 3 до 5 минут.

Методика оценки физического состояния. Оценка выполняется при помощи таблиц или номограммы Astrand.

По частоте сердечных сокращений и мощности нагрузки по таблицам 1 или 2 определяется максимальное потребление кислорода, далее, с помощью таблицы 4, дается оценка физического состояния.

Таблица 1

Определение максимального потребления кислорода (л/мин)

ЧСС (уд./мин)	50 ватт	75 ватт	100 ватт	125 ватт	150 ватт
120	2.2	3.5	4.8		
121	2.2	3.4	4.7		
122	2.2	3.4	4.6		
123	2.1	3.4	4.6		
124	2.1	3.3	4.5	6.0	
125	2.0	3.2	4.4	5.9	
126	2.0	3.2	4.4	5.8	
127	2.0	3.1	4.3	5.7	
128	2.0	3.1	4.2	5.6	
129	1.9	3.0	4.2	5.6	
130	1.9	3.0	4.1	5.5	

Продолжение таблицы 1

ЧСС (уд./мин)	50 ватт	75 ватт	100 ватт	125 ватт	150 ватт
131	1.8	2.9	4.0	5.4	
132	1.8	2.9	4.0	5.3	
133	1.8	2.8	3.9	5.3	
134	1.8	2.8	3.9	5.2	
135	1.7	2.8	3.8	5.1	
136	1.7	2.7	3.8	5.0	
137	1.7	2.7	3.7	5.0	
138	1.6	2.7	3.7	4.9	
139	1.6	2.6	3.6	4.8	
140	1.6	2.6	3.6	4.8	6.0
141		2.6	3.5	4.7	5.9
142		2.5	3.5	4.6	5.8
143		2.5	3.4	4.6	5.7
144		2.5	3.4	4.5	5.7
145		2.4	3.4	4.5	5.6
146		2.4	3.3	4.4	5.6
147		2.4	3.3	4.4	5.5
148		2.4	3.2	4.3	5.4
149		2.3	3.2	4.3	5.4
150		2.3	3.2	4.2	5.3
151		2.3	3.1	4.2	5.2
152		2.3	3.1	4.1	5.2
153		2.2	3.0	4.1	5.1
154		2.2	3.0	4.0	5.1
155		2.2	3.0	4.0	5.0
156		2.2	2.9	4.0	5.0
157		2.1	2.9	3.9	4.9
158		2.1	2.9	3.9	4.9
159		2.1	2.8	3.8	4.8
160		2.1	2.8	3.8	4.8
161		2.0	2.8	3.7	4.7
162		2.0	2.8	3.7	4.6
163		2.0	2.8	3.7	4.6
164		2.0	2.7	3.6	4.5
165		2.0	2.7	3.6	4.5

Окончание таблицы 1

ЧСС (уд./мин)	50 ватт	75 ватт	100 ватт	125 ватт	150 ватт
166		1.9	2.7	3.6	4.5
167		1.9	2.6	3.5	4.4
168		1.9	2.6	3.5	4.4
169		1.9	2.6	3.5	4.3
170		1.8	2.6	3.4	4.3

Таблица 2

Определение максимального потребления кислорода (л/мин)
по частоте сердечных сокращений и мощности нагрузки
на велоэргометре у женщин

ЧСС (уд./мин)	50 ватт	75 ватт	100 ватт	125 ватт	150 ватт
120	2.6	3.4	4.1	4.8	
121	2.5	3.3	4.0	4.8	
122	2.5	3.2	3.9	4.7	
123	2.4	3.1	3.9	4.6	
124	2.4	3.1	3.8	4.5	
125	2.3	3.0	3.7	4.4	
126	2.3	3.0	3.6	4.3	
127	2.2	2.9	3.5	4.2	
128	2.2	2.8	3.5	4.2	4.8
129	2.2	2.8	3.4	4.1	4.8
130	2.1	2.7	3.4	4.0	4.7
131	2.1	2.7	3.4	4.0	4.6
132	2.0	2.7	3.3	3.9	4.5
133	2.0	2.6	3.2	3.8	4.4
134	2.0	2.6	3.2	3.8	4.4
135	2.0	2.6	3.1	3.7	4.3
136	1.9	2.5	3.1	3.6	4.2
137	1.9	2.5	3.0	3.6	4.2
138	1.8	2.4	3.0	3.5	4.1
139	1.8	2.4	2.9	3.5	4.0
140	1.8	2.4	2.8	3.4	4.0
141	1.8	2.3	2.8	3.4	3.9
142	1.7	2.3	2.8	3.3	3.9
143	1.7	2.2	2.7	3.3	3.8
144	1.7	2.2	2.7	3.2	3.8
145	1.6	2.2	2.7	3.2	3.7
146	1.6	2.2	2.6	3.2	3.7
147	1.6	2.1	2.6	3.1	3.6
148	1.6	2.1	2.6	3.1	3.6

ЧСС (уд./мин)	50 ватт	75 ватт	100 ватт	125 ватт	150 ватт
149		2.1	2.6	3.0	3.5
150		2.0	2.5	3.0	3.5
151		2.0	2.5	3.0	3.4
152		2.0	2.5	2.9	3.4
153		2.0	2.4	2.9	3.3
154		2.0	2.4	2.8	3.3
155		1.9	2.4	2.8	3.2
156		1.9	2.3	2.8	3.2
157		1.9	2.3	2.7	3.2
158		1.8	2.3	2.7	3.1
159		1.8	2.2	2.7	3.1
160		1.8	2.2	2.6	3.0
161		1.8	2.2	2.6	3.0
162		1.8	2.2	2.6	3.0
163		1.7	2.2	2.6	2.9
164		1.7	2.1	2.5	2.9
165		1.7	2.1	2.5	2.9
166		1.7	2.1	2.5	2.8
167		1.6	2.1	2.4	2.8
168		1.6	2.0	2.4	2.8
169		1.6	2.0	2.4	2.8
170		1.6	2.0	2.4	2.7

Таблица 3

Фактор коррекции по возрасту для протокола Astrand на велоэргометре

Возраст (лет)	Фактор коррекции	Возраст (лет)	Фактор коррекции	Возраст (лет)	Фактор коррекции	Возраст (лет)	Фактор коррекции	Возраст (лет)	Фактор коррекции
15	1.100	26	0.987	37	0.854	48	0.762	59	0.686
16	1.090	27	0.974	38	0.846	49	0.756	60	0.680
17	1.080	28	0.961	39	0.838	50	0.750	61	0.674
18	1.070	29	0.948	40	0.830	51	0.742	62	0.668
19	1.060	30	0.935	41	0.820	52	0.734	63	0.662
20	1.050	31	0.922	42	0.810	53	0.726	64	0.656
21	1.040	32	0.909	43	0.800	54	0.718	65	0.650
22	1.030	33	0.896	44	0.790	55	0.710		
23	1.020	34	0.883	45	0.780	56	0.704		
24	1.010	35	0.870	46	0.774	57	0.698		
25	1.000	36	0.862	47	0.768	58	0.692		

Методические указания по оценке физического состояния

• Полученное значение ЧСС сравнивается с величинами, приведенными в табл. 1 для мужчин и 2 – для женщин.

(Примечание: следует провести небольшую экстраполяцию, если результаты не совпадают с данными, приведенными в таблицах.)

• В полученные данные должна быть внесена поправка – коррекция на возраст (табл. 3).

• Итоговый результат – это абсолютная величина МПК ($\text{VO}_2 \text{ max}$), выраженная в л/мин.

• Чтобы вычислить относительные значения МПК ($\text{VO}_2 \text{ max}$) на килограмм массы тела, необходимо полученную величину умножить на 1000 (перевод в мл/мин), затем разделить этот результат на массу тела (кг). Итоговое значение представлено в мл/мин/кг.

Оценить физическое состояние обследуемого можно с помощью табл. 4

В зависимости от величины МПК для нетренированных людей выделяют 5 функциональных классов, или уровней, физического состояния.

Таблица 4

Оценка физического состояния по МПК, определяемому непрямым методом при проведении велоэргометрии по Astrand

	Возраст (лет)	Очень плохое	Плохое	Удовлет.	Хорошее	Отличное
женщины	20-29	≤ 28	29-34	35-43	44-48	> 49
	30-39	≤ 27	28-33	34-41	42-47	> 48
	40-49	≤ 25	26-31	32-40	41-45	> 42
	50-59	≤ 21	22-28	29-36	37-41	> 42
мужчины	20-29	38	39-43	44-51	52-56	> 57
	30-39	34	35-39	40-47	48-51	> 52
	40-49	30	31-35	36-43	44-47	> 48
	50-59	25	26-31	32-39	40-43	> 44
	60-69	21	22-26	27-35	36-39	> 40

Максимальное потребление кислорода определяется по табл. 1 для мужчин, и 2 – для женщин либо по номограмме Astrand. Еще раз отметим, что корректно использовать номограмму Astrand с целью определения МПК можно только при данном протоколе проведения пробы.

Пример. Обследуемый Р. – мужчина 40 лет. Масса тела – 80 кг. При нагрузке мощностью 150 Вт его ЧСС была равна 150 уд./мин.

По табл. 1 МПК составило 5,3 л/мин. У человека в возрасте 40 лет после поправки на возраст (табл. 3) показатель равен 4,4 л/мин. МПК на кг массы тела составит 55 мл/мин/кг. По табл. 4 оценка физического состояния – «отличное».

ВРАЧЕБНЫЙ КОНТРОЛЬ В ФИЗИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ И СПОРТЕ. ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ

Врачебный контроль при занятиях физической культурой и спортом включает комплексную программу медицинского наблюдения за лицами, занимающимися физкультурой и спортом, с целью способствовать наиболее эффективному применению средств физического воспитания для укрепления здоровья, совершенствования физического развития и физической подготовки, а также достижению высоких спортивных результатов. Как система методов медицинских наблюдений врачебный контроль является разделом спортивной медицины.

При врачебном контроле учебно-тренировочного процесса определение экономичности физической деятельности (ЭФД) позволяет не только объективно оценить ее эффективность, но и прогнозировать улучшение или ухудшение физического состояния лиц, занимающихся физической культурой или спортом.

Экономичность физической деятельности – это отношение ее продуктивности к энергетической стоимости выполненной физической нагрузки.

Продуктивность физической деятельности определяется объемом выполненной работы. Кроме этого, показателем продуктивности физической деятельности могут быть спортивные достижения.

В настоящее время энергетическая стоимость выполнения мышечной работы косвенно определяется по ЧСС. Основанием для этого является линейная зависимость между ЧСС и энергетическими затратами.

Энергетическая стоимость выполненной физической нагрузки выражается в килокалориях в минуту.

В практике врачебного контроля в физическом воспитании и спорте выделяют следующие виды физических нагрузок:

- Минимальная ФН.
- Средняя ФН.
- Субмаксимальная и максимальная ФН.

Минимальная физическая нагрузка.

Данная физическая нагрузка характерна для режима относительного покоя, где мышечная работа определяется главным образом изометрическим сокращением отдельных мышечных групп, фиксирующих положение тела, и работой дыхательных мышц.

Минимальная физическая нагрузка может выполняться на протяжении 8–10-ти часов. При этой нагрузке верхняя граница ЧСС определяется 102 сердечными сокращениями в минуту.

Работа с минимальной физической нагрузкой относится к слабым раздражителям нервной системы, обуславливающим развитие реакции тренированности, которая проявляется в постепенном повышении экономичности физической деятельности.

Средняя физическая нагрузка.

Определяется изменениями ЧСС от 103 до 169 ударов в минуту.

Для обеспечения достаточно высокой продуктивности работы при возрастающем уровне физической нагрузки требуется прирост кровоснабжения работающих мышц и поглощения кислорода. Наибольший прирост кровоснабжения и МПК отмечается при физической нагрузке соответствующей ЧСС 120–130 ударов в минуту. При превышении ЧСС выше указанной границы отмечается снижение прироста кровоснабжения и поглощения кислорода, что в свою очередь снижает экономичность физической деятельности.

Для нервной системы работа со средней физической нагрузкой является раздражителем средней силы, вызывающим повышение защитных сил организма.

При этой нагрузке отмечается реакция активации (эмоциональный подъем). Оптимального развития реакция активации достигает при ЧСС в пределах 120–130 сердечных сокращений в минуту.

Субмаксимальная и максимальная физические нагрузки.

По ЧСС границы этих нагрузок составляют 170–220 сердечных сокращений в минуту. В этом режиме физическая работа выполняется с возрастающим предельным напряжением, которое не сопровождается соответствующим ему приростом кровоснабжения и утилизации кислорода.

Возникающее, под влиянием этих нагрузок возбуждение в ЦНС, при прекращении их выполнения, обычно сменяется запредельным торможением, которое снижает чувствительность ЦНС. Поэтому предельное напряжение, возникающее при выполнении последующих физических, нагрузок начинает восприниматься как среднее с соответствующим повышением экономичности физической деятельности.

Одной из систем организма, определяющих физическую работоспособность в циклических видах спорта, является система дыхания.

Для определения экономичности внешнего дыхания необходимо знать его продуктивность и энергетическую стоимость.

Продуктивность внешнего дыхания характеризуется уровнем резервных возможностей дыхания (РВД), величина которого находится в линейной зависимости от МПК.

Энергетическая стоимость дыхания определяется уровнем минутного объема дыхания, что позволяет судить о соответствии энергетической стоимости дыхания должной величине.

При определении функционального состояния системы внешнего дыхания необходимо учитывать отрицательную корреляцию между РВД и МОД. Другими словами, повышение МОД вызывает соответствующее снижение уровня РВД, что в конечном счете вызывает снижение экономичности внешнего дыхания. В то же время повышение ЭВД обуславливается снижением уровня МОД с соответствующим повышением РВД.

Вопросы для контроля знаний

1. Понятие экономичности физической деятельности и ее составляющие.
2. Характеристика минимальной и средней физической нагрузки.
3. Характеристика субмаксимальной и максимальной физической нагрузки.
4. Основные показатели внешнего дыхания.
5. Охарактеризуйте три варианта оценки ЭВД.
6. Методика определения уровня экономичности внешнего дыхания.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Определение уровня экономичности внешнего дыхания

Изучение функционального состояния системы дыхания важно для оценки здоровья организма, а также для контроля изменений функционирования аппарата внешнего дыхания в динамике занятий физической культурой и спортом.

Методика исследования

Для работы необходимы спирограф «Метатест-1», продезинфицированные носовой зажим и загубник.

Подготовить прибор к работе: подсоединить к нему шланги, тройник и загубник.

Включить прибор в сеть.

Внести антропометрические данные исследуемого в компьютер прибора.

После открытия тройника (дыхание теперь осуществляется в спирограф) и нажатия кнопки «50» (мм/мин) по требованию исследователя, испытуемый выполняет дыхательные движения.

При помощи спирографии определяем фактические величины следующих показателей:

- МОД – минутного объема дыхания.
- МВЛ – максимальной вентиляции легких.
- ЖЕЛ – жизненной емкости легких.

Методические указания.

Запись спирограммы производится в положении сидя, в состоянии относительного покоя.

При определении МВЛ необходимо увеличить частоту дыхания до 60–70 дыхательных движений в минуту, с одновременным увеличением дыхательного объема до 2/3 от ЖЕЛ.

Время регистрации МВЛ 10 или 15 секунд.

Для определения ЖЕЛ испытуемый должен произвести самый глубокий вдох, а затем глубокий выдох. По окончании записи нажать кнопку «стоп».

Должные величины: МОД, ЖЕЛ и МВЛ рассчитываются по следующим формулам.

$$ДМОД = ДОО/283, \quad (1)$$

где ДМОД – должный минутный объем дыхания;

ДОО – должный основной обмен, находится по таблице Гаррисса-Бенедикта.

$$ДЖЕЛ = ДОО * 2,3, \quad (2)$$

где ДЖЕЛ – должная жизненная емкость легких;

ДОО – должный основной обмен, находится по таблице Гаррисса-Бенедикта.

$$ДМВЛ = 5,32 * ДЖЕЛ, \quad (3)$$

где ДМВЛ – должная максимальная вентиляция легких;

ДЖЕЛ – должная жизненная емкость легких.

Уровень экономичности внешнего дыхания, определяется по следующей формуле.

$$УЭВД = УЖЕЛ + УМВЛ / УМОД * 50, \quad (4)$$

где УЭВД – уровень экономичности внешнего дыхания;

УЖЕЛ – процентное отношение фактической величины ЖЕЛ к ее должной величине;

УМВЛ – процентное отношение фактической величины МВЛ к ее должной величине;

УМОД – процентное отношение фактической величины МОД к ее должной величине.

Примечание. *Необходимо отметить, что УЖЕЛ+УМВЛ составляют уровень резервных возможностей внешнего дыхания (УРВД).*

Оценка результатов исследования.

В настоящее время существует три варианта оценки ЭВД.

Первый вариант. Дефицит ЭВД – Уровень ЭВД меньше 100% в результате завышенной энергетической стоимости дыхания, снижающей резервные возможности дыхания ниже должной величины.

Дефицит ЭВД оказывает отрицательное воздействие на физическое состояние организма.

Второй вариант. Должная ЭВД. Уровень ЭВД равен 100%. Значения УРВД и МОД соответствуют друг другу.

Третий вариант. Резерв ЭВД. При таком варианте уровень экономичности внешнего дыхания превышает 100%.

Приближение МОД к своей должной величине сопровождается значительным повышением УРВД.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ

Система кровообращения в значительной степени определяет адаптацию организма к физическим нагрузкам, поэтому контроль ее функционального состояния очень важен в практике физического воспитания и спорта. С этой целью используются простые и сложные методы изучения кардиоваскулярной системы, в том числе инструментальные. Исследованию кровообращения предшествует сбор анамнеза, в котором уточняется наличие сердечно-сосудистой патологии, приобретенной и наследственной (ангина, ревматизм, пороки сердца, гипер- или гипотоническая болезнь).

К наиболее доступным инструментальным методам изучения системы кровообращения относятся следующие:

- Измерение АД.
- Запись ЭКГ.
- Регистрация основных показателей работы сердца и состояния сосудов.

Измерение АД. В настоящее время известно несколько способов регистрации давления крови в артериях, наиболее часто применяемыми являются способ Короткова и метод артериальной осциллографии.

Необходимо отметить, что измерение артериального давления крови методом Короткова и регистрацию ЭКГ студенты осваивали на лабораторных занятиях по физиологии и спортивной физиологии.

Метод артериальной осциллографии – косвенный метод определения уровня артериального давления у человека. Клиническое значение этого метода заключается в том, что он позволяет, помимо максимального и минимального определять среднее динамическое давление и степень эластичности сосудистых стенок. Эти показатели имеют исключительное значение для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы в условиях нормы и патологии.

Артериальная осциллография заключается в регистрации пульсаций крупной артерии, выявляемых при ее декомпрессии или компрессии. Первые колебания стенок артерии возникают в те мгновения, когда артериальное давление превышает давление воздуха. По мере снижения давления в манжете осцилляции все больше увеличиваются и достигают наибольшей

амплитуды. При дальнейшем уменьшении сдавливания сосудов величина пульсаций артерии, передаваемых манжете, постепенно снижается до полного исчезновения. Таким образом, на артериальной осциллограмме регистрируется уровень артериального давления (максимального, минимального и среднего) и степень эластичности сосудов.

В настоящее время для регистрации артериального давления крови применяются электронные тонометры в основе работы, которых используется осциллометрический метод.

Методы регистрации основных показателей работы сердца и состояния сосудов.

Реография (импедансплетизмография, электроплетизмография)

Реография – бескровный метод исследования кровообращения, основанный на графической регистрации изменения электрического сопротивления живых тканей во время прохождения через них электрического тока. Увеличение кровенаполнения сосудов во время систолы приводит к уменьшению электрического сопротивления исследуемых отделов тела.

Реография отражает изменение кровенаполнения исследуемой области тела (органа) в течение сердечного цикла и скорость движения крови в сосудах.

В зависимости от расположения электродов различают грудную (реографию легкого), реокардиографию, реографию печени, мозга (реоэнцефалографию), реографию верхних и нижних конечностей (плеча, предплечья, бедра, голени, пальцы кистей и стоп) и др. Для регистрации реограмм используются приборы реографы. Одновременно с основной реограммой регистрируется и первая производная – дифференциальная реограмма, характеризующая угол наклона восходящей части кривой. Дифференциальная реограмма дает возможность судить об изменении скорости кровенаполнения сосудов по изменению конфигурации кривой, а также определить некоторые количественные показатели, в частности скорость изменения наполнения сосудов в разные фазы систолы. Дифференциальная реограмма предоставляет дополнительные данные для оценки сократительной функции миокарда и сосудистого тонуса.

При помощи реокардиографии определяют следующие основные показатели работы сердца и состояния сосудов: частота сердечных сокращений (ЧСС), величина ударного (УОК) и минутного объема кровообращения (МОК), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС) и ряд других показателей.

Следует подчеркнуть, что для более полной характеристики деятельности какой-либо системы организма, следует сопоставить изучаемые показатели, зарегистрированные в состоянии покоя, до и после выполнения

физической нагрузки (стандартной, дополнительной или специальной). Необходимо также определять длительность восстановления этих показателей до значений, предшествовавших исследованию.

Исследование функционального состояния кровообращения производится в период **оперативного покоя** – физиологическое состояние готовности к деятельности, способное за короткий отрезок времени перейти в различную форму физиологической активности для выполнения конкретной деятельности. Уровень функционального состояния кровообращения (ФСК) в этот период позволяет определить ряд заболеваний, состояний между здоровьем и болезнью, состояния усталости, перетренированности и т. д.

Наиболее доступными при контроле состояния системы кровообращения для педагога по физическому воспитанию являются следующие показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (АД).

Необходимо отметить, что для полной оценки состояния кровообращения вышеперечисленные показатели сравниваются со своими должными величинами, которые рассчитываются при помощи математического метода или определяются по специальным таблицам.

Должные величины – теоретически наиболее вероятные значения физиологических показателей, которые можно ожидать у здорового человека данного пола и возраста при определенных антропометрических характеристиках.

ЧСС – количество сокращений сердца за единицу времени. Показатель нормы: 60–80 уд. в мин. Если ЧСС больше нормы, то такое состояние называют тахикардией, если меньше – брадикардией.

Артериальное давление диастолическое или минимальное давление (АДд) У здорового человека в норме равно 60–89 мм рт. ст. Его высота в основном определяется степенью проходимости прекапилляров, частотой сердечных сокращений и степенью эластичности кровеносных сосудов. АДд тем выше, чем больше сопротивление прекапилляров, чем ниже эластическое сопротивление крупных сосудов.

В результате выполнения физических нагрузок и различного рода воздействий диастолическое давление не меняется или несколько понижается (до 10 мм рт. ст.). Резкое снижение уровня диастолического давления во время работы или, напротив, его повышение и медленный (более 2 мин) возврат к исходным значениям расценивается как неблагоприятный симптом.

При оценке реакции кровообращения на физическую нагрузку необходимо учитывать «феномен бесконечного тона», при котором минималь-

ное АД снижается и становится равным нулю. Необходимо отметить, что «феномен бесконечного тона» считается нормальным явлением. Как отрицательный признак он рассматривается только в том случае, если колебание артерии наблюдается в течение нескольких минут после физической нагрузки.

Артериальное давление систолическое (АДс), или максимальное давление. В норме у здорового человека АДс колеблется от 100 до 139 мм рт. ст. Систолическое давление крови зависит от производительности сердца, состояния эластичности сосудистой стенки, и объема крови находящейся в артериальном русле. Фактически АДс отражает весь запас энергии, которым обладает струя крови в данном участке сосудистого русла.

При выполнении физической нагрузки АДс увеличивается на 20–80 мм рт. ст., а после ее прекращения возвращается к исходному уровню в течение 2–3 мин. Медленное восстановление исходных значений АДс рассматривается как свидетельство недостаточности сердечно-сосудистой системы.

Артериальное давление пульсовое (ПД).

В норме у здорового человека составляет около 25–30% величины минимального давления. Необходимо учитывать, что при определении ПД методом Короткова оно оказывается несколько завышенным.

Величина пульсового давления крови находится путем вычитания из АДс величины АДд ($\text{ПД} = \text{АДс} - \text{АДд}$).

Среднединамическое давление (СДД). В норме его величина находится в пределах 75–85 мм. рт. ст. СДД является показателем согласованности регуляции сердечного выброса и периферического сопротивления сосудов кровотоку. СДД можно рассчитать по формуле

$$\text{СДД} = \text{АДд} + 0,42 \times \text{ПД}, \quad (1)$$

где АДд – артериальное давление диастолическое, ПД – пульсовое давление.

При этом необходимо учитывать, что величина СДД, рассчитанная по вышеуказанной формуле, несколько выше значения регистрируемого инструментальными методами.

Минутный объем крови (МОК). Это количество крови, перекачиваемое сердцем за минуту. В норме у здорового человека величина МОК составляет 3,5–5,0 л в минуту. По МОК судят о механической функции миокарда, которая отражает состояние системы кровообращения. Величина МОК зависит от возраста, пола, массы тела, температуры окружающего воздуха, интенсивности физической нагрузки. Кроме инструментальных методов регистрации МОК, его величина определяется по формуле

$$MO = CO \times ЧСС, \quad (2)$$

где CO – систолический объем крови, ЧСС – частота сердечных сокращений.

В свою очередь CO также как и МОК регистрируется при помощи инструментальных методик или же рассчитывается по соответствующим формулам.

В настоящее время наиболее часто применяемая формула, позволяющая приблизительно определить величину CO, – формула Старра

$$CO = 90,97 + 0,54 \times ПД - 0,57 \times АДд - 0,61V, \quad (3)$$

где ПД – пульсовое давление, мм рт. ст.; АДд – диастолическое давление крови, мм рт. ст.; V – возраст, в годах.

В целях анализа и более объективной оценки наблюдаемых изменений МОК его значения сравнивают с должным минутным объемом крови, величина которого рассчитывается по следующей формуле

$$ДМОК = ДОО/422, \quad (4)$$

где ДОО — должный основной обмен, рассчитанный в соответствии с данными возраста, роста и массы тела по таблицам Гарриса-Бенедикта.

Периферическое сопротивление (ПС). Обуславливает постоянство среднединамического давления (или его отклонения от нормы) и зависит от тонического напряжения стенок артериол. Рассчитывается по формуле

$$ОПСС = СДД \times 1330 \times 60 / МОК, \quad (5)$$

где СДД – среднединамическое давление, мм рт. ст.;

1330 – коэффициент для перевода мм рт. ст. в динь;

60 – число секунд в мин.

Периферическое сопротивление выражается либо в условных единицах, либо в динах. Показатель нормы: 30–50 усл. ед. Изменение ПС при работе отражает реакцию прекапиллярного русла, которая зависит от объема циркулирующей крови.

Вопросы для контроля знаний

1. Реография – как метод регистрации основных показателей работы сердца и состояния сосудов.
2. Опишите методы измерения артериального давления.
3. Артериальное давление его виды, их характеристика.
4. Охарактеризуйте основные показатели работы сердца.
5. Опишите математический метод (ММ) определения и индивидуальной оценки показателей кровообращения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Определение и индивидуальная оценка показателей кровообращения при помощи математического метода

К показателям системного кровообращения в первую очередь относят артериальное давление (АД), пульс (П), сердечные выбросы – ударный и минутный объемы кровообращения (УО, МОК), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС).

Математический метод оценки показателей системного кровообращения основан на существующей физиологической связи показателей АД систолического (САД), диастолического (ДАД) и пульса, установленной рядом исследователей. На основании анализа большого количества показателей АД выведена формула идеальной величины диастолического артериального давления («ДАД»), которая оказалась справедливой для взрослого населения мужчин и женщин различных возрастных групп.

$$\text{«ДАД»} = \text{САД} * 0,47 + 17,4 \text{ мм рт. ст.} \quad (1)$$

Связь между ЧСС и САД определяется формулами идеального пульса П («П»), справедливыми для определенных возрастных групп.

Для взрослых мужчин:

$$\text{в возрасте (16-17 лет)} - \text{«П»} = 0,167 * \text{САД} + 50,18 \text{ уд/мин.}, \quad (2)$$

$$\text{в возрасте (18-19 лет)} - \text{«П»} = 0,136 * \text{САД} + 56,8 \text{ уд/мин.}, \quad (3)$$

$$\text{в возрасте (20-50 лет)} - \text{«П»} = 0,33 * \text{САД} + 30,2 \text{ уд/мин.} \quad (4)$$

Для женщин в возрасте 20-50 лет.

$$\text{«П»} = 0,164 * \text{САД} + 55,56 \text{ уд/мин.} \quad (5)$$

В тех случаях, когда связь между САД, ДАД и П соответствует формулам 1-4 или, иными словами, между этими показателями установлены идеальные отношения, то такие отношения называются сопряжением идеального треугольника (ИТ).

Величины ИТ можно легко получить с помощью вышеприведенных формул, используя значение измеренного САД.

Аббревиатура идеальных величин обозначается взятием этого показателя в кавычки. Например, идеальная величина ДАД будет иметь вид «ДАД».

Индивидуальная оценка показателя системного кровообращения осуществляется с помощью коэффициента соответствия (КСпск) или отношения реального показателя системного кровообращения (ПСК) к идеальной величине этого показателя в процентах.

$$КС_{пск} = 100 * ПСК / \gg ПСК \gg \% . \quad (6)$$

Коэффициент соответствия (КС) уточняется аббревиатурой оцениваемого показателя, выполненного прописным шрифтом.

Например, коэффициент соответствия вегетативного индекса Кердо (ВИ) будет иметь аббревиатуру – КСви.

Пример. Мужчине 34 года, АД – 140/80 мм рт.ст. и ЧСС – 88 уд/мин необходимо определить и оценить фактическую величину коэффициента выносливости системы кровообращения А.А. Квааса (Кв).

$$Кв = ЧСС * 10 / ПД \text{ в условных единицах,} \quad (7)$$

где ЧСС пульс в уд/мин, ПД – пульсовое давление или разность (САД–ДАД).

$$Кв = 88 * 10 / (140 - 80) = 14,7 \text{ усл. ед.}$$

*Идеальная величина «П» = 0,33 * 140 + 30,2 = 76,4 уд/мин (см. выше формулу № 4).*

*Идеальная величина «ДАД» = 0,47 * 140 + 17,4 = 83,2 мм рт. ст. (см. выше формулу № 1).*

$$\text{Идеальная величина «Кв»} = 76,4 * 10 / (140 - 83,2) = 13,45 \text{ усл. ед.}$$

$$\text{Коэффициент соответствия } КС_{кв} = 100 * 14,7 / 13,45 = 109,3\%.$$

Таким образом, Кв в нашем примере на 9,3% выше норматива, что означает снижение выносливости системы кровообращения на 9,3%.

Далее определяем, является ли такое снижение Кв, функциональным или патологическим сдвигом. Для этого необходим *критерий оценки – диапазон должных величин (ДВ).*

Должные величины – теоретически наиболее вероятные значения физиологических показателей, которые можно ожидать у здорового человека данного пола и возраста при определенных антропометрических характеристиках.

Должные величины показателей системы кровообращения, рассчитанные с помощью математического метода, могут быть получены, если в формулы ПСК подставлять последовательно максимальные и минимальные должные величины ЧСС и АД диастолического.

Должные величины ЧСС и ДАД были получены с помощью методов параметрической статистики и особенностей распределения показателей у здоровых лиц, не занимающихся спортом.

$$ДВ \text{ ДАД} = \text{от } 93 \text{ до } 110\%$$

$$ДВ \text{ П} = \text{от } 96 \text{ до } 104\%$$

При этом ДВ ПСК определяются по крайним величинам из четырех сочетаний максимальных и минимальных величин П и ДАД.

Рассчитаем ДВ Кв на нашем примере.

По реально измеренному систолическому артериальному давлению (САД) по формуле 1 находим «ДАД», которое равно 83,2 мм рт.ст. и «П», равный 76,4 уд/мин (см. выше).

Определяем диапазон должных величин (ДВ) для артериального давления диастолического (ДАД).

$$\text{ДВ ДАД мин.} = \langle \text{ДАД} \rangle * 100 / 110 = 83,2 * 100 / 110 = 75,6 \text{ мм рт.ст.}$$

$$\text{ДВ ДАД макс.} = \langle \text{ДАД} \rangle * 100 / 93 = 83,2 * 100 / 93 = 89,4 \text{ мм рт.ст.}$$

$$\text{ДВ П мин.} = 76,4 * 100 / 104 = 73,5 \text{ уд/мин.}$$

$$\text{ДВ П макс.} = 76,4 * 100 / 96 = 79,6 \text{ уд/мин.}$$

Определим варианты ДВ Кв.

$$1) \text{ Кв} = 10 * 73,5 / (140 - 75,6) = 11,4 \text{ усл. ед.}$$

$$2) \text{ Кв} = 10 * 73,5 / (140 - 89,4) = 14,5 \text{ усл. ед.}$$

$$3) \text{ Кв} = 10 * 79,6 / (140 - 75,6) = 12,4 \text{ усл. ед.}$$

$$4) \text{ Кв} = 10 * 79,6 / (140 - 89,4) = 15,7 \text{ усл. ед.}$$

Из полученных вариантов находим Кв с минимальной величиной (первая варианта) и максимальной величиной (четвертая варианта), или, иными словами, ДВ Кв = от 11,4 до 15,7 условных единиц. С помощью ДВ Кв найдем ДВ КСкв.

$$\text{ДВ КСкв макс} = 100 * \text{ДВ Кв макс} / \langle \text{Кв} \rangle = 100 * 15,7 / 13,45 = 116,7\%.$$

$$\text{ДВ КСкв мин} = 100 * \text{ДВ Кв мин} / \langle \text{Кв} \rangle = 100 * 11,4 / 13,45 = 84,7\%.$$

Таким образом, ДВ КСкв = от 84,7 до 116,75% в нашем случае КСкв оказался равным 109,3%, что попадает в диапазон должных величин для КСкв. Такой сдвиг показателя Кв можно считать физиологически обусловленным.

При исследовании экспериментального утомления показано, что из всех показателей системы кровообращения наиболее интегральным является МОК.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Диагностика регуляции кровообращения при выполнении физической нагрузки

В состоянии покоя при помощи реокардиографии регистрируют следующие показатели кровообращения: артериальное давление, частоту сердечных сокращений и ударный объем сердца общее периферическое сопротивление кровотоку.

В дальнейшем испытуемый с интервалом семь – десять минут выполняет на велоэргометре две физических нагрузки большой и субмаксимальной мощности. Мощность нагрузки определяется исходя из величины ос-

нового обмена веществ, который рассчитывается в соответствии с данными возраста, роста и массы тела по таблицам Гарриса-Бенедикта.

В конце каждой нагрузки регистрируют артериальное давление, частоту сердечных сокращений, ударный объем сердца и общее периферическое сопротивление кровотоку.

Методические указания.

Первая и вторая физические нагрузки выполняются с наложенными грудными электродами и одетой манжетой для измерения АД.

Оценка результатов исследования.

Для оценки результатов исследования необходимо определить процентное отношение каждого зарегистрированного показателя между большей и меньшей нагрузками. При этом за 100% принимается величина показателя зарегистрированного после первой нагрузки.

В настоящее время существует три варианта оценки регуляции кровообращения на физическую нагрузку.

Первый вариант. При понижении процентного отношения показателей общего сопротивления сосудов в отличие от процентного отношения данных, *характеризующих работу сердца*, констатируют преобладание *сердечного типа регуляции*.

Второй вариант. При повышении процентного отношения показателей сосудистой системы констатируют *сосудистый тип регуляции кровообращения*.

Третий вариант. Если процентное отношение данных сосудистой системы окажется между данными процентных отношений работы сердца, констатируют *смешанный тип регуляции*.

Необходимо отметить, что увеличение процентного отношения ударного объема сердца относительно частоты сердечных сокращений констатирует экономность сердечной деятельности, а увеличение процентного отношения частоты сердечных сокращений констатирует неэкономичность сердечной деятельности.

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ТИПЫ САМОРЕГУЛЯЦИИ КРОВООБРАЩЕНИЯ

Как известно, АД может поддерживаться на постоянном уровне при самых различных взаимоотношениях между сердечным выбросом и общим периферическим сопротивлением кровотоку. Перераспределительные реакции в ССС могут осуществляться при неизменном уровне АД: сужение сосудов в одних областях может полностью уравновешиваться расширением сосудов в других. Изменения сердечного выброса, компенсируются изменениями общего периферического сопротивления.

Н.И. Аринчиным для интегральной оценки функционального состояния ССС было предложено применять типы саморегуляции кровообращения (ТСК). ТСК довольно информативный интегральный показатель не только функционального состояния кровообращения у человека, но и надежности его организма в целом.

ТСК вычисляются по отношению фактических величин МОК, ОПСС и АД_{сер} к должным для людей данного пола, возраста, роста и массы тела с учетом основного обмена веществ.

Определение ТСК позволяет свести многие показатели ССС, основного обмена веществ с учетом пола, возраста и массы тела к одному с оценкой здоров человек или болен. Если у него средний ТСК, то АД_{сер} фактическое у такого человека поддерживается идеальным, физиологическим соотношением работы сердца и тонусом артериол в диапазоне $\pm 10\%$ должных для него величин.

При сердечном ТСК фактическое АД_{сер} поддерживается в пределах физиологической нормы, в большей степени за счет повышенной производительности сердца с относительно пониженным или нормальным ОПСС.

При сосудистом ТСК его АД_{сер} фактическое значение поддерживается больше ОПСС при относительно сниженном или нормальном МОК.

Установлено, что средний ТСК – самый устойчивый и надежный.

Люди со средним ТСК наиболее гармонично сбалансированы не только в количественном, но и в качественном отношении функциональных систем, обеспечивающих гомеостаз. Об этом свидетельствуют не только абсолютные показатели системы центральной гемодинамики, сократитель-

ной функции миокарда, физической работоспособности, но и резервные возможности функциональной системы поддержания оптимального для метаболизма уровня постоянства системного артериального кровяного давления. В связи с этим они способны к широкому диапазону, как приспособляемости, так и устойчивости параметров гомеостаза к различным воздействиям возмущающих факторов, в частности физических нагрузок.

Менее надежным является сердечный ТСК с появлением сердечной патогенетической формы гипертензии. Вместе с тем исследованиями установлено, что представители сердечного ТСК имеют наибольшую устойчивость к неожиданному, кратковременному воздействию возмущающих факторов. Однако у лиц с таким ТСК показатели системного кровообращения поддерживаются на максимальном уровне полезного приспособительного результата системы гомеостаза, что требует от организма постоянного расхода энергетических ресурсов, несмотря на то, что находится обследуемый в состоянии покоя, или на него действует какой-нибудь возмущающий фактор.

У лиц, относящихся к сосудистому ТСК, имеет место высокая приспособляемость к длительному воздействию возмущающих факторов, ему способствует наличие у них широкого диапазона увеличения показателей системы гомеостаза. Однако этот тип саморегуляции кровообращения обладает самой меньшей надежностью. Так как при этом типе легче и быстрее возникает сосудистая патогенетическая форма гипертензии.

Вопросы для контроля знаний

1. Дайте понятие типа саморегуляции кровообращения.
2. Опишите методику определения типа саморегуляции кровообращения.
3. Охарактеризуйте каждый тип саморегуляции кровообращения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Определение типа саморегуляции кровообращения

У здоровых людей с одинаковым кровяным давлением кровообращение в зависимости от различного соотношения МОК и ПС может классифицироваться на три основных типа: сердечный, сосудистый и средний. Выявление этих типов имеет большое значение для профессиональной ориентации и профилактики заболеваний системы кровообращения при занятиях определенными видами спорта.

Анамнез.

(во время сбора анамнеза в *общих сведениях* в обязательном порядке уточняются: рост, вес, возраст).

Методика исследования.

Для расчетов типов саморегуляции кровообращения необходимы следующие сведения.

1. Общие данные (возраст, рост, вес, пол).
2. Частота сердечных сокращений.
3. АД систолическое и АД диастолическое регистрируется методом Короткова, АД среднее рассчитывается по формуле

$$АД_{\text{ср}} = АД_{\text{диаст}} + 0,42 \times АД_{\text{пульс}}.$$

4. Систолический объем крови рассчитывается по формуле

$$СО = 100 + 0,5 АД_{\text{пульс}} - 0,6 АД_{\text{диаст}} - 0,6 В, \text{ где } В - \text{ возраст.}$$

5. Минутный объем кровообращения находим по формуле

$$МОК = СО \times ЧСС.$$

6. Периферическое сопротивление кровотоку (ПС) рассчитывается по формуле

$$ПС = АД_{\text{ср}} / МОК \times 80, \text{ где } 80 - \text{ коэффициент для перевода в } \textit{дини}.$$

Периферическое сопротивление кровотоку измеряется в следующих единицах – $\text{дин} \text{сек}^{-1} \text{см}^{-8}$.

7. Должный минутный объем кровообращения (ДМОК) рассчитывается по формуле $\text{ДМОК} = \text{Основной обмен} / 422$, где 422 – коэффициент, а основной обмен определяется по таблице Гарриса и Бенедикта.

8. Должное периферическое сопротивление кровотоку (ДПС) рассчитывается по формуле $\text{ДПС} = \text{ДАД}_{\text{ср}} / \text{ДМОК}$, где $\text{ДАД}_{\text{ср}}$ (табличное) – это не фактическое, а должное среднее артериальное давление, которое находится по таблице 5.

9. Для выявления типов саморегуляции кровообращения рассчитывается отношение (в процентах) $\text{ДМОК}/\text{МОК}$ и $\text{ДПС}/\text{ПС}$.

Оценка результатов исследования.

При среднем типе саморегуляции кровообращения отклонения фактических показателей МОК и ПС не превышают $\pm 10\%$ должных величин ДМОК и ПС.

При сосудистом типе фактическое периферическое сопротивление превышает 110% должного периферического сопротивления.

При сердечном типе фактический МОК превышает 110% должного минутного объема кровообращения.

Должное среднее артериальное давление (мм. рт. ст.)

Возраст, лет	Мужчины	Женщины	Возраст, лет	Мужчины	Женщины
3 - 7	70	70	20 - 29	80	80
7 - 12	74	74	30 - 49	85	85
12 - 16	76	76	50 - 59	90	85
16 - 19	78	78	60 - 74	95	100
			Старше 75 лет	105	110

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Изучение особенностей реакции системного кровообращения на физическую нагрузку разной мощности в зависимости от типа саморегуляции кровообращения

Лабораторная работа рассчитана на три занятия.

В исследовании участвуют два испытуемых с разными типами саморегуляции кровообращения – сосудистым ТСК и сердечным ТСК.

Обследуемые должны выполнить две физических нагрузки в зонах большой и субмаксимальной мощности (**на первом занятии** – ФН в зоне большой мощности, **на втором** – субмаксимальной мощности).

До выполнения ФН и сразу же после ее прекращения, регистрируют следующие показатели кровообращения: АД, ЧСС, СО, МОК, ОПСС, и определяют ТСК и записывают соответствующим образом.

Например: **сосудистый (131/80)**. Первая цифра означает, в процентах, степень увеличения фактического ОПСС, а вторая – степень уменьшения фактического МОК по сравнению с соответствующими должными величинами.

Методические указания

Первая и вторая физические нагрузки выполняются с наложенными грудными электродами и манжетой для измерения АД.

Выполняется анализ реакции кровообращения при разных ТСК на выполнении ФН, в котором необходимо отразить следующие моменты.

1. Степень (в процентах) изменения изучаемых показателей после выполнения ФН.
2. Какой компонент (сердечный или сосудистый) является ведущим в реакции кровообращения на ФН.
3. Определить к какой мощности ФН наиболее адаптированы испытуемые с сердечным и сосудистым ТСК.
4. Определить, как влияет выполнение ФН разной мощности на сердечный и сосудистый ТСК.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Обеспечение ортостатической устойчивости у лиц с разными особенностями регуляции кровообращения

Термин «ортостатическая устойчивость» обозначает способность переносить изменения положения тела. Эта способность связана с возможностью системы кровообращения быстро реагировать перераспределением сосудистого тонуса и работы сердца на перемену положения тела и вызванное этим перераспределение крови.

Для изучения ортостатической устойчивости применяется ортостатическая проба.

Эта проба дает важную информацию для тех видов спорта, для которых характерным является изменение положения тела в пространстве. Во всех этих видах спорта ортостатическая устойчивость является необходимым условием спортивной работоспособности.

Проба основана на том, что при переходе тела из горизонтального положения в вертикальное в венозных сосудах нижних конечностей депонируется значительное количество крови. В результате этого уменьшается венозный возврат крови к сердцу и как следствие, систолический объем крови становится меньше на 20–30%. Компенсация этого неблагоприятного воздействия осуществляется главным образом за счет увеличения ЧСС.

При патологических состояниях, перетренированности, перенапряжении, после инфекционных заболеваний, либо при врожденной ортостатической неустойчивости депонирующая роль венозной системы оказывается столь значительной, что изменение положения тела приводит к головокружению, потемнению в глазах, вплоть до обморока. В этих условиях компенсаторного учащения ЧСС для поддержания минутного объема крови в физиологических пределах оказывается недостаточно.

Реакция на вставание изучается на основании регистрации величин ЧСС и АД. Эти величины многократно измеряются в горизонтальном положении тела, а затем в течение 10 мин – в вертикальном.

Ход работы

Выполняется студентами попарно. После предварительного отдыха, в течение 10 мин в положении лежа (на **первой, пятой и 10-й минутах**) регистрируются следующие показатели кровообращения: ЧСС, СО, МОК, ОПСС и АД. Затем испытуемый встает и находится в вертикальном положении в течение 10 мин. в ненапряженной позе. Сразу после перехода в вертикальное положение, на **первой, пятой и 10-й минутах** регистрируются изучаемые показатели кровообращения.

Методические указания. До выполнения пробы необходимо рассчитать ТСК. Ортостатическую пробу выполняют два человека: один – с сосудистым ТСК, второй – с сердечным ТСК.

По окончании выполнения пробы необходимо сделать сравнительный анализ обеспечения ортостатической устойчивости у лиц с разными ТСК.

Оценка результатов пробы производится по следующим признакам.

1. По разнице пульса на 1-й мин. и на 10-й мин. и по отношению к исходной величине в положении лежа. АД увеличивается на 10–15%.
2. Время стабилизации ЧСС.
3. Характер изменения АД в положении стоя.
4. Самочувствие и выраженность соматических расстройств (побледнение лица, потемнение в глазах и др.).

Удовлетворительная ортостатическая устойчивость характеризуется следующими признаками:

1. **ЧСС.** Если на протяжении 10 мин пребывания в вертикальном положении ЧСС не превышает 89 уд/мин, **реакция считается нормальной.** ЧСС равная 90–95 уд/мин **указывает на снижение ортостатической устойчивости,** а при ЧСС, превышающей 95 уд/мин, – низкая устойчивость к изменениям положения тела в пространстве.

Учащение пульса на первой минуте ортостаза более чем на 18 ударов говорит о превалировании симпатического отдела вегетативной нервной системы; менее чем на 12 ударов – о повышении тонуса парасимпатического отдела.

Стабилизация пульса наступает на 4–5 мин.

2. **Систолическое АД** остается неизменным либо незначительно снижается, диастолическое АД увеличивается на 10–15% по отношению к его величине в горизонтальном положении, при этом среднее АД не изменяется или незначительно увеличивается – **реакция считается нормальной.**

3. Увеличение всех трех видов АД **указывает на напряжение компенсаторных механизмов, обеспечивающих ортостатическую устойчивость.**

Снижение АД, в положении стоя – **низкая ортостатическая устойчивость.**

4. Самочувствие хорошее и нет каких-либо признаков соматического расстройства.

Неудовлетворительная ортостатическая устойчивость.

1. Увеличение ЧСС более чем на 15–30 уд./мин.
2. Снижение АД и различной степени выраженности вегетосоматические расстройства.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Аринчин Н.И.** Комплексное изучение сердечно-сосудистой системы. – Минск, 1961. – 220 с.
2. **Аулик И.А.** Определение физической работоспособности в клинике и спорте. – М.: Медицина, 1990. – 243 с.
3. **Барклай В.М.** и др. Валеодиагностика: методическое пособие по валеологии. – Ростов-н/Д, 1999. – 99 с.
4. **Баевский Р.М., Берсенева А.П.** Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. – М.: Медицина, 1997. – С. 10-42.
5. **Васильева В.Е., Демин Д.Ф.** Врачебный контроль и ЛФК. – М.: ФиС, 1968. – 300 с.
6. **Дембо А.Г.** Врачебный контроль в спорте. – М.: Медицина, 1988. – С. 181-187.
7. Детская спортивная медицина / под ред. С.Б. Тихвинского, С.В. Хрущева. – М.: Медицина, 1980. – С. 144-165.
8. **Дубровский В.И.** Спортивная медицина. – М.: Владос, 1998. – С. 38-66.
9. **Козлов В.И., Гладышева Л.А.** Основы спортивной морфологии: учебное пособие. – М.: ФиС, 1977.
10. **Карпман В.Л.** и др. Сердце и работоспособность спортсменов. – М.: ФиС, 1988. – 120 с.
11. **Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А.** Тестирование в спортивной медицине. – М.: Медицина, 1998 – 196 с.
12. Спортивная медицина / под ред. А.В. Чоговадзе. – М.: Медицина, 1984. – С. 24-47, 148-149.
13. Спортивная медицина (руководство для врачей) / под ред. А.В. Чоговадзе, Д.А. Бутченко. – М.: Медицина, 1984. – 384 с.
14. **Шварц В.Б., Хрущев С.В.** Медико-биологические аспекты спортивной ориентации и отбора. – М.: ФиС, 1984. – 150 с.
15. Спортивная медицина / под ред. В.Л. Карпмана. – М.: ФиС, 1987. – С. 41-61.
16. **Хрущев С.В.** Врачебный контроль за физическим воспитанием школьников. – М., 1988.
17. **Герасевич А.Н., Куприян В.К.** Спортивная медицина: учебно-методические указания для студентов факультета физического воспитания. – Брест: БрГУ им. А.С. Пушкина, 2001. – 61 с.
18. Физиология висцеральных систем: лабораторный практикум / М.В. Машенко, Н.В. Акулич, Е.В. Воробей. – Могилев: МГУ им. А.А. Кулешова, 2001. – 66 с.
19. Практические занятия по врачебному контролю / под ред. А.Г. Дембо. – М.: Физкультура и спорт, 1976. – 128 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	1
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ЗДОРОВЬЯ	2
<i>Лабораторная работа № 1.</i> Определение уровня физического состояния по максимальному потреблению кислорода	5
Методические указания по оценке физического состояния	10
ВРАЧЕБНЫЙ КОНТРОЛЬ В ФИЗИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ И СПОРТЕ. ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ	11
<i>Лабораторная работа № 1.</i> Определение уровня экономичности внешнего дыхания ...	13
ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ	16
<i>Лабораторная работа № 1.</i> Определение и индивидуальная оценка показателей кровообращения при помощи математического метода	21
<i>Лабораторная работа № 2.</i> Диагностика регуляции кровообращения при выполнении физической нагрузки	23
ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ТИПЫ САМОРЕГУЛЯЦИИ КРОВООБРАЩЕНИЯ	25
<i>Лабораторная работа № 1.</i> Определение типа саморегуляции кровообращения	26
<i>Лабораторная работа № 2.</i> Изучение особенностей реакции системного кровообращения на физическую нагрузку разной мощности в зависимости от типа саморегуляции кровообращения	28
<i>Лабораторная работа № 3.</i> Обеспечение ортостатической устойчивости у лиц с разными особенностями регуляции кровообращения	29
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	31

Учебное издание

Трифонов Владимир Васильевич

**ЧАСТНЫЕ ВОПРОСЫ
СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ**

Теоретические основы
и практические рекомендации
к лабораторным занятиям по предмету

Технический редактор *А.Л. Позняков*

Компьютерная верстка *А.Л. Позняков*

Корректор *И.Г. Коржова*

Подписано в печать .2013.

Формат 60x84/16. Гарнитура Times New Roman Cyr.
Усл.-печ. л. 2,1. Уч.-изд. л. 1,45. Тираж экз. Заказ №

Учреждение образования “Могилевский государственный университет
имени А.А. Кулешова”, 212022, Могилев, Космонавтов, 1.
ЛИ № 02330/278 от 30.04.2004 г.

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии
МГУ имени А.А. Кулешова. 212022, Могилев, Космонавтов, 1.