МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПІВДЕННОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ім. К.Д. УШИНСЬКОГО

А.І. Босенко

БІОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ У ФІЗИЧНОМУ ВИХОВАННІ ТА СПОРТІ

Навчальний посібник

Одеса – 2016

УДК
Б85

Рецензенти:
Б. М. Галкін, доктор біологічних наук, професор, директор Біотехнологічного науково-навчального центру, професор кафедри мікробіології і вірусології ОНУ ім. І. І. Мечнікова.
І. Л. Ганчар, доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри фізичного виховання і спорту Національного університету «Одеська морська академія».

Б 85 Босенко А.І. Біологічні методи досліджень у фізичному вихованні та спорті: Навчальний посібник / А.І.Босенко. – Одеса: ПНПУ імені К. Д. Ушинського, 2016. – 70 с., ил.

I S B N

Навчальний посібник, адресований студентам, тренерам, спортсменам, спеціалістам з функціонального контролю. В посібник включено основні розділи теоретичних відомостей про фізіологічні системи організму, їх функціональні показники і резерви та методи функціонального контролю. В практичній частині посібника надано методики і хід біологічних досліджень у фізичному вихованні і спорті.

Рекомендований до друку Вченою радою факультету фізичної реабілітації Південноукраїнського національного педагогічного університету ім. К. Д. Ушинського від «27» вересня 2016 р., протокол № 2.

I S B N

© А .І. Босенко, 2016

ЗМІСТ

Тема 1. Дослідження деяких показників фізичного розвитку і їх взаємозалежності у спортсменів різної спеціалізації……..……3
Лабораторна робота І. Дослідження фізичного розвитку людини…….....3
Тема 2. Дослідження функціональних можливостей людини при велоергометричному навантаженні за замкнутим циклом (з реверсом) 4 години…….…….9
Лабораторна робота 2. Дослідження фізичної працездатності і динаміки частоти серцевих скорочень при навантаженнях за замкнутим циклом……..……9
Лабораторна робота 3. Дослідження функціональних резервів енергетичного рівня організму людини при навантаженні за замкнутим циклом…….16
Тема 3. Методи оцінки стану механізмів регуляції серцевого ритму людини……..…….21
Лабораторна робота 4 Дослідження стану механізмів регуляції серцевого ритму при фізичних навантаженнях.....……..21
Тема 4. Методи оцінки функціональних можливостей серцево-судинної системи……..26
Лабораторна робота 5. Дослідження систолічного і хвилинного об'ємів крові у спортсменів при різних функціональних станах…….....26
Тема 5. Методи оцінки функціонального стану кисневотранспортної системи…….....31
Лабораторна робота 6. Методи дослідження аеробних можливостей організму.....…….…….31
Тема 6. Методи оцінки функціональних можливостей центральної нервової системи людини (4 години)…….35
Лабораторна робота 7. Оцінка функціонального стану ЦНС за варіаційною кривою рухової реакції за методикою Т.Д. Лоскутової…….35
Лабораторна робота 8. Вивчення динаміки ЗФС мозку спортсменів, заданими надповільних біоелектричних процесів, при дозованих та напружених навантаженнях ……..……43
Довідкові матеріали……..…52
Додатки……..…..67

Тема 1. Дослідження деяких показників фізичного розвитку і їх взаємозалежності у спортсменів різної спеціалізації

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА І

Дослідження фізичного розвитку людини

Мета: Познайомитися з методами вивчення фізичного розвитку і статистичної обробки результатів дослідження фізичного розвитку студентів.

План роботи:

1. Визначення росту і маси тіла.
2. Визначення ЖЄЛ (МВЛ).
3. Статистична обробка отриманих даних з розрахунком:
   а) середньої арифметичної (X);
   б) середньоквадратичної величини відхилення (σ);
   в) стандартного відхилення середньою (m);
   г) коефіцієнтів варіації (V);
   д) визначення довірчих інтервалів.
4. Встановлення достовірності відмінностей між власними даними і літературними (t, p).
5. Вивчення взаємозалежності показників, за даними кореляційного аналізу (рангова кореляція).
6. Аналіз отриманих даних.
7. Висновки.

Технічне забезпечення: ростомір, медичні терези, сантиметрова стрічка, спірометр, калькулятори.

Методичні вказівки. Робота виконується бригадним методом, у яку входять: обстежувані, дослідники, ведучі протоколу. Обмірювання проходять 10-12 осіб на визначених пунктах.

Теоретична передмова.

Фізичний розвиток відбиває формування структурних і функціональних властивостей організму в онтогенезі, детермінований певною генетичною програмою індивідуума.

Основні властивості фізичного розвитку, це:

1. Нерівномірність темпів росту і розвитку.
2. Гетерохронізм (неодночасність).
3. Надійність.
4. Статевий диморфізм (наявність у одного виду двох статей) та ін.

Фізичний розвиток в онтогенезі протікає згідно з генетичною програмою. Проте реалізація генетичної програми залежить від багатьох чинників. Наприклад, спосіб життя впливає на здоров'я людини майже на 50%. На 15-20% впливає довкілля і стільки ж – реалізація спадкової програми.

Фізичний розвиток може протікати гармонійно і дисгармонійно.

Окрім вказаних чинників на міру гармонійності впливає темпи акселерації (співвідношення акселератів і ретардантів гармонійних, негармонійних (див. матеріал з вікової фізіології).

При аналізі фізичного розвитку групи дітей на основі сигмальних відхилень можна виділити осіб з високим, вище за середній, середнім, нижче за середній і низьким рівнем розвитку.

M + 2,1 **σ** і вище – високий рівень фізичного розвитку;

від M + 1,1 **σ** до M + 2 **σ** – вище середнього;

M ± 1 **σ** – середній;

від M - 1,1 **σ** до M - 2 **σ** – нижче середнього;

M - 2,1 **σ** і нижче – низький.

Якщо маса і окружність грудної клітки знаходяться в межах M ± **σ**R, то фізичний розвиток оцінюють як гармонійний. Коли відхилення становлять від M ± 1,1 **σ**R до M ± 2 **σ**R – фізичний розвиток дисгармонійний. При відхиленні від + 2,1**σ**R і більше або від - 2,1 **σ**R і менше – фізичний розвиток вважають різко дисгармонійним.

На фізичний розвиток також впливають рухова активність і фізичні навантаження. Вони можуть як покращувати, так і погіршувати фізичний розвиток і, отже, здоров'я. О.Г. Сухарєвим виявлена параболічна залежність між рівнем здоров'я і руховою активністю (рис. 1.1). Рухова активність в діапазоні до 10, 50-75 і 90-100 відсотків відповідає гіпо-, нормо- і гіперкінезії. Найбільший позитивний вплив забезпечує нормокінезія.

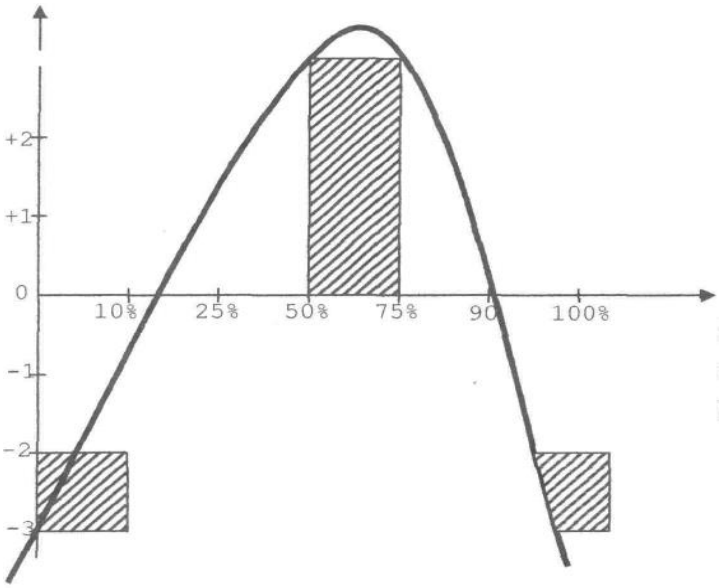


Рис. 1.1 – Рівні рухової активності за О.Г. Сухарєвим

Основними показниками фізичного розвитку є: ріст (довжина тіла), маса (вага тіла), об’єм грудної клітки. При необхідності визначають інші довжінні та об’ємні розміри тіла, індекси.

Хід роботи.

Зріст (довжина тіла) вимірюється ростоміром. При визначеніі росту стоять спиною до вертикальної стійки (стіни), торкаючись її п'ятами, сідницями, лопатками і потилицею (див. рис. 1.2) з точністю до 0,5 см. **Вага тіла** вимірюється на медичних терезах з точністю до 50 г. Обстежуваний повинен бути без взуття та верхнього одягу. **Окружність грудної клітки** вимірюється в три етапи: під час звичайного спокійного дихання, максимального вдиху і максимального видиху (рис. 1.3). Досліджуваний розводить руки в сторони, після чого накладають сантиметрову стрічку так, щоб ззаду вона проходила під нижніми кутами лопаток, спереду у чоловіків – по лінії нижнього сегменту сосків, а у жінок – над молочною залозою, в місці переходу шкіри з грудної клітки на залозу. Потім досліджуваний опускає руки. Екскурсія грудної клітки – різниця між величинами об’ємів при вдиху і видиху. Середня величина екскурсіїскладає 5-7 см.

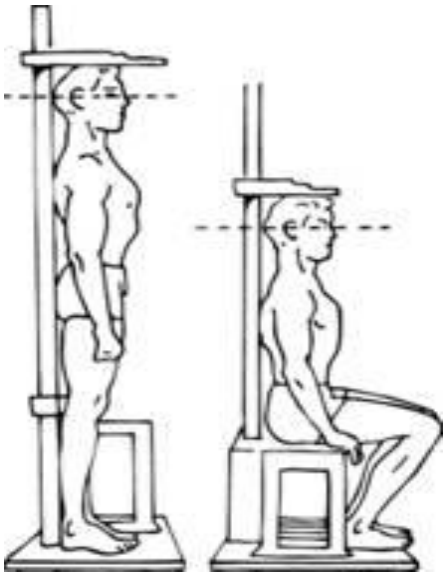


Рис. 1.2 – Техніка вимірювання росту у положеннях стоячи і сидячи

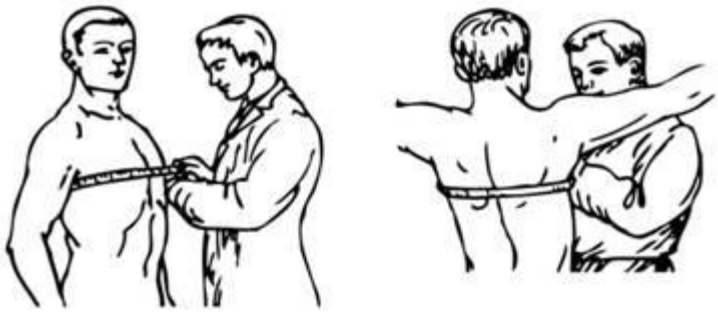


Рис. 1.3 – Техніка вимірювання окружності грудної клітки

Життєва ємність легень (ЖЕЛ) вимірюється на водяному або сухому спірометрах (рис. 1.4). Рекомендується виконати 2-3 спроби. За показник приймається кращий результат. Вимірювання ЖЄЛ необхідно проводити до прийому їжі в один і той же час доби.

Рис. 1.4 – Зовнішній вигляд сухого спірометра

Результати роботи заносяться в протокол (таблицю), за якою проводяться всі розрахунки.

Таблиця 1.1 – Показники фізичного розвитку студентів V курсу III групи факультету фізичного виховання

№ п/п	Ф.И. О.	Вік	Зріст (см)	Маса тіла (кг)	ЖЕЛ, л
1	Б-вич Юля	22	176	65	2,8
2	Х-ва Лена	22	173	60	3
3	Б-н Оксана	22	178	65	3,3
4	Р-ко Олеся	22	175	70	2,7
…n					
Σ					
M		22	175,5	65	2,9
Дк		0	5	10	0,6
δ		0	1,8	3,5	0,43
m		0	0,9	1,75	0,15
V		0	1,2	5,38	14,8

Після статистичної обробки отриманих даних визначаються достовірність відмінностей між показниками (літературними або іншої статі) (t, p), а також вивчається взаємозалежність показників, за даними кореляційного аналізу (рангова кореляція, див. лекції) за наступною схемою:

а) зріст – ЖЄЛ

б) зріст – маса тіла

в) маса тіла – ЖЄЛ.

Таблиця 1.2 – Достовірність відмінностей між показниками

№ п/п	Група	Зріст, см M ± m	Маса тіла, кг M ± m	ЖЄЛ, л M ± m
1	Чоловіки	180 ± 3,6	72 ± 6,2	4,3 ± 0,51
2	Жінки	175,5 ± 0,9	65 ± 1,75	2,9 ± 0,2
	t			
	p			

Аналіз отриманих даних . *(див. приклад у роботі №4)*

Висновки. *(див. приклад у роботі №4)*

Додаткові матеріали (з Наказу МОЗ України № 802 від 13.09.2013**).**

Таблиця 1.3 – Середні значення показників фізичного розвитку хлопців 6-17 років

Ознака	Вік, роки	Min - Max	M ± m	σ	V	r ± m
Хлопці						
Довжина тіла стоячи, см	6	110 - 126	118,83 ± 0,41	4,23	3,56	-
	7	118,5 - 136	126,30 ± 0,39	3,96	3,13	-
	8	120 - 139	128,93 ± 0,43	4,36	3,38	-
	9	126 - 146	135,96 ± 0,50	5,06	3,72	-
	10	127 - 153	138,90 ± 0,62	6,34	4,56	-
	11	135 - 161	147,74 ± 0,53	5,48	3,71	-
	12	139 - 167	152,87 ± 0,58	5,91	3,86	-
	13	143 - 171	158,58 ± 0,65	6,58	4,15	-
	14	154 - 178	165,61 ± 0,63	6,41	3,87	-
	15	159 - 179	171,24 ± 0,52	5,30	3,09	-
	16	160 - 187	173,32 ± 0,63	6,35	3,66	-
	17	164 - 190	175,67 ± 0,59	6,11	3,48	-
Маса тіла, кг	6	17 - 30	22,17 ± 0,24	2,47	11,16	0,69 ± 0,07
	7	19 - 34	25,99 ± 0,30	3,05	11,74	0,67 ± 0,07
	8	21 - 37	27,22 ± 0,32	3,22	11,83	0,53 ± 0,08
	9	23 - 41,4	31,55 ± 0,41	4,18	13,25	0,81 ± 0,06
	10	24 -45,6	32,67 ± 0,47	4,84	14,83	0,78 ± 0,06
	11	27,2 - 54	39,65 ± 0,52	5,38	13,58	0,75 ± 0,06
	12	28 - 60	40,95 ± 0,62	6,29	15,36	0,46 ± 0,08
	13	35 - 62	47,77 ± 0,57	5,80	12,15	0,75 ± 0,06
	14	38 -71	52,62 ± 0,67	6,82	12,96	0,68 ± 0,07
	15	41 - 77	59,53 ± 0,78	7,89	13,26	0,51 ± 0,08
	16	46 - 79,3	58,99 ± 0,87	8,74	14,82	0,67 ± 0,07
	17	48 - 81	63,48 ± 0,83	8,55	13,47	0,66 ± 0,07
Окружність грудної клітки, см	6	50 -69	56,44 ± 0,28	2,88	5,11	0,45 ± 0,08
	7	56 - 70	61,82 ± 0,28	2,91	4,72	0,57 ± 0,08
	8	57 - 76	62,53 ± 0,34	3,47	5,55	0,26 ± 0,09
	9	58 - 77	64,57 ± 0,38	3,83	5,94	0,54 ± 0,08
	10	60 - 80	66,59 ± 0,46	4,65	6,98	0,62 ± 0,07

						Продовження табл. 1
	11	61 - 83	70,73 ± 0,40	4,08	5,77	0,51 ± 0,08
	12	62 - 85	72,83 ± 0,41	4,15	5,70	0,24 ± 0,09
	13	68 - 86	75,70 ± 0,46	4,69	6,20	0,46 ± 0,09
	14	69 - 90	78,21 ± 0,53	5,38	6,88	0,64 ± 0,07
	15	70 - 95	84,20 ± 0,58	5,91	7,01	0,41 ± 0,09
	16	74 - 96	84,66 ± 0,50	5,04	5,96	0,52 ± 0,08
	17	75 - 99	88,74 ± 0,69	7,06	7,95	0,42 ± 0,08

Таблиця 1.4 – Середні значення показників фізичного розвитку дівчат 6-17 років

Ознака	Вік, роки	Min - Max	M ± m	σ	V	r ± m
Дівчата						
Довжина тіла стоячи, см	6	106 - 126	117,48 ± 0,48	4,87	4,15	-
	7	116 - 135	124,41 ± 0,36	3,68	2,96	-
	8	120 - 137	127,99 ± 0,44	4,51	3,53	-
	9	125 - 145	134,72 ± 0,46	4,64	3,44	-
	10	129 - 150	137,37 ± 0,50	5,16	3,75	-
	11	132 - 164	146,35 ± 0,53	5,58	3,81	-
	12	140 - 168	155,13 ± 0,59	5,98	3,85	-
	13	142 - 174	160,06 ± 0,63	6,49	4,05	-
	14	151 - 175	161,99 ± 0,43	4,37	2,70	-
	15	152,5 - 178	163,38 ± 0,48	4,87	2,98	-
	16	155 - 179	165,16 ± 0,53	5,33	3,22	-
	17	160 - 180	166,98 ± 0,45	4,64	2,77	-
Маса тіла, кг	6	16 - 27	21,22 ± 0,24	2,47	11,67	0,69 ± 0,07
	7	19 - 30,6	24,16 ± 0,30	3,05	12,63	0,73 ± 0,06
	8	20 - 35	26,61 ± 0,35	3,56	13,40	0,77 ± 0,06
	9	22 - 39	30,70 ± 0,40	4,04	13,16	0,70 ± 0,07
	10	24 - 46,6	32,21 ± 0,48	4,90	15,23	0,57 ± 0,08
	11	26,1 - 49,6	37,33 ± 0,48	5,07	13,59	0,70 ± 0,06
	12	29 - 60	44,09 ± 0,64	6,41	14,54	0,75 ± 0,06
	13	32 - 62	48,79 ± 0,59	6,08	12,46	0,66 ± 0,07
	14	39 - 64	50,45 ± 0,41	4,16	8,25	0,43 ± 0,08
	15	39,2 - 66	52,25 ± 0,56	5,68	10,88	0,50 ± 0,08
	16	43 - 77	55,29 ± 0,64	6,51	11,79	0,64 ± 0,07
	17	45 - 79	53,95 ± 0,62	6,38	11,84	0,29 ± 0,09
Окружність грудної клітки, см	6	50 - 61	54,61 ± 0,23	2,42	4,44	0,47 ± 0,08
	7	52 - 66	60,11 ± 0,27	2,77	4,62	0,53 ± 0,08
	8	53 - 70	61,27 ± 0,33	3,37	5,51	0,51 ± 0,08
	9	58 - 76	63,97 ± 0,34	3,39	5,31	0,33 ± 0,09
	10	60 - 78	65,75 ± 0,44	4,49	6,83	0,40 ± 0,09
	11	61 - 82	69,00 ± 0,44	4,63	6,71	0,59 ± 0,07
	12	62 - 84	73,14 ± 0,47	4,70	6,43	0,52 ± 0,08
	13	68 - 89	78,26 ± 0,46	4,69	5,99	0,68 ± 0,07
	14	70 - 91	79,83 ± 0,41	4,19	5,25	0,20 ± 0,09
	15	72 - 92	81,04 ± 0,39	4,02	4,96	0,24 ± 0,09
	16	73 - 93	84,38 ± 0,40	4,06	4,81	0,29 ± 0,09
	17	74 - 95	83,04 ± 0,45	4,57	5,51	0,28 ± 0,09

Список рекомендованої літератури:

1. Апанасенко Г.Л. Физическое развитие детей и подростков / Г.Л. Апанасенко. – К.: Здоров'я, 1986. – 80 с.
2. Безруких М.М. Возрастная физиология: (физиология развития ребенка): учебное пособие для студентов высших учебных заведений /М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, Д.А. Фарбер. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 416 с.
3. Критерії оцінки фізичного розвитку дітей шкільного віку // Наказ МОЗ України № 802 від 13.09.2013
4. Сухарев А. Г. Здоровье и физическое развитие детей и подростков / А. Г. Сухарев. – М.: «Медицина»,1991. – 272 с.
5. Фізичний розвиток дітей різних регіонів України / Під ред. І.Р. Бариляка, Н.С. Польки. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 208 с.
6. Сергієнко Л.П. Спортивна метрологія: теорія практичні аспекти: Підручник // Л.П. Сергієнко. – К.: КНТ, 2010. – С. 135 – 166.

Тема 2. Дослідження функціональних можливостей людини при велоергометричному навантаженні за замкнутим циклом (з реверсом) – *4 години*

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2

Дослідження фізичної працездатності і динаміки частоти серцевих скорочень при навантаженнях за замкнутим циклом

Мета – оволодіти методикою велоергометричного дослідження фізичної працездатності і динаміки частоти серцевих скорочень (ЧСС) при навантаженнях з реверсом.

План роботи:

1. Знайомство з теоретичними основами, методикою тестування та ходом роботи.
2. Вибір обстежуваного, підготовка до обстеження.
3. Реєстрація 10-12 RR-інтервалів електрокардіограми (ЕКГ) та артеріального тиску (АТ) у стані відносного м'язового спокою.
4. Дослідження фізичної працездатності і динаміки ЧСС при велоергометричному тестуванні зі зміною потужності за замкнутим циклом.
5. Обробка отриманих даних, розрахунок окремих показників.
6. Аналіз результатів тестування.
7. Висновки.

Технічне забезпечення: велоергометр, апарат для вимірювання АТ, електрокардіограф, секундомір, калькулятори.

Методичні вказівки. Робота виконується бригадним способом, у яку входять:

- *обстежуваний – виконує роботу на велоергометрі з частотою 60 об./хв.,*
- *старший бригади – здійснює загальне керування тестуванням,*

хронометрист – контролює час роботи і оголошує 20-секундні періоди її виконання,

- *регулювальник навантаженням – здійснює підвищення потужності навантаження на пульті велоергометра дискретно, кожні 20 секунд, зі швидкістю 33 Вт/хв. (200 кгм/хв.),*
- *реєстратор ЕКГ – реєструє 5-6 кардіоінтервалів з подальшим знаходженням ЧСС (уд./хв.) за таблицею або формулою –* $ЧСС = \frac{60}{tRR}$,
- *контролер артеріального тиску (АТ) – контролює АТ у кінці кожної непарної хвилини,*
- *секретар – наочно на дошці заповнює протокол обстеження і виконує графічне зображення динаміки ЧСС в залежності від змін потужності навантаження.*

Студенти, які не залучені до експериментальної роботи, заповнюють протокол та виконують графік в зошитах.

Теоретичне обґрунтування.

Фізична працездатність – це здатність особи тривало виконувати м'язову роботу без зниження її якості та завданих параметрів. ВООЗ визначає фізичну працездатність як інтегральний критерій рівня здоров'я людини і пропонує методи її визначення. З майже 200 відомих методів найбільшу популярність набули тести PWC_{170}, Гарвардський та інші. Тести класифікуються за багатьма ознаками. Так, за рівнем напруження систем вони поділяються на граничні і дозовані, за відповідністю діяльності особи – на специфічні і неспецифічні, за характером роботи – з постійною та змінною потужністю, за формою зміни потужності – на ступінчатозростаючі, пиловидні, синусоїдальні та ін. [4]. Давиденко Д.М. і співавтори [3] запропонували тест зі зміною потужності за замкнутим циклом, при якому потужність навантаження змінюється з постійною (33 Вт/хв.) швидкістю від 0 до завданої величини або до обумовленої ЧСС, наприклад, 150-155 уд./хв., а потім знижується до 0 (рис. 2.1, 2.2). Поворот (реверс) навантаження в сторону зниження за рівнем ЧСС визнано більш адекватним оскільки відбиває однакову фізіологічну «ціну» навантаження. Метод заснований на графічному зображенні залежності ЧСС від зміни потужності навантаження. Він дозволяє вивчити близько 30 показників (рис. 2.3), які об'єднанні у 5 груп і відбивають різні сторони функціональних можливостей обстежуваного. Дана робота передбачає визначення 2 груп показників –а) фізичної працездатності та б) динаміки ЧСС.

Крива залежності ЧСС від потужності навантаження отримала назву петлі гістерезису. На графіку (рис. 2.1) виділяють декілька ділянок петлі:

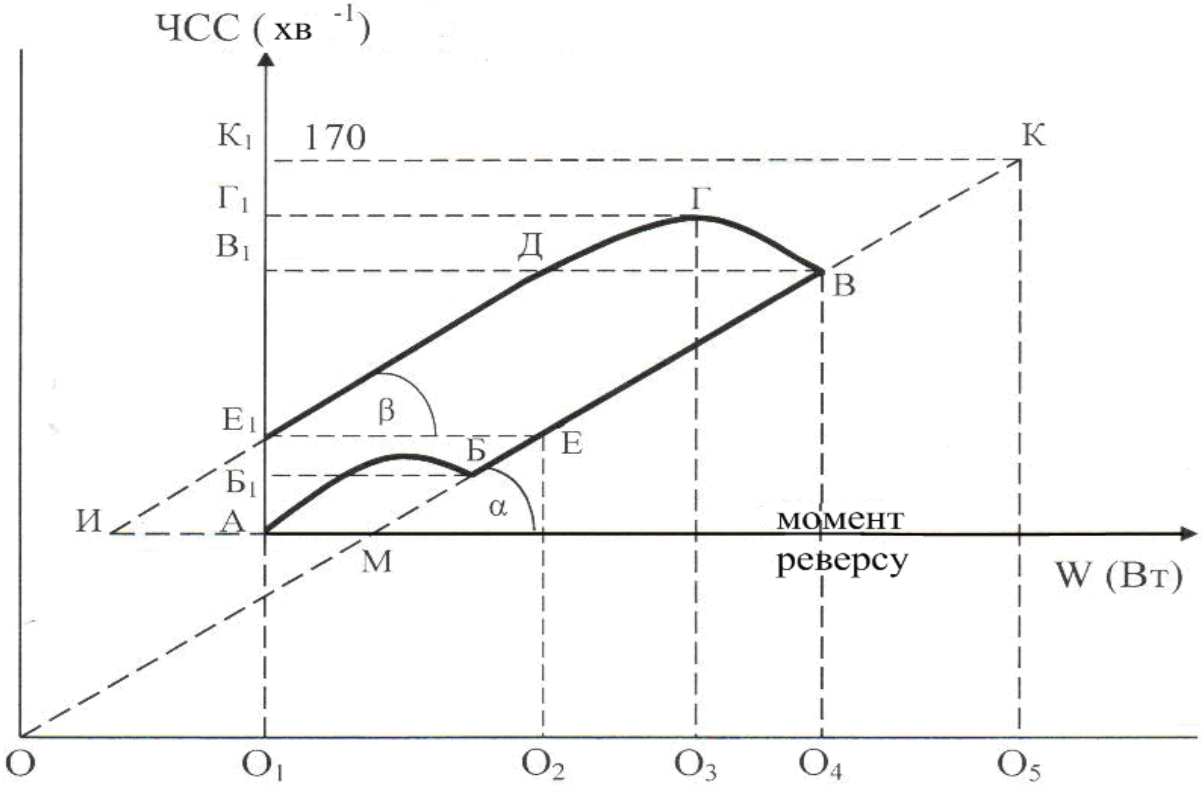


Рис. 2.1 – Схема динаміки ЧСС – петля гістерезису при тестуванні за замкнутим циклом (пояснення в тексті)

- гетероакселераційна перехідна фаза впрацювання (відрізок АБ). Це найбільш мінлива ділянка кривої, але точка Б для індивідуума є відносно постійною;

- ділянка (БВ) - ізоакселераційна фаза, відбиває пряму залежність ЧСС від приросту потужності навантаження. Характеризує індивідуальні функціональні можливості організму. У більш тренованої особи менше кут α;

- ВГД – гетероакселераційна перехідна фаза відновлення. Вона відбиває перехідні процеси після реверсу навантаження. Характеризує інерційність регуляторних систем організму: при зниженні потужності навантаження продовжується зростання ЧСС ;

- ДЕ – ізоакселераційна фаза зниження потужності навантаження. Характеризує ефективність поточних відновних процесів. Чим краще відновні процеси, тим поперечник петлі буде меншим, а кут β – більшим.

Хід роботи.

Визначається склад бригади експериментаторів, розподіляються між ними обов'язки таким чином, щоб усі студенти протягом проведення лабораторних робіт оволоділи більшістю методик, готуються форми протоколу (табл. 2.1) і графіку (рис. 2.2, 2.3) в зошитах і на дошці. Експериментатори відповідно до обов'язків займають місця у лабораторії. Обстежуваного усаджують на велоергометр, регулюють висоту сидіння, накладають електроди ЕКГ, манжету для вимірювання АТ, дають можливість заспокоїтися, після чого реєструють показники у стані відносного м'язового спокою (спочатку ЕКГ, потім – АТ).

Команду до виконання тестування подає старший бригади, який координує і надалі весь хід обстеження. Відповідальні особи згідно до викладеного вище регламенту виконують свої обов'язки, а результати по черзі оголошують іншим студентам, які, як і секретар, заносять дані у протокол та вимальовують петлю гістерезису. Реверс навантаження здійснюється при $ЧСС = 150 уд/хв$. Кінець тесту визначається нульовою потужністю навантаження, при цьому час зниження потужності повинен відповідати часу її підвищення.

Після завершення оформлення протоколу і графіку здійснюється розрахунок показників фізичної працездатності і динаміки ЧСС за наведеною нижче схемою.

Показники фізичної працездатності:

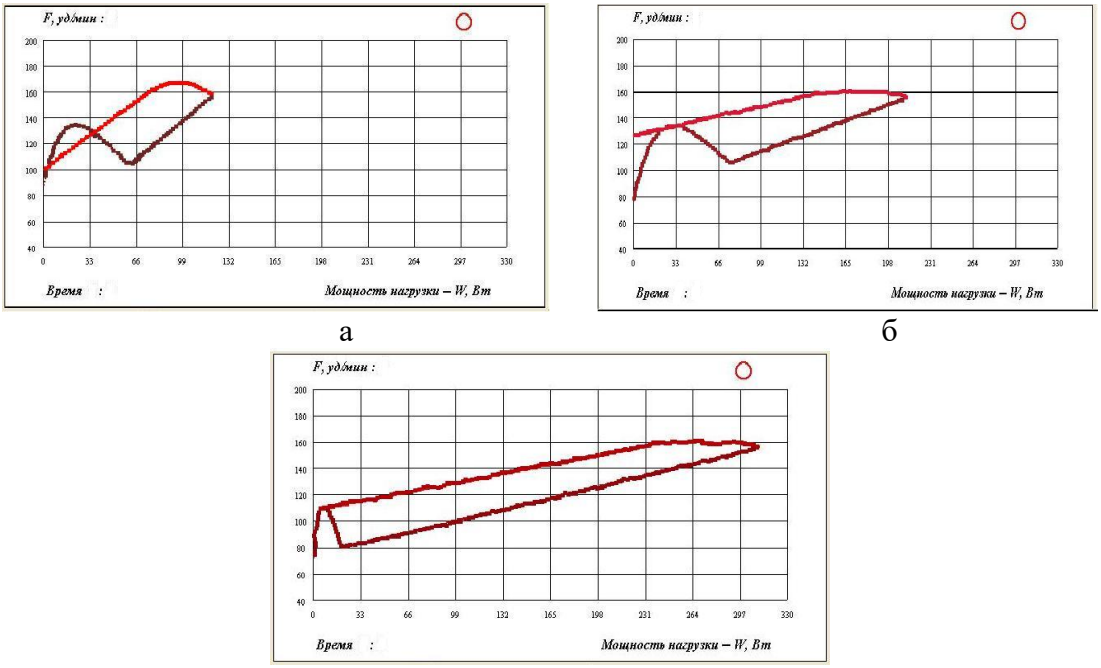
- загальний час роботи (Тзаг, хв.) – визначається хронометристом;
- потужність реверсу (Wрев, Вт) – значення, що відповідають точці O_4;
- загальний обсяг роботи ($А_{заг}$) розраховується за формулою $A_{заг} = \frac{T_{заг} \cdot W_{рев}}{2} (кДж)$;
- PWC_{170} (Вт або кгм/хв.; 1 Вт = 6,12 кгм/хв.) – визначається точкою O_5, яка екстраполюється перетином ліній БВ та $К_1К$ за мінусом O_3-O_4 – показника інерційності ССС;
- відносна до маси тіла працездатність – $PWC_{170/кг}$ (Вт/кг, кгм/хв./кг).

Показники динаміки частоти серцевих скорочень (ЧСС) в уд./хв.:

- ЧСС початкова – Fпоч (вихідна перед роботою) – точка А;

- ЧСС порогова - Fпор (початок ізолінії) – точка Б;
- ЧСС реверсу – Fрев (момент повороту навантаження в сторону зниження потужності) – точка В;
- ЧСС максимальна – Fмах – точка Г;
- ЧСС виходу з навантаження – Fвих (закінчення роботи) – точка Е.

Отримані результати аналізуються, порівнюються з орієнтовними даними (табл. 2.2 і табл.2.3), робляться висновки.



а б в

Рис. 2.2 – Графічний запис залежності ЧСС від потужності навантаження, що змінюється за замкнутим циклом (а - хлопчика 13 років, б – волейболіста 15 років, в – висококваліфікованого весляра 17 років [1])

Таблиця 2.1 – Протокол дослідження динаміки ЧСС і АТ при тестуванні з реверсом _____

(*Вид спорту, ПІБ)*

Показники	У стані спокою	В процесі тестування, хв									
ЧСС, уд./хв.	до реверсу ……	1	2	3	4	5	…	…	…	…	n, хв.
	після реверсу	n+1	n+2	n+3	n+4	n+5	…	…	…	…	…
АТ*, мм рт.ст.	до реверсу ……	1	2	3	4	5	…	…	…	…	n, хв.
			-		-		-		-		-
	після реверсу	n+1	n+2	n+3	n+4	n+5	…	…	…	…	
			-		-		-		-		-

Примітка. * АТ в процесі фізичного навантаження реєструється у непарні хвилини.

Аналіз отриманих даних.

Висновки.

Довідкові матеріали до заняття.

ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
<МЕТОД ЦИКЛИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ>

ФИО : Г. Александр Владимирович
Дата рождения: 01.07.1990
Масса 86кг. Рост 185см.
Вид спорта - гребля м.с., разряд

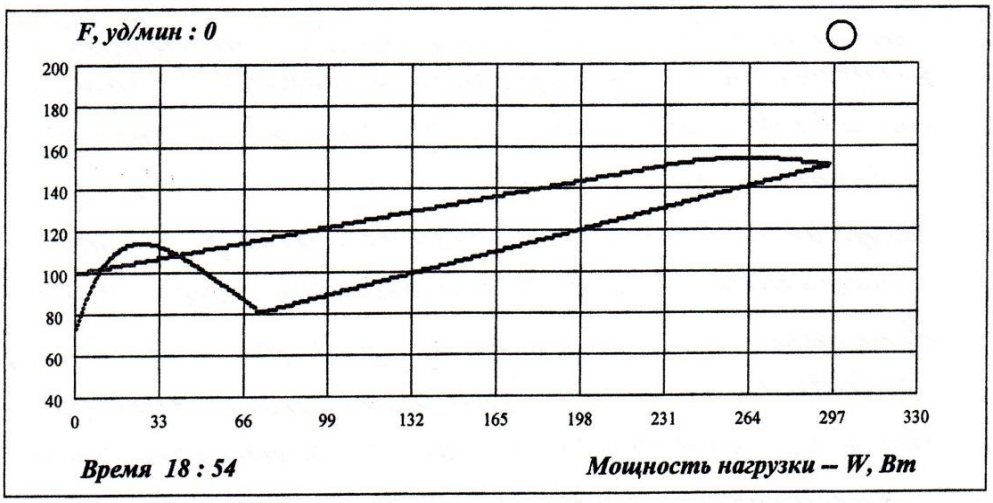


График петли гистерезиса сердечного цикла

1.	Скорость изменения мощности нагрузки (V, Вт/мин)	33
2.	Мощность реверса нагрузки (Wрев, Вт)	295
3.	Исходная ЧСС (Fисх, 1/мин)	73
4.	Пороговая ЧСС (Fпор, 1/мин)	81
5.	ЧСС реверса (Fрев, 1/мин)	151
6.	Максимальная ЧСС (Fмах, 1/мин)	154
7.	ЧСС в момент окончания нагрузки (Fвых, 1/мин)	100
8.	Среднее значение ЧСС (Fср, 1/мин)	121
9.	Пульсовая стоимость выполнения тестовой нагрузки (L, уд)	2165
10.	Скорость перерасп. мощности СС в процессе полного нагрузочного цикла (S1, Вт/мин)	10270
11.	Скорость перерасп. мощности в переходный период для уменьшающейся нагрузки (S2, Вт/мин)	221
12.	Скорость перерасп. мощности в переходный период для восходящей нагрузки (S3, Вт/мин)	4368
13.	Время инерции (Тин, с)	80
14.	Коэффициент инерции (Кин)	0.98
15.	Коэффициент скорости перераспределния мощности сердечных сокращений (Кпрсп)	0.02
16.	Коэффициент эффективности регуляции сердечной деятельности (Кэф)	0.07
17.	Уровень внутренней мощности организма перед нагрузкой (Wисх, Вт)	89
18.	Уровень мощности развиваемом организмом в момент реверса (Wрев, Вт)	383
19.	Уровень внутренней мощности организма в конце нагрузки (Wвых, Вт)	224
20.	Максимальный уровень мощности (Wмах, Вт)	339
21.	Прирост внутренней мощности под влиянием пробы (dWz, Вт)	135
22.	Расход мощности организма на нагрузку (dWp, Вт)	44
23.	Индекс утомления организма (I, Вт)	230
24.	Внешняя работа, соотв. одному сердечному сокращению при возрастающей нагрузке (A1, Дж)	2.53
25.	Внешняя работа, соотв. одному сердечному сокращению при выходе из нагрузки (A2, Дж)	2.30
26.	Коэффициент остаточных адаптивных резервов (Кссс)	1.58
27.	Коэффициент остаточной кислородной задолженности (Кокз)	0.36
28.	Показатель общей физической работоспособности (PWC 170, Вт)	354

Одесса 26.2.2010 (12:55)

Рис. 2.3 – Протокол дослідження функціональних можливостей майстра спорту з веслування Олександра Г., за результатом тестування з реверсом [1]

Таблиця 2.2 – **Нормативні значення показників фізичної працездатності волейболістів 17-22 років, за даними тестування з реверсом** (Босенко А.І. [2])

Рівень / Показники	Низький	Нижче середнього	Середній	Вище середнього	Високий
Wрев, Вт	<134	135-176	177-261	262-303	304>
Тзаг, хв.	<8,56	8,57-11,22	11,23-16,57	16,58-19,23	19,25>
Азаг, кДж	<29	30-62	63-129	130-162	163>
PWC170, кгм/хв.	<1080	1081-1380	1381-1981	1982-2281	2282>
PWC170, Вт/кг	<2,4	2,5-2,9	3-4	4,1-5	5,1>
МСК, мл/хв.	<3384	3385-4043	4044-5362	5363-6021	6022>
МСК, мл/кг/хв.	<47	48-54	55-69	70-76	77>

Таблиця 2.3 – **Нормативні значення показників динаміки ЧСС волейболістів 17-22 років, за даними тестування з реверсом** (Босенко А.І. [2])

Рівень / Показники	Низький	Нижче середнього	Середній	Вище середнього	Високий
Fпоч, 1/хв.	<54,4	54,5-69	70-101	102-116,5	117,5>
Fпор, 1/хв.	<66	67-77	78-100	101-111	112>
Fрев, 1/хв.	<142	143-145	146-152	153-155	156>
Fмах, 1/хв.	<144	145-148	149-157	158-161	162>
Fвих, 1/хв.	<84	85-95	96-117	118-128	129>

Список рекомендованої літератури:

1. Босенко А.И. Функциональный контроль гребцов нагрузкой с реверсом в годичном цикле тренировки / А.И. Босенко, И.И. Самокиш, А.Н. Дубинин // Физическая культура и спорт в 21 веке: матер. междунар. науч. конф. – Волжский, 2008. – С. 58-64.
2. Босенко А.І. Факторна структура функціональних можливостей волейболістів середнього класу / А.І. Босенко, Д.Л. Матвієнко // Теоретико-методичні основи організації фізичного виховання молоді: матер. ІІІ Всеукр. наук.-практ. конф. / Під заг. ред. Сіренко Р.Р. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2010. – С. 14-15.
3. Давиденко Д.Н. Методика оценки мобилизации функциональных резервов организма по его реакции на дозированную нагрузку / Д.Н. Давиденко, В.А. Чистяков // Психолого-педагогические технологии повышения умственной и физической работоспособности, снижения нервно-эмоционального напряжения у студентов в процессе образовательной деятельности: матер. международной науч. конф. – Белгород: БелГУ, 2011. – С. 204-210.
4. Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.

Тема 2. Дослідження функціональних можливостей людини при велоергометричному навантаженні за замкнутим циклом (з реверсом)

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3

Дослідження функціональних резервів енергетичного рівня організму людини при навантаженні за замкнутим циклом.

Мета – познайомитися з методикою вивчення функціональних резервів енергетичного рівня організму людини та створення модельних характеристик за даними, отриманими при тестуванні зі зміною потужності навантаження за замкнутим циклом.

План роботи:

1. Знайомство з теоретичними основами, методикою тестування та ходом роботи.
2. Вибір обстежуваного, підготовка до обстеження.
3. Реєстрація 10-12 RR-інтервалів електрокардіограми (ЕКГ) та артеріального тиску (АТ) у стані відносного м'язового спокою.
4. Дослідження енергетичного рівня організму при велоергометричному тестуванні зі зміною потужності за замкнутим циклом.
5. Обробка отриманих даних, розрахунок окремих показників.
6. Аналіз результатів тестування.
7. Висновки.

Технічне забезпечення: велоергометр, апарат для вимірювання АТ, електрокардіограф, секундомір, калькулятори.

Методичні вказівки. Робота виконується бригадним способом за схемою, наведеною у попередній лабораторній роботі (№2)

Теоретичне обґрунтування.

Для визначення рівня мобілізації функціональних резервів використовували методику Давиденка Д.М. і співавт. [4, 5] у повному обсязі, що дозволило за результатами тестування виділити певні групи критеріїв резервних можливостей, одна з яких, а саме група показників енергетичного рівня організму, узята за основу для вирішення поставленої мети. В якості м'язової роботи студенти виконували педалювання на велоергометрі ВЕД-12 (60 об/хв), при якому потужність навантаження змінювалась з постійною швидкістю (200 кгм·хв$^{-1}$ або 33 Вт·хв$^{-1}$) за замкнутим циклом – спочатку підвищувалась від нуля до певного рівня частоти серцевих скорочень (ЧСС=150 уд.•хв$^{-1}$), а потім з такою ж швидкістю знижувалась до нуля. В процесі тестування реєстрували взаємозв'язок зміни частоти серцевих скорочень і потужності фізичної роботи у вигляді так званої петлі гістерезису (див. рис. 2.1, 2.2 лаб заняття №2), яка відбиває системну адаптивну відповідь організму на фізичне навантаження.

Методика Давиденка Д.М. і співавт. [4,5] була модернізована і покладена

на комп'ютерну основу [2, 3]. Завдяки цьому збагатились можливості оперувати результатами обстеження, створювати базу даних, стало можливим отримувати протокол тестування у роздрукованому вигляді безпосередньо через 15-20 секунд після його закінчення.

Характеристика та методика розрахунку показників енергетичного рівня організму в різні фази тестування представлені в таблиці 3.1. Необхідно відмітити, що термін "енергетичний рівень" у даній методиці використовується в інтегративному сенсі, як поняття, що характеризує рівень активації, функціонування, напруження організму у адаптаційних процесах. В той же час, означений термін, при додатковій обробці отриманих даних, може дати інформацію і про дійсний рівень енергетичного обміну організму людини. Відома взаємна залежність частоти серцевих скорочень, споживання кисню, енерговитрат і потужності роботи дозволяє визначити кожний із показників у будь-яку фазу тесту [1, 4, 5, 6].

Хід роботи (аналогічний роботі №2).

Визначається склад бригади експериментаторів, розподіляються між ними обов'язки таким чином, щоб усі студенти протягом проведення лабораторних робіт оволоділи більшістю методик, готуються форми протоколу (табл. 3.1) і графіку (рис. 2.1) в зошитах і на дошці. Експериментатори відповідно до обов'язків займають місця у лабораторії. Обстежуваного усаджують на велоергометр, регулюють висоту сидіння, накладають електроди ЕКГ, манжету для вимірювання АТ, дають можливість заспокоїтися, після чого реєструють показники у стані відносного м'язового спокою (спочатку ЕКГ, потім – АТ).

Команду до виконання тестування подає старший бригади, який координує і надалі весь хід обстеження. Відповідальні особи згідно до викладеного вище регламенту виконують свої обов'язки, а результати по черзі оголошують іншим студентам, які, як і секретар, заносять дані у протокол та вимальовують петлю гістерезису. Реверс навантаження здійснюється при $ЧСС = 150 уд/хв$. Кінець тесту визначається нульовою потужністю навантаження, при цьому час зниження потужності повинен відповідати часу її підвищення.

Після завершення оформлення протоколу і графіку здійснюється розрахунок показників (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Показники енергетичного рівня організму людини

Показники	Найменування показників	Методика розрахунку	Характеристика
W_1 вих (Вт)	Ступінь активації перед навантаженням	$O – O_1$ (Вт)	Рівень потенціальних функціональних резервів
W_1 рев (Вт)	Рівень напруження організму в момент реверсу	$O – O_4$ (Вт)	Ступінь мобілізації функціональних резервів на реверсі навантаження

			Продовження табл. 1
W_1 мах (Вт)	Максимальний рівень напруження організму	$O – O_3$ (Вт)	Максимальний рівень мобілізації функціональних резервів організму
W_1 зак (Вт)	Рівень напруження організму наприкінці навантаження	$O – O_2$ (Вт)	Ступінь активації організму в момент закінчення навантаження
A_1 зов (Дж)	Зовнішня робота серцевого скорочення при збільшенні навантаження	Котангенс кута α	Зовнішня робота, яка відповідає нормованому значенню фізіологічного параметра при збільшенні навантаження
A_2 зов (Дж)	Зовнішня робота серцевого скорочення при зменшенні навантаження	Котангенс кута β	Зовнішня робота, яка відповідає нормованому значенню фізіологічного параметра при зменшенні навантаження

Таблиця 3.2 – Протокол дослідження динаміки ЧСС і АТ при тестуванні з реверсом _____

(*Вид спорту, ПІБ)*

Показники	У стані спокою	В процесі тестування, хв									
ЧСС, уд./хв.	до реверсу	1	2	3	4	5	…	…	…	...	n, хв.
	після реверсу	n+1	n+2	n+3	n+4	n+5	…	…	…	...	...
АТ*, мм рт.ст.	до реверсу	1	2	3	4	5	…	…	…	...	n, хв.
			-		-		-		-		-
	після реверсу	n+1	n+2	n+3	n+4	n+5	…	…	…	...	
			-		-		-		-		-

*Примітка. * АТ в процесі фізичного навантаження реєструється у непарні хвилини.*

Аналіз отриманих даних.

Висновки.

Довідкові матеріали до заняття.

Таблиця 3.3 – Орієнтовні нормативи енергетичного рівня студенток першого та другого курсів за даними тестового навантаження з реверсом (Босенко А.І. [2])

Границі / **Показники**	***Нижче М-1σ***	***М-1σ – М-0,5σ***	***М±0,5σ***	***М+0,5σ– М+1σ***	***Вище М+1σ***
$W_{вих}$, Вт	< 54	55-80	81-131	132-154	>155
$W_{рев}$, Вт	<181	182-212	213-273	274-304	>305
$W_{зак}$, Вт	<145	146-176	177-237	238-268	>269
W_{max}, Вт	<168	169-194	195-245	246-271	>272
W_1 зов, Дж	<1,22	1,23-1,26	1,27-1,33	1,34-1,37	>1,38
W_2 зов, Дж	<1,34	1,35-1,38	1,39-1,45	1,46-1,49	>1,5

Таблиця 3.4 – Оцінка функціональних резервів студенток першого курсу за показниками енергетичного рівня організму при тестуванні навантаженням за замкнутим циклом (Босенко А.І. [2])

Показники	Оцінка, бали				
	1	2	3	4	5
	Якісна оцінка				
	низька	нижче середньої	середня	вище середньої	висока
W вихідна, Вт	<24	24-45	46-67	68-89	>89
W реверс, Вт	<129	129-165	166-202	203-239	>239
W максимальна, Вт	<154	154-195	196-237	238-279	>279
W закінчення, Вт	<88	88-118	119-149	150-180	>180
A_1 зовнішня, Дж	<0,85	0,85-1,1	1,11-1,36	1,37-1,62	>1,62
A_2 зовнішня, Дж	<0,66	0,66-1,11	1,12-1,57	1,58-2,03	>2,03

Список рекомендованої літератури:

1. Белоцерковский, З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З.Б. Белоцерковский. – М.: Советский спорт, 2005. – 312 с

2. Босенко А.І. Спосіб діагностики функціональних резервів людини / А.І. Босенко (Україна); Бюл. №8 Держ. департ. ін тел. власності № 59144 А;

Заявл. 04.03.2003; Опубл. 15.08.2003; 7A61B5/0205, 4с.

3. Босенко А.І. Оцінювання рівня мобілізації функціональних резервів студенток молодших курсів педагогічного університету при дозованих фізичних навантаженнях / А.І. Босенко, І.І.Самокиш, С.В. Страшко та ін. // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2013. – № 11. – С. 3-9. doi:10/6084/m9.figshare.815867.

4. Давиденко Д.Н. Методика оценки функциональных резервов организма при использовании нагрузочной пробы по замкнутому циклу изменения мощности / Д.Н. Давиденко, В.П. Андрианов, Г.М. Яковлев, Н.К. Лесной // Пути мобилизации функциональных резервов спортсмена: сб. науч. трудов.– Л., 1984. – С.35-41.

5. Давиденко Д.Н. Методика оценки мобилизации функциональных резервов организма по его реакции на дозированную нагрузку / Д.Н. Давиденко, В.А. Чистяков // Психолого-педагогические технологии повышения умственной и физической работоспособности, снижения нервно-эмоционального напряжения у студентов в процессе образовательной деятельности: матер. международной науч. конф. – Белгород: БелГУ, 2011. – С. 204-210.

6. Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.

Тема 3. Методи оцінки стану механізмів регуляції серцевого ритму людини

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4

Дослідження стану механізмів регуляції серцевого ритму при фізичних навантаженнях

Мета: вивчити динаміку кардіоритму і механізмів його регуляції при м'язових навантаженнях.

План роботи:

1. Запис ЕКГ у грудному відведенні (50 інтервалів) в станах:
а) відносного м’язового спокою (до роботи); б) у різних фазах роботи; в) в період відновлення на 5 хвилині.
2. Розрахунок показників і ступеню (%) їх зрушення.
3. Оформлення матеріалів дослідження у вигляді таблиць і графіків.
4. Аналіз отриманих даних.
5. Висновки.

Технічне забезпечення: велоергометр, апарат для вимірювання АТ, електрокардіограф, секундомір, калькулятори.

Методичні вказівки. Робота виконується бригадним способом, у яку входять:

- *обстежуваний – виконує роботу на велоергометрі з частотою педалювання 60 об./хв,*
- *старший бригади – здійснює загальне керування тестуванням,*

хронометрист – контролює час роботи і оголошує 20-секундні періоди її виконання,

- *регулювальник навантаженням – здійснює підвищення потужності навантаження на пульті велоергометра дискретно, кожні 20 секунд, зі швидкістю 33 Вт/хв. (200 кгм/хв.),*
- *реєстратор ЕКГ – реєструє 50 кардіоінтервалів з подальшим знаходженням ЧСС (уд./хв.) за таблицею або формулою – $ЧСС = \frac{60}{tRR}$. Запис ЕКГ використовується для розрахунку варіаційної пульсометрії (ВПМ) – аналізу серцевого ритму,*
- *контролер артеріального тиску (АТ) – контролює АТ у кінці кожної непарної хвилини,*
- *секретар – наочно на дошці заповнює протокол обстеження,*

Студенти, які не залучені до експериментальної роботи, заповнюють протокол та виконують графік в зошитах.

Теоретичне обґрунтування.

Однією із ведучих систем є серцево-судинна, яка бере активну участь в адаптаційних процесах організму, в тому числі і до м'язових навантажень. Реалізація функціональних можливостей серцево-судинної системи відбувається при оптимальному стані механізмів регуляції серцевої діяльності. Популярним і адекватним методом оцінки стану механізмів регуляції системи кровообігу є математичний аналіз серцевого ритму [1, 2, 3, 4, 5,7]. Показано, що результати моніторингу кардіоритму дають більш точну, у порівнянні з ЧСС, інформацію про фізичний [4] (рис. 4.1) та психічний стан [1]

При аналізі серцевого ритму виділяють 3 основних типи регуляції:

а) нормотонічний – притаманний здоровим людям, при якому встановлений баланс між симпатичною і парасимпатичною ланками вегетативної нервової системи (ВНС), холінергічних і адренергічних механізмів, реєструється помірна аритмія; б) ваготонічний – характерний для спортсменів, відмічаються переважання парасимпатичного відділу ВНС, виражена брадикардія; в) симпатикотонічний – відбиває стан напруги при м'язових навантаженнях, незадовільних станах або захворюваннях. Аритмія зникає або проявляється слабо, ритм жорсткий. Переважають симпатичні і адренергічні впливи.

В ході аналізу запису серцевого ритму, визначаються наступні показники:

М, с – середня арифметична серед масиву записаних кардіоінтервалів, відбиває стаціонарність регуляторних механізмів і серцевого ритму;

Мо, с (мода) – значення RR, що найбільш часто зустрічається у записаному масиві, відбиває найбільш вірогідний рівень функціонування.

АМо, % (амплітуда моди) – це кількість модальних значень, яка виражена в %. Характеризує тонус симпатичного відділу ВНС;

ΔХ, с (дельта ікс) – різниця між найменшим і найбільшим значеннями tRR. Характеризує варіативність серцевого ритму і ступінь впливу парасимпатичного відділу ВНС. Норма для нетренованої людини складає 0,2 - 0,3 с та 0,3-0,5 с для спортсменів.

АМо/ΔХ, у.о. – виявляє баланс симпатичної і парасимпатичної ланок вегетативної нервової системи або переважання однієї над іншою. Чим більше значення показника, тим вище вплив симпатичної і нижче – парасимпатичної.

Мо/ΔХ, у.о. - відбиває активність гуморального каналу регуляції. При високих значеннях переважають адренергічні механізми, при низьких – холінергічні механізми.

ІН, у.о. (індекс напруги), розраховується за формулою $IH = \frac{AMo(\%)}{2Mo(c) * \Delta X(c)}$

Це інтегральний показник стану регуляторних механізмів. Індекс напруги, який складає у дорослих людей до 80 у.о. характеризує ваготонічний, 80-120 у.о. – нормотонічний, а вище цих значень – симпатикотонічний тип регуляції. При м'язових навантаженнях М, Мо, ΔХ – зменшуються; АМо, АМо/ΔХ, Мо/ΔХ та ІН – збільшуються. Індекс напруги теоретично має тисячний резерв збільшення, до 20000. На практиці на 1 хвилині відновлення, після граничної

роботи до відмови, ІН коливається в межах 1000-2000 у.о., а у фазах прихованого і явного стомлення може складати 5000-6000 у.о. [3].

Хід роботи.

Визначається склад бригади експериментаторів, розподіляються між ними обов'язки таким чином, щоб усі студенти протягом проведення лабораторних робіт оволоділи більшістю методик, готуються форми протоколу (табл. 4.1) і графіку (рис. 4.1) в зошитах і на дошці. Експериментатори відповідно до обов'язків займають місця у лабораторії. Обстежуваного усаджують на велоергометр, регулюють висоту сидіння, накладають електроди ЕКГ, манжету для вимірювання АТ, дають можливість заспокоїтися, після чого реєструють показники за планом роботи – у стані відносного м'язового спокою (спочатку ЕКГ, потім – АТ), на реверсі навантаження та після роботи на 5-й хв. відновлення. Аналіз варіабельності серцевого ритму здійснюють за результатами замірів у ***мм*** інтервалів RR з подальшим переводом у ***секунди,*** для чого значення RR у мм помножують на 0,04 при швидкості запису 25 мм/с і на 0,02 – при швидкості 50 мм/с. Далі підраховують кількість випадків (разів) та частоту їх повторюваності (у процентах). Результати заносять у таблицю (табл. 4.1, приклад), розраховують показники стану механізмів регуляції серцевого ритму та будують графіки (рис. 4.1).

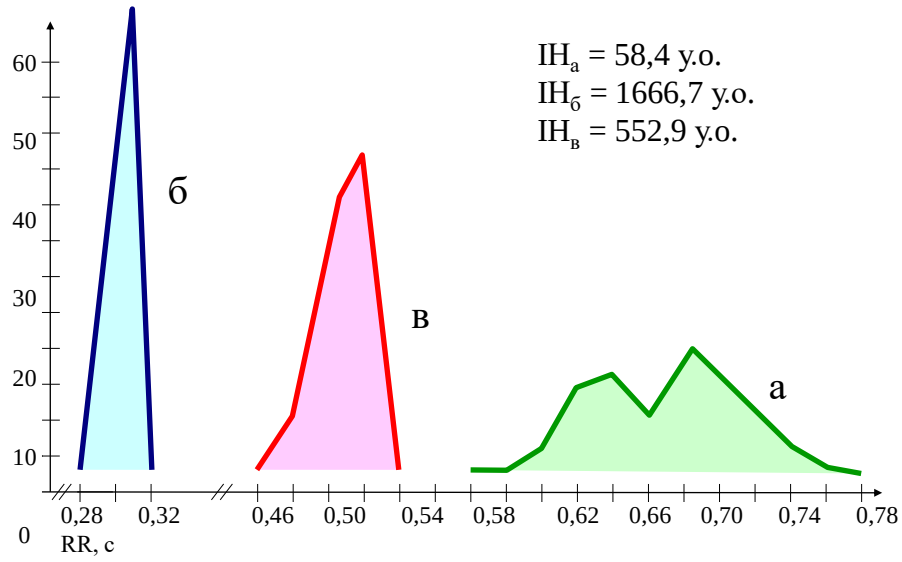


Рис. 4.1 – Стан механізмів регуляції серцевого ритму юного футболіста, за даними ІН, у різні фази тестування при граничних навантаженнях (а – вихідний стан, б – 1-а хвилина відновлення, в – 20-а хвилина відновлення, за Босенко А.І. [3])

Таблиця 4.1 – Протокол дослідження варіативності серцевого ритму *футболіста Іванова І.І* **у стані** *спокою до роботи*

(ПІБ, вид спорту)

№ RR п/п	RR, мм	RR, с	Кількість випадків, рази	% випадків
1	20	0,8	4	8
2	19	0,76	6	12
3	18,5	0,74	5	10
4	19	0,76	-	-
5	20	0,8	-	-
6	21	0,84	1	2
7	19,5	0,78	9	18
8	18,5	0,74	-	-
9	20	0,8	-	-
10	19	0,76	-	-
…..	…	…	…	
n=50	…	…	…	

Аналіз отриманих даних (*приклад)*. Динаміка показників стану механізмів серцевого ритму за різних умов обстежень представлена в таблиці 2.

Таблиця 4.2 – Стан механізмів регуляції серцевого ритму футболістів 17 -18 років при виконанні навантаженням за замкнутим циклом (M±m) [6]

Показники	До навантаження	Реверс	Кінець навантаження	5-а хвилина відновлення
Mo, с	0,79±0,04	0,37±0,01*	0,60±0,03*	0,66±0,02*
AMo, %	16,90±0,72	58,70±2,99*	26,90±1,43*	24,18±2,01*
ΔX, с	0,28±0,03	0,06±0,01*	0,17±0,02*	0,17±0,01*
ІН, у.о.	48,32±4,68	1785,44±267,47*	200,68±42,31*	144,80±23,60*

Примітка: * $p < 0,05$

В результаті дослідження у стані відносного спокою у більшості обстежених спостерігалося переважання парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи, про що свідчать показники моди, варіаційного розмаху, амплітуди моди та індексу напруги, що узгоджується даними літературних джерел.

Виконання фізичних навантажень закономірно супроводжується активацією симпатичного відділу вегетативної нервової системи і центральних контурів регуляції серцевого ритму, в результаті чого стабілізується ритм

серця, зменшується варіативність тривалості кардіоінтервалів, збільшується їх ригідність. На реверсі, коли частота серцевих скорочень досягала 150-155 ударів на хвилину, Мо зменшилась у 2 рази, ΔХ – у 4,5, тоді як АМо і ІН збільшились в 3,5 та 37 разів, відповідно.

Наприкінці велоергометрічної проби, коли потужність навантаження зменшувалась до нуля, рівень регуляції не досягав вихідних значень і за окремими показниками переважав такі у 1,5-2,0 рази ($p<0,05$-$0,01$). Слід зазначити, що виявлений рівень напруги механізмів регуляції був далеким від граничних меж, зареєстрованих при роботі до відмови [2].

Повного відновлення показників серцевого ритму не відбувалось і на п'ятій хвилині відпочинку після тестування. Так, відмічалась досить висока централізація механізмів регуляції, про що свідчить ІН та АМо.

Висновки ***(приклад).*** Проведене дослідження виявило, що на навантаження з реверсом у футболістів 17-18 років відмічається значна напруга регуляторних механізмів серцевого ритму, яка не досягає граничних меж і може розцінюватися як оптимальна для даної потужності навантаження. Показано, що повного відновлення показників регуляції серцевого ритму не відбувається у ранньому відновленні (п'ята хвилина), що обумовлює збільшення терміну функціонального контролю після тестування.

Список рекомендованої літератури:

1. Баевский Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологи / Р. М. Баевский. – М.: Медицина, 1979. – 298 с.
2. Баевский Р. М. Ритм сердца у спортсменов / Р. М. Баевский, Р. Е.Мотылянская. – М.: Медицина, 1986. – 143 с.
3. Босенко А.И. Выявление функциональных возможностей сердечно-сосудистой и центральной нервной системы у подростков при напряженной мышечной деятельности: автореф. дис. … канд. биол. наук: 14.00.17 / Босенко Анатолий Иванович. – Тарту, 1986. – 25 с.
4. Босенко А.І. Стан механізмів регуляції серцевого ритму гімнастів 20-22 років при виконанні окремих видів гімнастичного багатоборства / А.І. Босенко // Теорія і методика фізичного виховання і спорту.-Київ,2002.-№4 – С. 19-23
5. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца. Опыт практического применения метода / В.М. Михайлов. – Иваново, 2000. – 200 с
6. Топчій М.С. Стан механізмів регуляції серцевого ритму футболістів / 17-18 років, за даними тестування навантаженням за замкнутим циклом / М.С. Топчій, А.І. Босенко. – Львів, 2016. – С. 296 – 300.
7. .Яблучанский Н.И. Вариабельность сердечного ритма в помощь практикующему врачу / Н.И. Яблучанский, А.В. Мартыненко. – Харьков, 2010. – 131 с.

Тема 4. Методи оцінки функціональних можливостей серцево-судинної системи

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5

Дослідження систолічного і хвилинного об'ємів крові у спортсменів при різних функціональних станах.

Мета: ознайомитися з методом проведення тетраполярної реографії та розрахунку систолічного (СОК) і хвилинного (ХОК) об'ємів крові.

ПИТАННЯ ТЕОРЕТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ.

1. Поняття систолічного і хвилинного об'ємів крові, їх величини у тренованих і нетренованих людей.
2. Зміна СОК і ХОК при фізичних навантаженнях.

План роботи:

1. Підготовка обладнання і обстежуваного до запису грудної реографії.
2. Реєстрація СОК і розрахунок ХОК в стані м'язового спокою.
3. Визначення показників гемодинаміки при дозованих навантаженнях і у відновний період.
4. Обробка і аналіз отриманих даних.
5. Висновки.

Технічне забезпечення: велоергометр, апарат для вимірювання АТ, реоплетизмограф РПГ 2-02, полікардіограф або інший реєструючий прилад, секундомір, калькулятори.

Методичні вказівки. Робота виконується бригадним способом, у яку входять:

- *обстежуваний – виконує роботу на велоергометрі,*
- *старший бригади – здійснює загальне керування тестуванням,*

хронометрист – контролює час роботи і оголошує 30-секундні періоди її виконання,

- *регулювальник навантаження – здійснює контроль автоматизованої зміни потужності навантаження на пульті велоергометра,*
- *реєстратор ЕКГ і реоплетизмограми (РПГ) – записує по 10-12 циклів ЕКГ і РПГ, оголошує ЧСС,*
- *контролер артеріального тиску (АТ) – контролює АТ у кінці кожної непарної хвилини,*
- *секретар – наочно на дошці заповнює протокол обстеження.*

Студенти, які не залучені до експериментальної роботи, заповнюють протокол та виконують графік в зошитах.

Теоретична передмова.

Останнім часом для визначення стану центральної гемодинаміки у осіб різного віку і при різних функціональних пробах застосовується метод тетраполярної трансторокальної реоплетизмографії (ТТІР) імпедансу, розроблений Кубичеком у 1966 і вдосконалений Ю.Т. Пушкарем і співавт. (1977) [3]. Його позитивні сторони: атравматичність, можливість проведення тривалої, безперервної реєстрації СОК при різних станах.

Метод заснований на реєстрації змін електричного опору тканин ділянок тіла при проходженні через них струму високої частоти (десятки кГц). Оскільки кров є кращим провідником, чим інші тканини організму, то збільшення кровонаповнення судин під час систоли призводить до зменшення імпедансу обстежуваної області. Показано, що за величиною змін імпедансу можна судити про кількість крові, що поступила в судини під час систоли.

Реєстрація зміни імпедансу грудного відділу тулуба за допомогою тетраполярної схеми накладення електродів дозволить розрахувати за величиною першої похідної реограми (РГ) значення систолічного об'єму серця (СОК).

Хід і методика проведення роботи.

Для вирішення поставленого завдання якнайповніше відповідає реограф РПГ2-02. За його допомогою можна записувати як об'ємні, так і диференціальні РПГ, що дозволяє розрахувати величини СОК, ХОК та ін. показники.

Для запису сигналу від РПГ2-02 використовується дво- або одноканальний кардіограф (у останньому випадку схему підключення див. Б.М. Щепотинин, М. С. Присяжнюк, 1982 [4]).

1. Підготовка приладу до роботи.

1.1. Прилад заземлити і перевірити початкове положення кнопок управління на передній панелі пристрою.*

«КАЛІБР» 0,1 – вкл., 0,5 Ом – викл.

«ВІДЛІК» 1 – вкл., 11 – викл.

«ДІАПАЗОН» 50 Ом – вкл., 100 Ом – викл.

«МЕРЕЖА» – відключено.

1.2. Включити мережевий шнур в мережу 220 В, 50Гц.

1.3. Підключити до роз'ємів «ВХІД» і «ДИФ» 1 каналу (на задній стінці приладу) відповідні кабелі.

1.4. Підключити штепселя вихідних кабелів до входу підсилювачів кардіографу.

1.5. Включити прилад натисненням кнопки «МЕРЕЖА» і дати прогрітися приладу 5 хв. Стрілка індикатора повинна показувати значення еквівалентного опору 20 Ом. Відлік робиться за нижньою шкалою індикатора Z.

2. Калібрування.

Включити стрічкопротяжний механізм кардіографа при найменшій швидкості (2,5-5 мм/с) і записати синусоїдальний калібрувальний сигнал 0,1 Ом з частотою 1,5 Гц, встановити амплітуду запису 10 мм, що відповідатиме масштабу запису 10 мм = 1 0м/с. При зменшенні калібрувального сигналу в 2

рази в розрахунки вноситься коефіцієнт 2.

3. Порядок роботи.

3.1 Накласти електроди: 2 електроди на шию і 2 – на грудну клітку нижче за мечовидний відросток (рис. 5.1). Струмові електроди (крайні) підключити до клем початкової колодки «J», а потенційні (внутрішні) – до «U». НЕ ПОМИЛЯТИСЯ!

3.2. Сантиметровою стрічкою виміряти відстань в см між внутрішніми електродами.

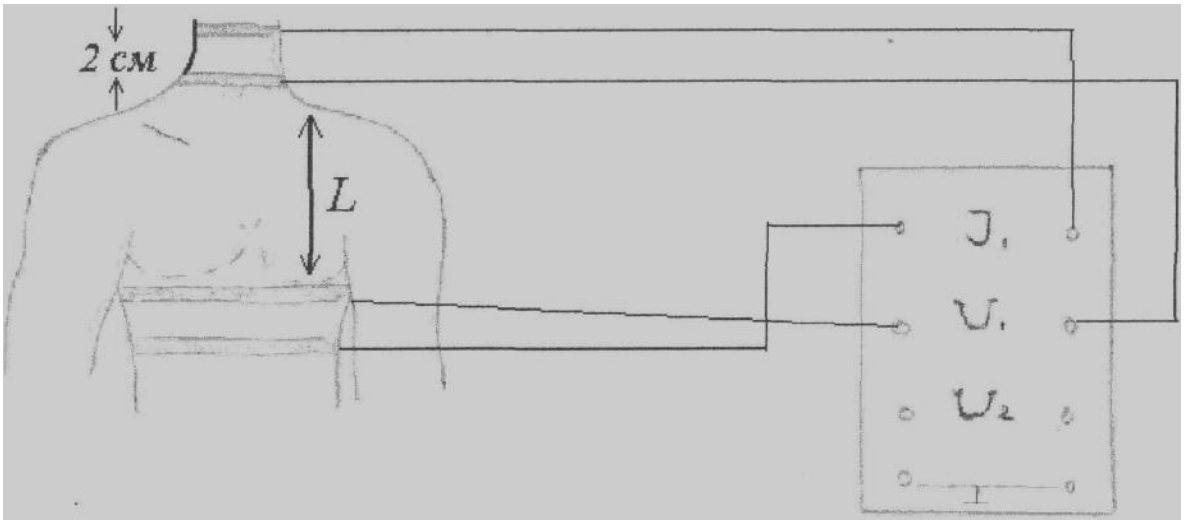


Рис. 5.1. Схема накладення електродів і підключення вхідної колодки

3.3. Відключити калібрування, віджавши кнопку 0,1.

3.4. Зробити відлік величини базового імпедансу (за нижньою шкалою).

3.5. Включити стрічкопротяжний пристрій кардіографа і записати диференціальну РПГ при швидкості 25 або 50 мм/с.

3.6. Після дослідження привести прилади у вихідне положення.

Розрахунок СОК здійснюється по похідній першого порядку РПГ із застосуванням формули Кубичека.

$$\text{СОК} = \text{К} \cdot \frac{L^2}{Z^2} \cdot Ad \cdot T\text{в},$$

де К для дітей – 135, для дорослих – 150;

L – міжелектродна відстань (см), Z – базисний імпеданс (Ом), Ad – амплітуда диференціальної реограми (Ом/с), Тв – період вигнання крові (с).

Хвилинний об’єм крові розраховується по формулі

ХОК=СОК * ЧСС (л/хв або мл),

об'ємна швидкість викиду (ОШВ) по формулі

ОШВ= СОК / Тв (мл/с)

При кожному вимірі величина СОК визначається як середнє з 7-10 циклів.

Амплітуда диференціальної реограми Ad в кожному комплексі визначається як відстань (у Омах в 1 см) від нульової лінії до піку диференціальної кривої.

Середній час вигнання Тв визначається як відстань між початком швидкого підйому кривої до нижньої точки інцезури. Якщо зустрічаються криві, на яких є хвиля ізометричного скорочення у вигляді сходинки, то в цьому випадку за початок Тв береться початок сходинки.

На цьому занятті реєстрація СОК проводиться у двох (2) обстежуваних, представників циклічних і ациклічних видів спорту (або у осіб протилежних статей) в стані м'язового спокою, у кінці розминки, на кожному етапі безперервної (що ступінчасто-зростає) роботи і на 5-й хвилині відновлення.

Результати дослідження заносяться в таблицю 5.1, аналізуються, порівнюються з літературними даними (див. таблицю 5.2), аналізуються особливості центральної гемодинаміки залежно від величини навантаження, спеціалізації, віку і статі. Відзначається взаємозв'язок зрушень усіх показників серцево-судинної системи. Робляться висновки про стан і функціональні резерви системи кровообігу.

Для наочності можна виконати графік змін показників на кожному етапі обстеження.

Таблиця 5.1 – Показники центральної гемодинаміки при різних функціональних станах

у_____ (1) і_____(II)

(Вид спорту. Прізвище, ініціали)

Показники	Обстежувані	Періоди обстеження					Відновлення, хв.	
		Спокій	Розминка	Робота, № сходинки				
				2	3	4	1	5
СОК, мл	I							
СОК, мл	II							
ХОК,л/хв.	I							
ХОК, л/хв.	II							
АДс, мм рт. ст.	I							
АДд, мм рт. ст.	II							
ПД, мм рт. ст.	I							
ПД, мм рт. ст.	II							
ЧСС, уд./хв.	I							
ЧСС, уд./хв.	II							

Аналіз отриманих даних.

Висновки.

Довідкові матеріали до заняття.

Таблиця 5.2 – **Орієнтовні показники гемодинаміки** (Р.М. Васильєва, 1984; М.И. Гуревич із співавт., 1978; В.Л. Карпман із співавт., 1982)

Показники	Діти 9- 10 років		Здорові нетреновані особи	Спортсмени при			
				стані спокою		максимальному навантаженні	
	Хлопчики	Дівчатка		Жінки	Чоловіки	Чоловіки	
						M±m	Ліміт
СОК, мл	50,2±1,5	39,1±1,2	50-90	57,3±12,6	80,0+3,4	178±5,6	148-219
ХОК, л/хв.	3,98±0,13	3,26±0,14	3,5-5,5	4,2±1,04	5,7±0,24	33,4±0,5	29,5-42,1

Таблиця 5.3 – Серцевий викид у спортсменів, що займаються різними видами спорту (за В. Л. Карпманом із співавторами, 1982; вибірково)

Види спорту	ХОК, л/хв.	СОК, мл	ЧСС, Уд./хв.	Вік, роки	Серцевий індекс, л/мін/	PWC170, кгм/хв.
Гімнастика	4,6±0,8	71,1±13,2	65,2+6,2	21,7	2,67	1070
Важка атлетика	4,9±1,2	74,9±12,2	66,6+8,1	23,6	2,58	1176
Футбол	4,7±1,2	69,4±13,8	68,7+5,9	22,4	2,60	1400
Сучасне п'ятиборство	4,9±1,0	84,8±14,0	59,8+8,9	22,1	2,55	1660
Ватерполо	4,8+0,7	88,9±14,5	55,3±9,0	23,5	2,11	1722
Баскетбол	6,1±1,0	95,9±15,8	64,1±5,7	24	2,62	1781

Список рекомендованої літератури:

1. Белоцерковский, З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З.Б. Белоцерковский. – М.: Советский спорт, 2005. – 312 с
2. Босенко А.И. Выявление функциональных возможностей сердечно-сосудистой и центральной нервной системы у подростков при напряженной мышечной деятельности: автореф. дис. … канд. биол. наук: 14.00.17 / Босенко Анатолий Иванович. – Тарту, 1986. – 25 с.
3. Пушкарь Ю.Т. и соавт. // Кардиология, 1977. – Т. 17, №7. – С. 85
4. Щепотинин Б.Н. // Врачебное дело / Б.Н. Щепотинин, М. С. Присяжнюк. – 1982. – №6. – С. 72-75.
5. Карпман В. Л., Динамика кровообращенияч у спортсменов / В. Л. Карпман, Б. Г. Любина. – М, 1982. – 135 с.

Тема 5. Методи оцінки функціонального стану кисневотранспортної системи

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6

Методи дослідження аеробних можливостей організму

Мета: Познайомитися з деякими методами визначення максимального споживання кисню (МСК).

План роботи:

1. Прямий метод визначення МСК за Я.П. Пярнат.
2. Метод непрямого визначення МСК по Остранду-Рюмингу.
3. Визначення МСК на основі PWC170.
4. Розрахунок МСК за методикою О.Д. Дубогай.
5. Аналіз отриманих даних.
6. Висновки.

Теоретична передмова і хід роботи.

Прямі методи дослідження МСК засновані на безпосередньому контролі споживання кисню і виділення вуглекислого газу при виконанні м'язового навантаження, тобто основний метод – газоаналіз. Нині використовуються спеціальні прилади, які автоматично забезпечують газоаналіз. Найбільш поширена у фізіології спорту – спірометрія – прилад спіроліт. Я.П. Пярнат використовував у своїх дослідженнях безперервні ступінчатозростаючі навантаження, тривалість яких на кожній сходинці дорівнювала 2 хв. Після максимального ступеня виконується однохвилинний спурт з величиною опору 2-го ступеня для жінок і 3-го – для чоловіків. У кінці кожного ступеня робиться відбір повітря впродовж 30 с, склад якого у подальшому аналізується. Показниками дійсного МСК при тестуванні є:

1. Утворення плато в споживанні О2.
2. Збільшення ЧСС до 170-190 уд./хв.
3. Включення анаеробних механізмів, про що свідчить підвищення вмісту молочної кислоти і зниження pH нижче 7,1.

Робота починається з навантаження 100-150 Вт у чоловіків, 50-100 Вт у жінок. Величина підвищення навантаження складає 50 і 25 Вт, відповідно, на кожному ступені аж до відмови. Тестування є небезпечним, проводиться після медичного огляду і в присутності медичної бригади [2], тому на практиці частіше використовуються непрямі методи оцінки аеробних можливостей.

Непрямі методи розраховані на кореляційній залежності окремих показників і МСК.

Метод Остранда-Рюминга [6] заснований на лінійній залежності між МСК і ЧСС. 80% МСК у чоловіків відповідає 154, у жінок – 164 уд/хв, 100% МСК – ЧСС максимальній. Виконується одне шестихвилинне субмаксимальне навантаження (степ-тест або велоергометрія), щоб ЧСС досягла 125-170 уд./хв.

ЧСС визначається на останніх 30 (10) секундах роботи. Оптимальна висота сходинок при степ-тесті для чоловіків – 40 см і для жінок – 33см. Частота сходжень складає 22,5 разів/хв. Для розрахунку МСК використовується номограма. Помилка при прогнозі 7-9%. Отримані дані при номограмі множать на вікові поправки (табл. 6.1).

При велоергометричному тестуванні з'єднуються точки потужності навантаження (шкала потужності – 1) і частоти серцевих скорочень (шкала 2). У точці перетину зі шкалою 3 знаходяться значення МСК. Шкала навантаження має градацію для чоловіків – А, для жінок – Б (рис. 6.1).

Завдання 1: Визначити особисте МСК, за даними велоергометричного тестування та степ-тесту, порівняти ступінь співпадання результатів та відповідність нормативним значенням [2, 4, 5, 6].

Метод розрахунку МСК за В.Л. Карпманом і співавт. [2]. Абсолютне МСК з високою точністю прогнозується, за даними PWC170, за формулами [2] (див. Довідкові матеріали).

$$\text{МСК} = 1{,}7PWC_{170} + 1240 \ \text{(мл/хв)}, \text{ якщо } PWC_{170} < 900\text{кгм/хв.}$$

$$\text{МСК} = 2{,}2PWC_{170} + 1070 \ \text{(мл/хв)}, \text{ якщо } PWC_{170} \geq 900\text{кгм/хв.}$$

Відносне, на кг маси тіла, МСК знаходять за наступною формулою

$$\text{МСК/кг} = \frac{\text{МСК(мл/хв)}}{\text{МТ(кг)}} \text{(мл/хв/кг)}$$

Завдання2: Розрахувати МСК за власними, раніше отриманими, даними (лаб. робота 2) і порівняти з нормативними значеннями [2, 4, 5].

Методика О.Д. Дубогай [1] заснована на прогнозуванні абсолютного МСК (л/хв.), за даними фізичного розвитку і підготовленості дітей молодшого шкільного віку.

У дівчаток вимірюється маса тіла, життєва емність легень, довжина стрибка з місця, у хлопчиків – маса тіла, сила кисті сильнішої руки, життєва емність легень.

$$\text{МСК хлопчиків} = \frac{M}{20} + \frac{F}{100} + \frac{ЖЄЛ}{20} - 1{,}1$$

де М – маса тіла, кг; F – динамометрія сильнішої кисті, кг; ЖЄЛ – життєва ємність легень, сотні мл.

$$\text{МСК дівчаток} = \frac{M}{20} + \frac{L}{250} + \frac{ЖЄЛ}{100} - 0{,}7,$$

де М – маса тіла, кг; L – довжина стрибка з місця (см); ЖЄЛ – життєва ємність легень, сотні мл.

Завдання 3: Розрахувати МСК а) для учениці молодших класів, за даними:

М = 20 кг

L = 1,1 м

ЖЄЛ = 1,5 л;

б) для хлопчика 10 років, за даними:

М = 36,5 кг,

F = 21 кг,

ЖЄЛ = 1,75 л.

Аналіз отриманих даних.

Висновки.

Довідкові матеріали до заняття.

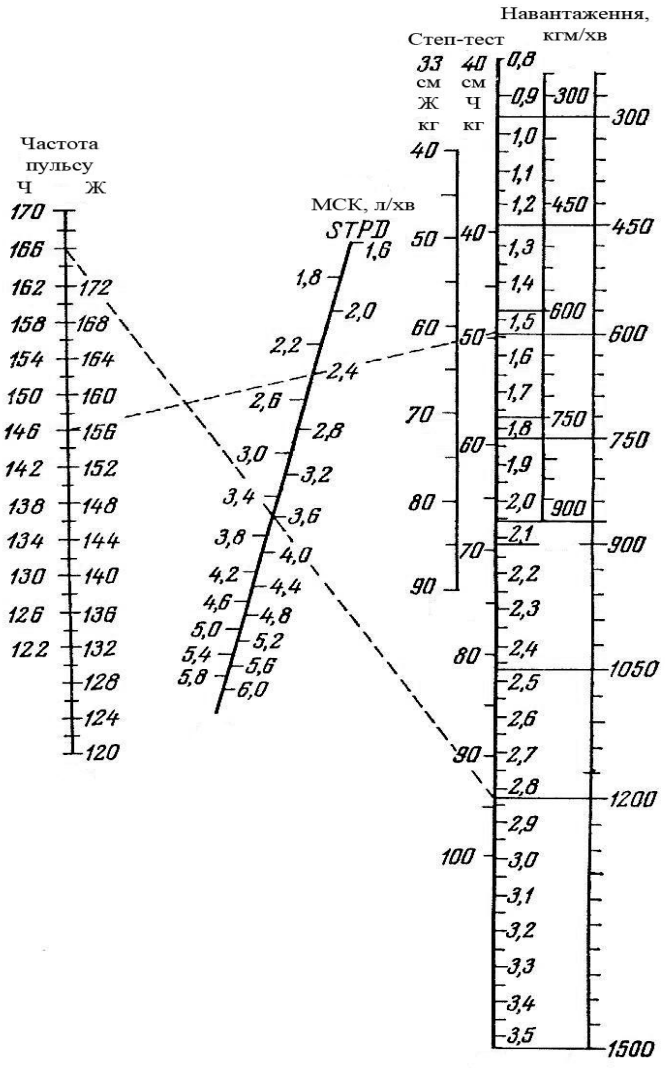


Рис. 6.1 – Номограма І. Астранда для прогнозу рівня МСК, за даними велоергометричного або степ- тестування [6].

Таблиця 6.1 – Максимальне споживання кисню у дітей і підлітків
(за J. Rutentranz, T. Hettinger, 1999; цит. за Круцевич Т.Ю., 2005 [3])

Вік, років	Хлопчики		Дівчата	
	л•хв$^{-1}$	мл•хв$^{-1}$•кг$^{-1}$	л•хв$^{-1}$	мл•хв$^{-1}$•кг$^{-1}$
9	1,51	50	1,22	40
11	1,93	50	1,49	39
13	2,35	50	2,03	43
15	3,17	53	2,02	38
17	3,7	54	2,19	38

Таблиця 6.2 – Оцінка аеробних можливостей у дітей і підлітків за прогнозованими значеннями МСК (Сергієнко Л.П., 2001 [5])

Вік, роки	Стать	Оцінка			
		відмінно	добре	задовільно	незадовільно
6-7	Ч Ж	≥ 47 ≥ 42	42-46 36-41	37-41 32-35	≤ 36 ≤ 31
8-11	Ч Ж	≥ 48 ≥ 43	43-47 38-42	38-43 34-37	≤ 37 ≤ 33
12-15	Ч Ж	≥ 56 ≥ 45	50-55 41-44	42-49 38-41	≤ 41 ≤ 37
≥ 16-17	М Ж	≥57 ≥ 49	52-56 44-48	44-51 37-43	≤ 43 ≤ 36

Таблиця 6.3 – Оцінка МСК у нетренованих чоловіків і жінок в залежності від їх віку (В.А. Романенко, 1999, 2005 зі змінами [4])

Вік, роки	МСК у чоловіків*		Вік, роки	МСК у жінок	
	л/хв.	мл/хв./кг		л/хв.	мл/хв./кг
10-11	1,10 1,50 2,00	35,0 43,0 51,0	10-11	0,95 1,35 1,75	27,5 35,5 43,5
12-13	1,40 1,90 2,40	37,0 44,5 52,0	12-13	1,20 1,55 1,90	26,5 33,5 40,5
14-15	1,65 2,30 2,95	37,0 45,0 53,0	14-15	1,40 1,80 2,20	26,5 32,5 38,5
16-17	2,35 3,00 3,65	37,5 46,0 54,5	16-17	1,40 1,80 2,20	25,0 30,5 36,0
18-19	2,35 3,00 3,65	37,5 46,0 54,5	18-19	1,40 1,80 2,20	25,0 30,5 36,0
20-29	2,65 3,40 5,15	38,5 46,5 54,5	20-28	1,35 1,80 2,25	23,0 28,5 34,0
30-39	2,45 3,10 3,75	31,5 40,0 48,5	29-34	1,20 1,60 2,00	18,5 23,5 28,5

Примітка: * – верхнє значення відповідає оцінці «задовільно», середнє – «добре», нижнє – «відмінно».

Таблиця 6.4 – Оцінка МСК у спортсменів в залежності від їх статі, віку і спортивної спеціалізації (В.Л.Карпман і співавт., 1988 [2])

Стать	Вікова група	Спортивна спеціалізація*	МСК, мл/хв./кг				
			дуже високі	високі	середні	низкі	дуже низкі
Ч	18 років і більше	Група А	>78	68-78	57-67	46-50	<46
		Група Б	>68	60-68	50-59	42-49	<42
		Група В	>58	51-58	46-50	41-45	<41
Ж	18 років і більше	Група А	>69	60-69	50-59	40-49	<40
		Група Б	>59	52-59	44-51	36-43	<36
		Група В	>50	46-50	41-45	36-40	<36
Ч і Ж	18 років і більше	Група А	>70	62-70	53-61	45-52	<45
		Група Б	>60	54-60	47-53	40-46	<40
		Група В	>56	46-56	41-45	35-40	<35

Примітка: Група А – циклічні види на витривалість, Група Б – спортивні ігри, спринт, єдиноборства та ін., Група В – ациклічні види (гімнастика, важка атлетика та ін.), технічні види.

Список рекомендованої літератури:

1. Дубогай А.Д. Общая физическая работоспособность как критерий оценки физических возможностей школьников младших клас сов / А.Д. Дубогай, В.Г. Мигулева // Физиологические механізмі физической и умственной работоспособности при спортивной и трудовой деятельности: тез. Докл. Науч. конф. – Львов, 1981. – С. 67 – 69
2. Карпман В. Л. Тестирование в спортивной медицине / В. Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
3. Круцевич Т.Ю. Контроль в физическом воспитании детей, подростков и юношей / Т.Ю. Круцевич, М.И. Воробьев. – К.: Олимпийская литература, 2005. – 195 с.
4. Романенко В.А. Диагностика двигательных способностей: Учебное пособие / В.А. Романенко. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2005. – 290 с.
5. Сергієнко Л.П. Комплексне тестування рухових здібностей людини / Л.П. Сергієнко. – Миколаїв: УДМТУ, 2001. – 360 с.
6. Astrand P.O., Ryhming J.A. Nomogram for calculation of aerobik capacity (physi- cal fitness) from pulse rate during submaximal work // J. Appl. physiol. – 1954. – V.7, № 13. – P.218-221.

Тема 6. Методи оцінки функціональних можливостей центральної нервової системи людини (4 години)

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 7

Оцінка функціонального стану ЦНС за варіаційною кривою рухової реакції за методикою Т.Д. Лоскутової

Мета: Познайомитися з методикою дослідження загального функціонального стану (ЗФС) мозку за Т.Д. Лоскутової.

План роботи:

1. Реєстрація часу рухової реакції (60 сигналів) у стані відносного м'язового спокою.
2. Виконання тестового фізичного (або розумового) навантаження.
3. Реєстрація ЗФС мозку у відновний період.
4. Обробка статистичного матеріалу і побудова кривої часу рухової реакції.
5. Аналіз отриманих даних.
6. Висновки.

Технічне забезпечення: комп'ютер і комп'ютерна програма для роздрукування отриманих результатів дослідження, аналізатор часу реакцій – АВР-БОШ 1 або прилад «Молния». При відсутності таких – любий вимірювач часу реакції (промислові «Измеритель последовательных реакций – ИПР-01» або шкільний секундомір, інше), калькулятори, велоергометр або сходинка, кардіограф, апарат для вимірювання артеріального тиску.

Методичні вказівки. Робота виконується бригадним способом, у яку входять:

- *обстежуваний,*
- *старший бригади – здійснює загальне керування тестуванням та роботою АВР-БОШ 1,*
- *хронометрист – контролює при фізичних навантаженнях час роботи і дотримання методики,*
- *реєстратор ЕКГ – забезпечує контроль обстежуваного за ЕКГ і ЧСС,*
- *контролер артеріального тиску (АТ) – контролює при фізичних навантаженнях АТ у кінці кожної непарної хвилини,*
- *секретар – наочно на дошці заповнює протокол обстеження.*

Студенти, які не залучені до експериментальної роботи, заповнюють протокол та виконують графіки в зошитах.

Теоретична передмова.

Проста зорово-моторна реакція (ПЗМР) – це елементарний вид довільної реакції людини на зоровий стимул. Проста зорово-моторна реакція складається з двох послідовних компонентів: сенсорного (латентного) періоду та моторного періоду. Швидкість простої зорово-моторної реакції дозволяє оцінити

інтегральні характеристики центральної нервової системи людини, оскільки при її реалізації задіяні як основні аналізаторні системи людини (зорова і кінестатична), так і певні відділи головного мозку, та спадні нервові шляхи [4].

Один із методів, що дозволяють діагностувати стан мозку, ґрунтується на багаторазовому вимірі часу зорово-рухової реакції. За Т.Д. Лоскутовою – це 350 сигналів [5]. Але для оперативного контролю тест зберігає надійність при реєстрації 50-60 реакцій. За даними часу реакції, будується варіаційна крива зі знаходженням шуканих показників ЗФС мозку, який характеризує функціональні можливості мозку і організму в конкретному часі дослідження:

а) стійкість реакції (СР) характеризує варіативність функціонального стану, чим менше значення СР, тим мінливіше функціональний стан:

$$СР = \ln Pmax / \Delta T_{0,5},$$

де Рmax – найбільша вірогідність прояву модального часу реакції, кількість якої виражена в процентах (в долях від одиниці); $\Delta T_{0,5}$ – діапазон часу реакцій на рівні 0,5Pmax;.

б) функціональний рівень системи (ФРС), який характеризує функціональний рівень ЦНС в певний період часу, і який формується під впливом неспецифічних структур мозку. Розраховується по формулі:

$$ФРС = \ln 1 / Tmod * \Delta T_{0,5},$$

де Тмод – значення часу реакції, яке частіше всього зустрічається у зареєстрованому масиві; $\Delta T_{0,5}$ – діапазон часу реакцій на рівні 0,5Pmax;

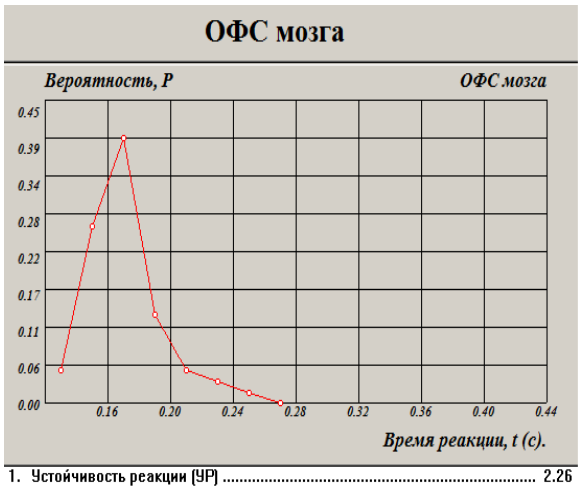
в) рівень функціональних можливостей (РФМ) відбиває здатність мозку формувати і стабільно утримувати функціональний стан, чим менше і стабільніше час реакції, тим вище РФМ.

$$РФМ = \ln Pmax / \Delta T_{0,5} * T_{0,5},$$

де Pmax – найбільша вірогідність прояву модального часу реакції, кількість якої виражена в процентах (в долях від одиниці); $\Delta T_{0,5}$ – діапазон часу реакцій на рівні 0,5Pmax; $T_{0,5}$ – значення часу реакції в середині модального класу.

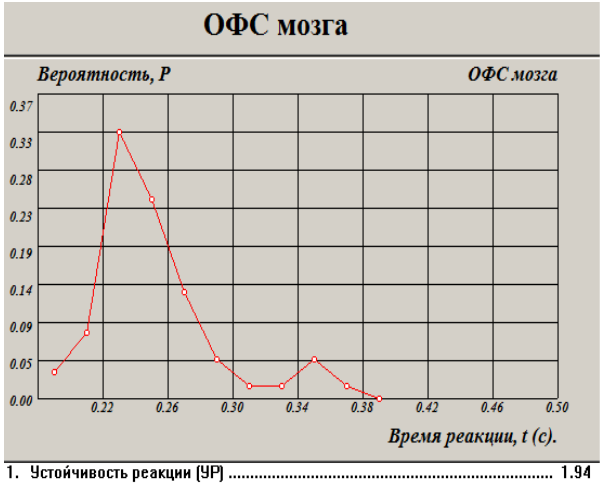
Т.Д. Лоскутовою [5] встановлені граничні значення критеріїв для здорових осіб, які оцінюються в умовних одиницях (у.о.). Норма для ФРС – 4,2-5,5; СР – 1,0-2,8; РФМ – 2,7-4,8 умовних одиниць.

У спортсменів в оптимальному стані показники можуть бути вище. Встановлена кореляційна залежність між рівнем розумовою і фізичною працездатністю і значенням ЗФС мозку. Спортсмени здатні виконати роботу при глибокому порушенні церебрального гомеостазу і значень ЗФС мозку [2]. У дійсний час процес реєстрації ЗФС мозку і обробки отриманих даних автоматизовано (рис. 7.1, 7.2), а винахід отримав патенти України [1, 3]



1. Устойчивость реакции (УР) 2.26
2. Функциональный уровень системы (ФУС) 4.97
3. Уровень функциональных возможностей (УФВ) 4.07
4. Вероятность чаще всего встречающейся реакции (Pmax) 0.39
5. Чаще всего встречающаяся реакция (Tмод) 0.17
6. Диапазон чаще всего встречающихся реакций (dT05) 0.04
7. Среднее значение в диапазоне (T05) 0.16

А



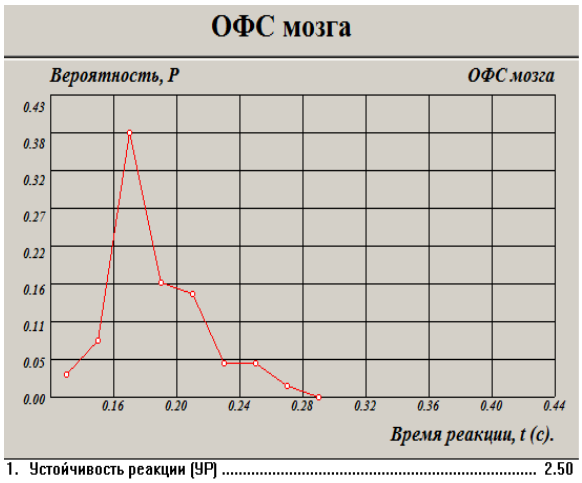
1. Устойчивость реакции (УР) 1.94
2. Функциональный уровень системы (ФУС) 4.53
3. Уровень функциональных возможностей (УФВ) 3.37
4. Вероятность чаще всего встречающейся реакции (Pmax) 0.33
5. Чаще всего встречающаяся реакция (Tмод) 0.23
6. Диапазон чаще всего встречающихся реакций (dT05) 0.05
7. Среднее значение в диапазоне (T05) 0.24

Б

Рис. 7.1 – Гістограма розподілу часу реакції футболіста К. при високому вихідному рівні ЗФС мозку (А – до роботи, Б –після фізичного навантаження) [2]

1. Устойчивость реакции (УР) 1.40
2. Функциональный уровень системы (ФУС) 4.39
3. Уровень функциональных возможностей (УФВ) 3.02
4. Вероятность чаще всего встречающейся реакции (Pmax) 0.26
5. Чаще всего встречающаяся реакция (Tмод) 0.19
6. Диапазон чаще всего встречающихся реакций (dT05) 0.07
7. Среднее значение в диапазоне (T05) 0.20

А



1. Устойчивость реакции (УР) 2.50
2. Функциональный уровень системы (ФУС) 5.25
3. Уровень функциональных возможностей (УФВ) 4.26
4. Вероятность чаще всего встречающейся реакции (Pmax) 0.38
5. Чаще всего встречающаяся реакция (Tмод) 0.17
6. Диапазон чаще всего встречающихся реакций (dT05) 0.03
7. Среднее значение в диапазоне (T05) 0.17

Б

Рис. 7.2 – Гістограма розподілу часу реакції футболіста Ф. при низькому вихідному рівні ЗФС мозку (А – до роботи, Б – після фізичного навантаження) [2].

Встановлено два основних типи динаміки показників ЗФС мозку як на розумові, так на дозовані і граничні м’язові навантаження, які відрізняються за глибиною зрушень і кількістю негативних реакцій, що зустрічаються в останньому випадку. Показана залежність післяробочих змін ЗФС мозку від вихідних величин: при високому рівні ЗФС мозку слідує, як правило, зниження показників (рис. 7.1), при низьких вихідних значеннях відбувається підвищення критеріїв ЗФС мозку (рис. 7.2). Таким чином, динаміка параметрів ЦНС

відбувається за «законом маятника», якому підкоряються ряд інших систем і показників (рис. 7.3) [2].

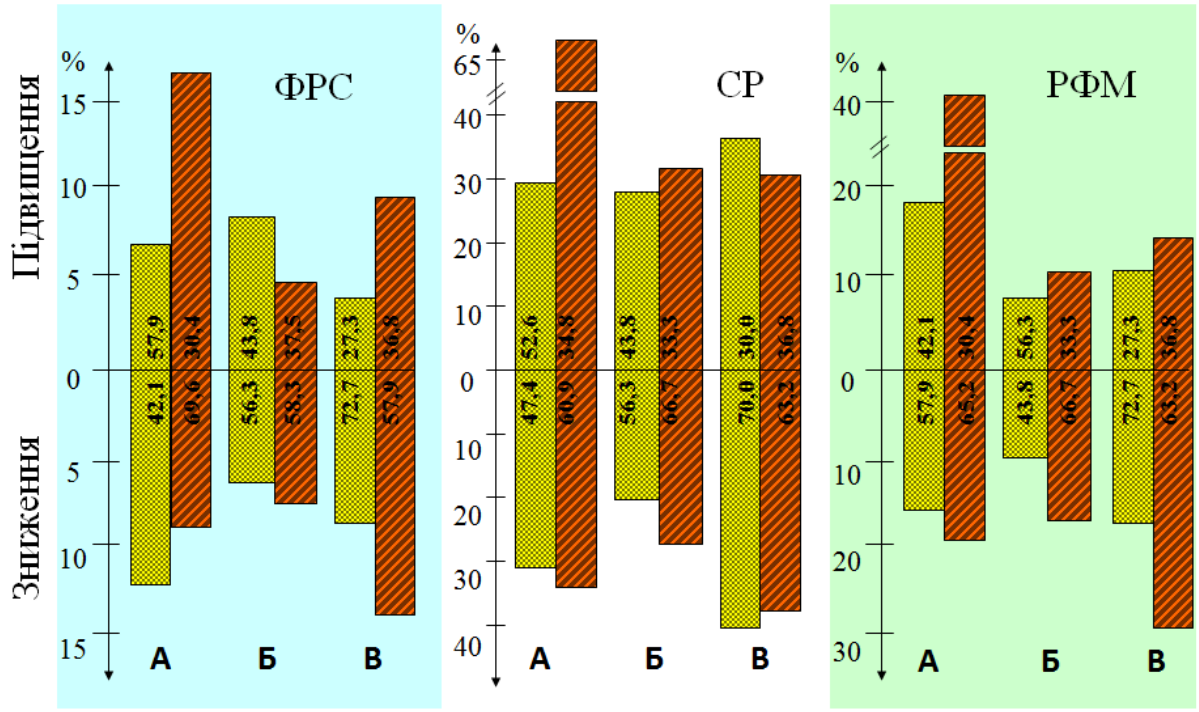


Рис. 7.3 – Зміни показників ЗФС мозку у хлопчиків 12-13 років при роботі до відмови в умовах звичайної (А, Б) та підвищеної (В) мотивації (нетренованих та тренованих підлітків)

Хід роботи.

Для проведення дослідження необхідна звуко- і світлонепроникна камера. Час простої ЗМР вимірюється автоматично приладом як інтервал від моменту подачі сигналу – спалах світла – до моменту відповідної реакції. Для виключення можливості вироблення ефекту звикання спалахи подаються у випадкові моменти з інтервалом подач сигналів 4-6 с. Подається 60 сигналів, кожен результат фіксується приладом. Випробуваний перед тестуванням повинен заспокоїтися. У приміщенні, де знаходиться випробовуваний, повинна бути напівтемрява і тиша, нічого не повинно відволікати випробуваного від тестування.

1 Випробовуваному надається інструкція, якнайшвидше натискати на кнопку у відповідь на зоровий подразник. Час реакції виражається у мілісекундах і записується в протокол. При використанні пристрою «Молния» [1] або «АВР-БОШ 1» [3] процес здійснюється атоматизовано до етапу роздрукування протоколу, включно.

2. Перед тестуванням проводиться кілька пробних вимірів (до 10).

3. Після закінчення тестування викладач або відповідальна особа зберігає отримані дані в базі даних комп'ютера і роздруковує їх.

4. Дані піддаються математичній обробці. Необхідно побудувати

графік варіаційного розподілу латентного періоду зорово-моторної реакції.

5. З метою розуміння процесу аналізу, здійснюється «ручна» побудова варіаційної кривої: в нашому випадку підраховується у процентах. співвідношення часу рухової реакції з класовим інтервалом 50 мс. З науковою метою значення часу реакції групуються в класи з діапазоном 20 мс, що забезпечує програма автоматизованого обстеження. Значення часу реакції абсолютне і кількість випадків відкладається в системі координат і будується графік (табл. 7.1,7.2; рис. 7.4).

Таблиця 7.1 – Реєстрація значень реакції на світловий подразник

О* / Д	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	230	225	235	230	225	235	235	230	225	230
2	241	220	230	211	298	180	201	235	267	378
3	295	341	260	299	320	330	201	200	190	196
4	345	200	214	300	242	299	354	221	221	205
5	160	278	235	335	324	218	350	368	399	298
6	170	285	223	302	315	225	340	356	350	283

*О – одиниці, Д – десятки

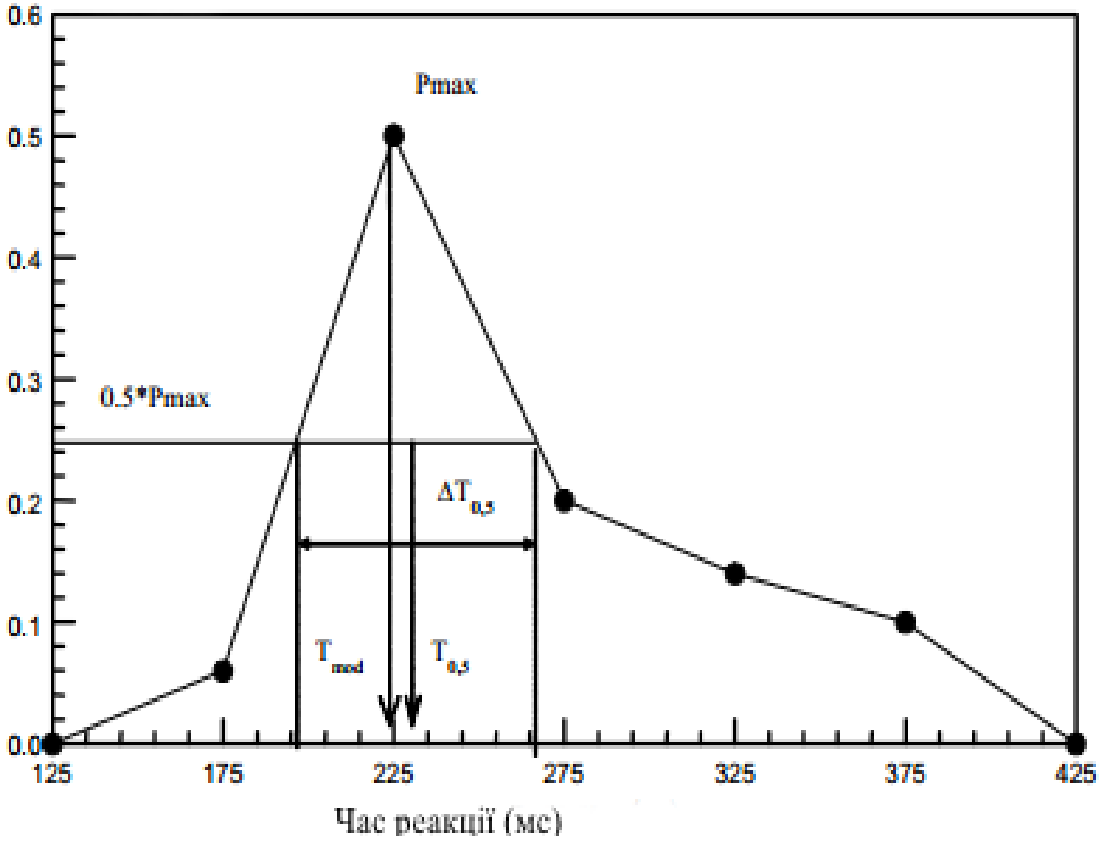


Рис. 7.4 – Побудова гістограми за методикою Т.Д.Лоскутової [5].

Таблиця 7.2 – Варіаційний розподіл часу реакції

№ п/п	Інтервал класу	Середина класу	Кількість випадків (частота)	Частота у долях одиниці
1	100-149	125	0	0,00
2	150-199	175	3	0,06
3	200-249	225	30	*0,5 (Pmax)*
4	250-299	275	11	0,18
5	300-349	325	10	0,167
6	350-399	375	6	0,1
-	-	-	∑=60	1

Мінімальне значення в наведеному нижче прикладі (табл 7.2.) – 100, максимальне – 399 мс. Класовим інтервалом вибраyj - 50 мс, таких класів - 5. Кожне значення ЗМР відноситься до відповідного класу, підраховується найчастіша варіанта для кожного класу.

Таким чином визначаються наступні показники (час реакції переводиться у секунди):

Pmax – у прикладі – 50 % або 0,5 долі одиниці;

0,5Pmax – 0,25 долі одиниці;

ΔT_{05} – у прикладі = 75 мс або 0,075 с;

Tmod = 225 мс або 0,225 с;

$T_{0,5}$= 0,231 с.

Далі за формулами Т.Д. Лоскутової розраховуються критерії ЗФС мозку, здійснюється оцінка і порівняння з літературними даними табл. 3. За наведеним прикладом розраховуються показники і для інших періодів обстеження.

Аналіз отриманих даних.

Висновки.

Довідкові матеріали до заняття.

Таблиця 7.3 – Значення критеріїв, що характеризують діапазон функціонального стану ЦНС в нормі та при патології [5]

Критерії	Рівні норми			Ступінь зрушень при патології			
	високий	середній	низький	I	II	III	IV
СР	2,0-2,8	1,5-2,0	1,0-1,5	0,5-1,0	-0,7 -0,5	-3,3-0,7	Менше -3,3
ФРС	4,9-5,5	4,5-4,9	4,2-4,5	3,8-4,2	2,9 -3,8	1,0-2,9	Менше 1,0
РФМ	3,8-4,8	3,1-3,8	2,7-3,1	2,0-2,7	0,4 -2,0	-2,7-0,4	Менше -2,7

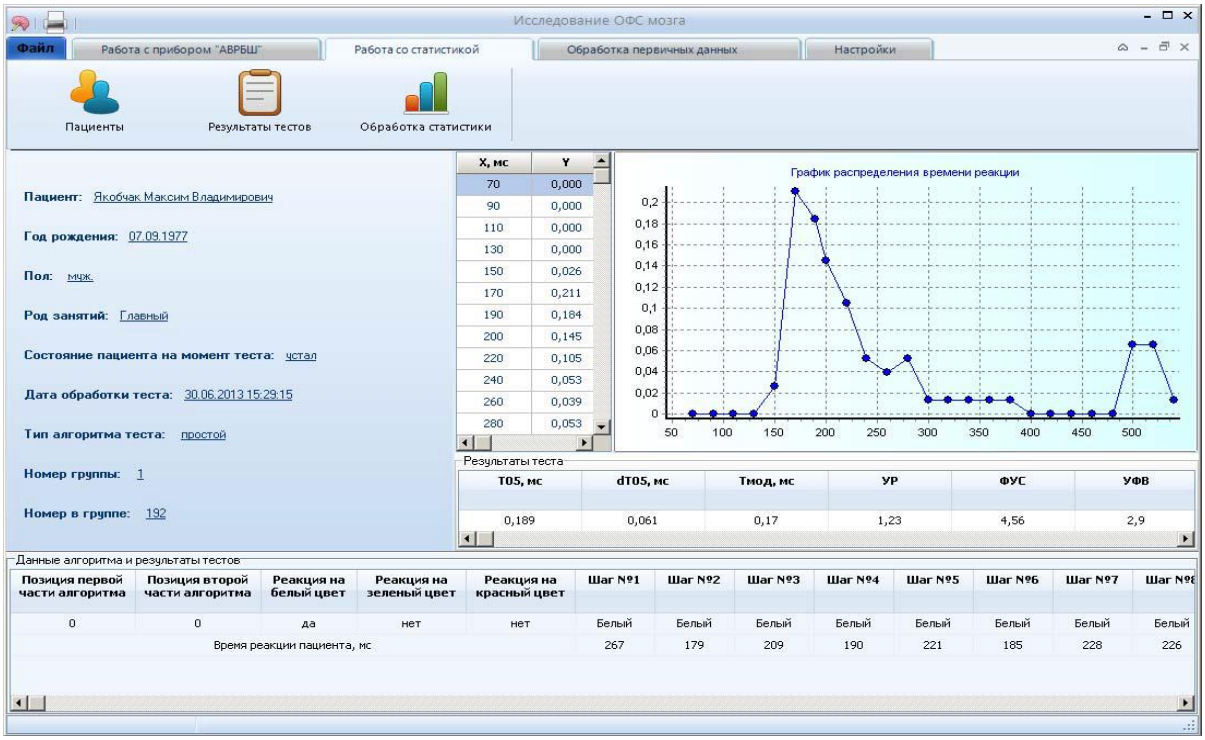


Рис. 7.4 – Протокол дослідження загального функціонального стану мозку, отриманий за допомогою пристрою «АВР-БОШ 1» [3]

Список рекомендованої літератури:

1. Босенко А.І., Шумейко К.П. Пристрій для діагностики функціонального стану мозку людини «Молния»: пат. України на кор. модель №20869; Заявл. 28.06.2006; Опубл. 15.02.2007; Бюл. №2. – 6 с., іл.

2. БосенкоА.І. Щодо можливостей пристрою «Молния» в діагностиці загального функціонального стану мозку людини / А.І. Босенко, С.В. Страшко, Є.П. Петровський // Вісник Черкаського університету. Серія «Біологічні науки». Випуск 39 (252). – Черкаси : ЧНУ, 2012. – С. 32-40.

3. Босенко А.І., Орлик Н.А., Шумейко К.П. Пристрій для оцінки функціонального стану центральної нервової системи людини «АЧР-БОШ-1» Пат. 88663 Україна**,** МПК (2014.01), A61B 5/00… № u 2013 12520; заявл. 25.10.2013; опубл. 25.03.2014, Бюл. № 6. – 5 с.

4. Зимкина А.М. Нейрофизиологические исследования в экспертизе трудоспособности / под. ред. А.М. Зимкиной, В.И. Климовой-Черкасовой. – Л.: Медицина, 1978. – 280 с.

5. Лоскутова Т.Д. Функциональное состояние центральной нервной системы и его оценка по параметрам простой двигательной реакции: автореф. дис. … канд. мед. наук: спец. 03.00.13 «Физиология человека и животных» / Т.Д. Лоскутова. – Ленинград., 1977. – 24 с.

Тема 6. Методи оцінки функціональних можливостей центральної нервової системи людини

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 8

Вивчення динаміки ЗФС мозку спортсменів, за даними надповільних біоелектричних процесів, при дозованих та напружених навантаженнях

Мета: Дослідити зміни за даними надповільних біоелектричних процесів (омегапотенціала – ОП) спортсменів при інформаційному навантаженні в одне присідання та напруженій циклічній роботі.

План роботи:

1. Опис загальної схема дослідження та устаткування.
2. Дослідження динаміки ОП у наступних станах:
- відносного м'язового спокою,
- при пробі в одне присідання,
- у різні фази циклічної роботи,
- на 5-й хв. відновлення.
3. Аналіз отриманих даних.
4. Висновки.

Технічне забезпечення: пристрій для реєстрації ОП – ГІС-1, калькулятори, велоергометр або сходинка, кардіограф, апарат для вимірювання артеріального тиску.

Методичні вказівки. Робота виконується бригадним способом, у яку входять:

- *обстежуваний,*
- *старший бригади – здійснює загальне керування тестуванням та роботою на ГІС-1,*
- *хронометрист – контролює при фізичних навантаженнях час роботи і дотримання методики,*
- *реєстратор ЕКГ – забезпечує контроль обстежуваного за ЕКГ і ЧСС,*
- *контролер артеріального тиску (АТ) – контролює при фізичних навантаженнях АТ у кінці кожної непарної хвилини,*
- *секретар – наочно на дошці заповнює протокол обстеження.*

Студенти, які не залучені до експериментальної роботи, заповнюють протокол та виконують графіки в зошитах.

Теоретична передмова і хід роботи.

Останнім часом особлива увага приділяється вивченню надповільних біологічних потенціалів [1, 2, 3, 5, 6,8] і, зокрема, омега-потенціалу (ОП) мозку людини [4, 6]. Надповільні процеси – універсальне явище організму, властиве мозку, ефекторним та секреторним органам і тканинам. Їх динаміка при психічних та фізичних навантаженнях дозволяє судити про збереження або пошкодження механізмів адаптивної саморегуляції [2, 3, 4]. З цих позицій ОП

набуває своєрідного значення-коду, який дає кількісне уявлення про функціональний стан та його зміни, що характеризує потенційні можливості мозку та організму в цілому [1, 5, 6]. Встановлено *три* рівні ОП: до 20 мВ – низький, 21-40 мВ – середній, 41-60 мВ – високий. Вважається, що оптимальним для реалізації розумових та фізичних можливостей є середній рівень ОП.

На думку авторів методики [5], коливання ОП в діапазоні ±25% відбиває реакцію активації, перехід від оперативного стану спокою до діяльності, свідчить про оптимальні адаптаційні можливості організму особи. Зміни ОП в діапазоні ±50% характеризують напруження механізмів адаптації і мобілізацію функціональних резервів. Якщо ОП зростає або змінюється більше як на ±50% тренувальні і змагальні навантаження слід припинити оскільки обстежувана особа знаходиться на грані зриву адаптації.

Устаткування. Вимір ОП проводиться за допомогою приладу омегаметра, розробленого О.Г. Сичовим [5]. Він складається з реєструючої частини (мультиметр в mV) і двох хлорсрібних електродів, що не поляризуються. Активний електрод встановлюється в області вертекса (лінія перетину фронтальної і сагітальної площин голови, тім'ячко), а індиферентний – в області тенора (м'язів великого пальця руки). Між електродами і шкірою встановлюється марлева прокладка, змочена пастою, виготовленою з 30% хлористого калію, 7% карбометилцеллюлози і 2% гліцерину на дистильованій воді.

Перед дослідженням випробовуваний адаптується на протязі 5-10 хвилин в положенні сидячи. Потім визначається початковий рівень з його оцінкою.

Проба в одне присідання полягає в тому, що випробовуваному пропонується виконати в максимальному темпі одно присідання з положення стоячи. Після чого ОП реєструється в положенні сидячи, впродовж 7 хвилин.

Особливо виражена динаміка ОП впродовж 10-20 с після присідання, на 2-3 хв., 5-й і 7-й хвилинах відновлення. Будується графік. Може бути декілька варіантів кривої динаміки ОП (рис. 8.1).

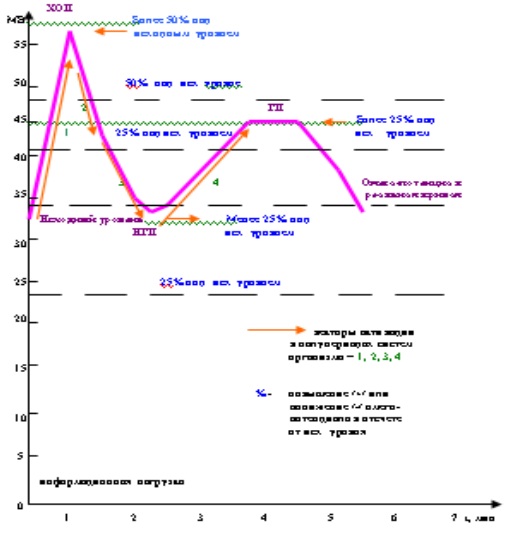
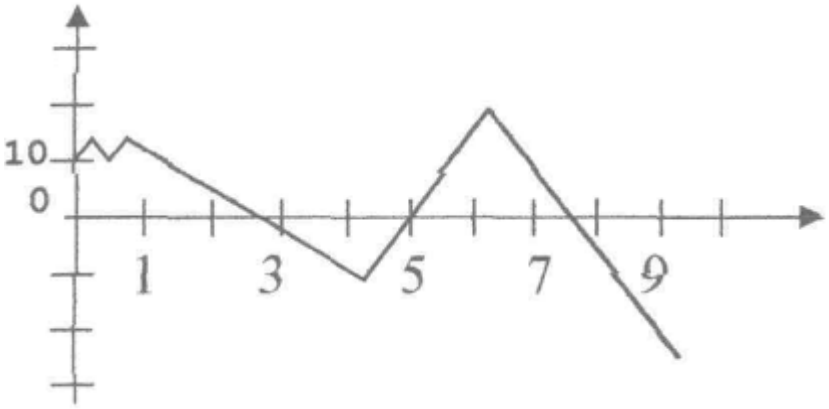
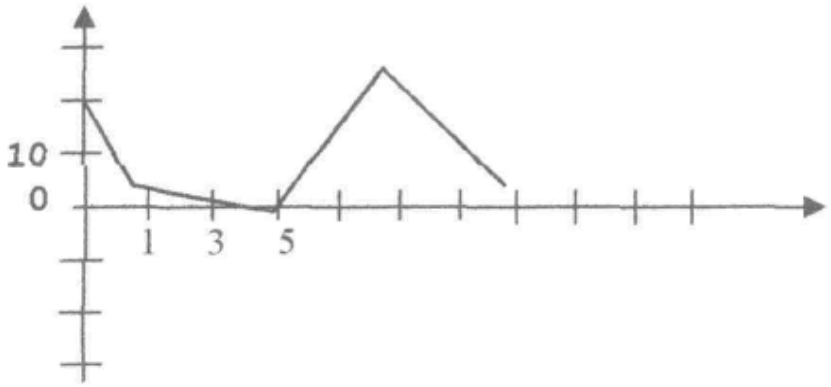


Рис. 8.1 – Нормальна крива динаміки ОП.



а – 1-ий тип



б – 2-ий тип

в – 3-й тип

Рис. 8.2 – Можливі типи динаміки ОП

б) стабільність ОП або коливання в межах 10% характеризує напругу хемообмінних процесів і збереження НГП і ГП (рис. 8.2*а*, 1-й тип кривої) та супроводжується зниженням здібності до навчальної діяльності, реалізації рухових навичок; при цьому швидкісна витривалість знижена, рекомендовані вправи на витривалість, з невеликою інтенсивністю, на силу;

в) зменшення ОП більше 10% (рис. 8.2*б)* характеризується

перенапруженням ХОП, зниженням швидкісних можливостей, погіршенням пам'яті. До тренувальних занять і змаганням спортсмен не допускається.

2 тип кривої (рис. 8.2*б*) відбиває перенапруження нейрогуморальних процесів (НГП) і ХОП при оптимальному стані ГП. У нормі спостерігається зниження кривої на 3-ій хв. Показані вправи на силу з великими інтервалами відпочинку. При змінах ОП до +50%, спортсмен до тренувань не допускається.

3 тип динаміки ОП (рис. 8.2*в*) свідчить про недостатність трьох шуканих систем, оскільки спостерігається зростання ОП до 50%, що характеризує резервне напруження. Тренувальні навантаження не рекомендуються. Істотно знижена витривалість. Показані навантаження реабілітаційного характеру.

Завдання: *провести дослідження динаміки омегапотенціалу двох спортсменів різної спеціалізації (рівня підготовки, статі) при пробі в одне присідання, побудувати криву. Провести необхідні розрахунки і проаналізувати отримані дані. Зробити висновки.*

Студенти, які не залучені до експериментальної роботи, аналізують динаміку ОП випробовуваного Х. при пробі в одне присідання у різні періоди тренування, складають характеристику стану нейрогуморальних, хемообмінних, гормональних процесів.

1. Початковий рівень – 30 mV; на 20 секунді – 42 mV; на 3 хв. – 26 mV; на 5 хв. – 39 mV; на 7 хв. – 32 mV.
2. Початковий рівень – 47 mV; на 20 секунді – 40 mV; на 3 хв. – 38 mV; на 5 хв. – 52 mV; на 7 хв. – 47 mV.
3. Початковий рівень – 15 mV; на 20 секунді – 19 mV; на 3 хв. – 13 mV; на 5 хв. – 13 mV; на 7 хв. – 14 mV.
4. Початковий рівень – 36 mV; на 20 секунді – 30 mV; на 3 хв. – 39 mV; на 5 хв. – 27 mV; на 7 хв. – 30 mV.

Аналіз отриманих даних (приклад).

І. Перший варіант кривої відбиває недостатність хемообмінних процесів мозку, ОП збільшується трохи менш, ніж на 50% і свідчить про значну резервну напругу адаптаційних можливостей. При цьому відмічається нормальний стан НГП і гормональних процесів.

ІІ. ОП знижується на 15%. Характеризує напругу в хемообмінних процесах, при цьому, як правило:

- м'язова пам'ять ослаблена;
- швидкісна витривалість знижена;
- загальна теж знаходиться на низькому рівні.

У даному варіанті відмічається нормальний стан НГП і гормональних процесів.

Рекомендуються вправи на витривалість з невеликою інтенсивністю, на силу з невеликими інтервалами і ОФП.

ІІІ-й варіант. ОП підвищується на 25% від початкового рівня,

відмічається перехідний стан від реактивного спокою до напруженості. На 3 і 5 хвилинах спостерігається зниження ОП, що відбиває нормальний стан НГП і перенапруження гормональних механізмів. Витривалість знижена, показані навантаження рекреаційного характеру.

IV-й варіант. Зменшення ОП у першого піку пов'язане зі зниженням швидкісних можливостей, м'язова пам'ять ослаблена, швидкісна витривалість знижена, загальна – задовільна.

Другий пік характеризується зростанням ОП до 25%, що відбиває перенапруження гуморальних процесів. Порушені процеси запам'ятовування і відтворення. Помітне зниження ОП на 5 хвилині характеризує перенапруження гормональних систем. Показані вправи на силу з великими інтервалами відпочинку і ОФП.

Висновки. Визначення динаміки ЗФС мозку спортсменів при навантаженні в одне присідання, за даними омегапотенціалу, виявило у першому випадку зміни ОП в межах норми, в другому – порушення хемообмінних процесів, в третьому – порушення гормональних механізмів і в четвертому – порушення усіх процесів.

Довідкові матеріали до заняття.

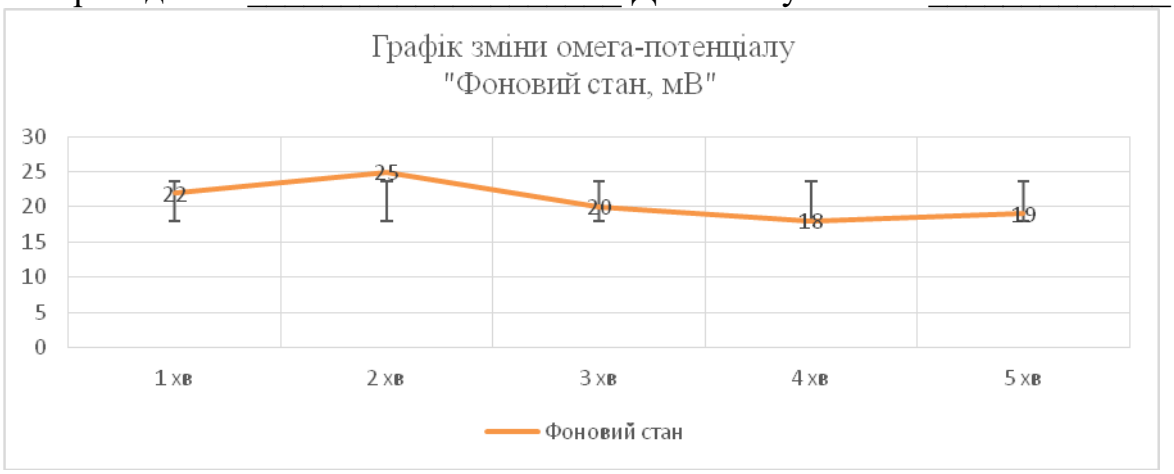
Таблиця 8.1 – Характеристика омегапотенціала підлітків 12-13 років при работі в умовах звичайної (А, Б) та підвищеної (В) мотивації [3]

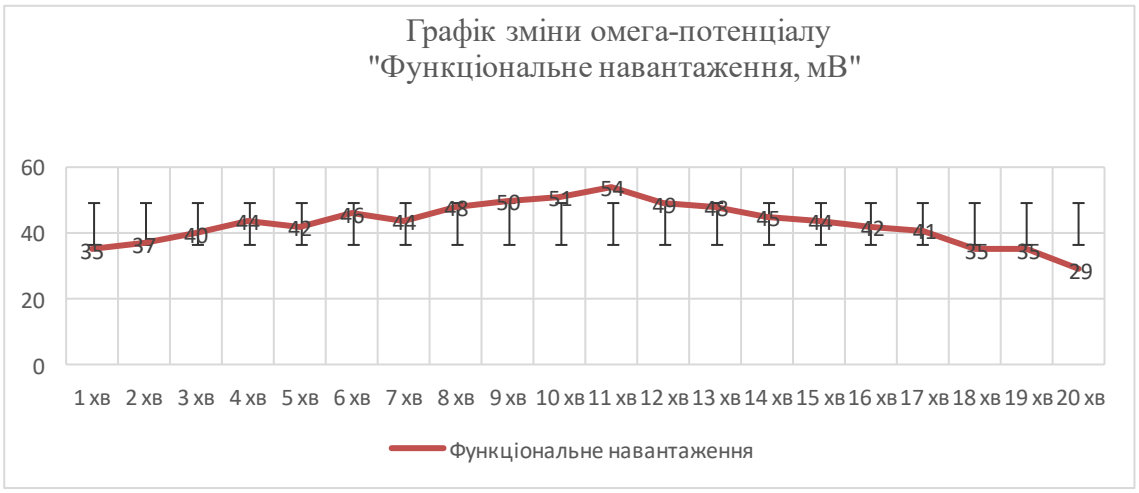
Показники		А		Б		В	
		n	% випадків	n	% випадків	n	% випадків
Рівень	Низький	2	8,0	1	4,2	2	10,5
	Середній	13	**52,0**	9	37,5	11	**57,9**
	Високий	10	40,0	14	**58,3**	6	31,6
Шкала оцінки за діагностич. матрицею	3 (до + 25%)	3	12,5	1	4,2	1	5,3
	4 (до – 25%)	7	**29,2**	2	8,3	1	5,3
	5 (до – 50%)	8	**33,3**	6	25,0	8	**42,1**
	6 (понад – 50%)	6	25,0	15	**62,5**	9	**47,4**
Тип процесів	Інтермітуючий	14	58,3	13	54,2	13	68,4
	Стійкого сниження	10	41,7	11	45,8	6	31,6

Протокол реєстрації омега-потенціалу

ПІБ _____ Дата народження _____

Умови проведення _____ Дата тестування _____





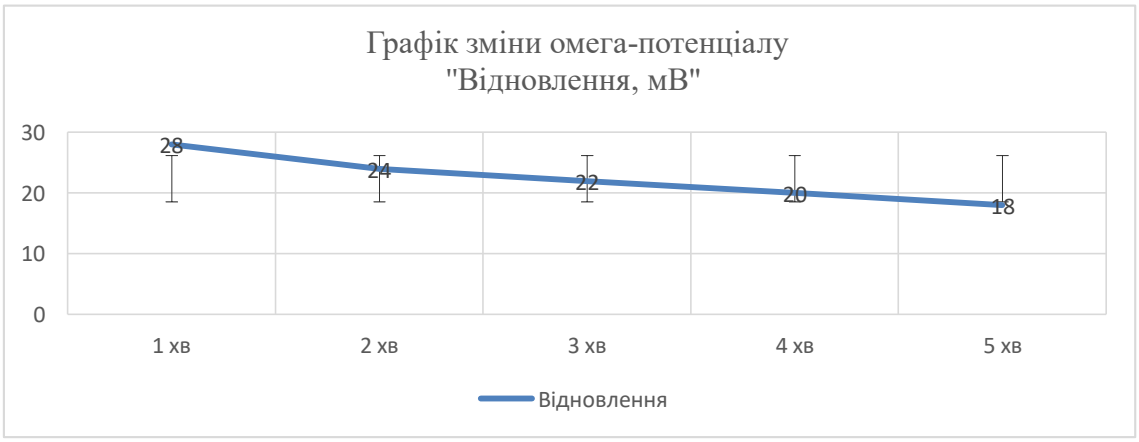


Рис. 8.3 – Протокол та графіки дослідження омега-потенціалу

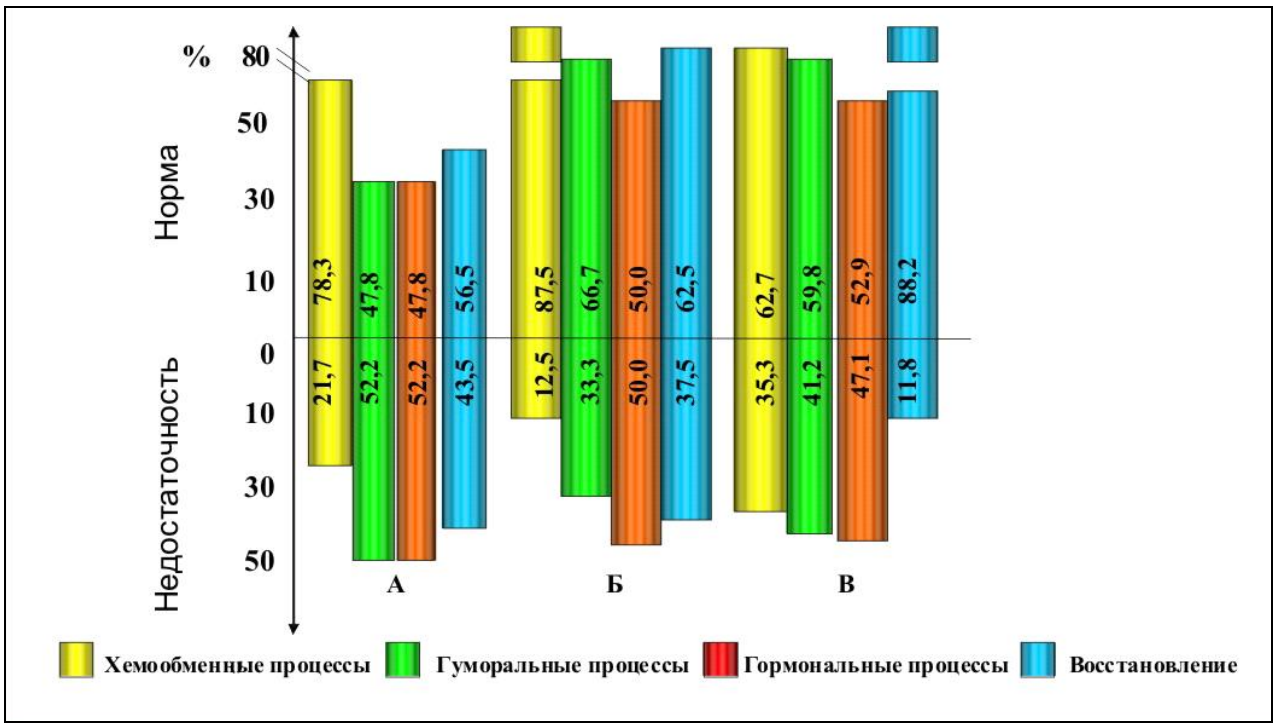


Рис.8.3 – Динаміка ОП підлітків 12-13 років, за даними функціональної проби в одне присідання, при роботі до відмови: ступінчатій (А), 70% від максимальної у звичайних умовах (Б) і з підвищеною мотивацією (В)

Таблиця 8.2 – Протокол реєстрації індивідуальної та групової динаміки омега-потенціалу при різних станах

Показники ОП у різних фізіологічних станах

Функціональний стан	**M**	**m**	**σ**
Фоновий стан			
Функціональне навантаження			
Відновлення			

Ступінь змін ОП відносно фонового стану, %

Функціональний стан	**0 ±25%**	**0…-25%**	**+25…50%**	**-25…-50%**
Функціональне навантаження	80	12	8	-
Відновлення	95	5	-	-

Список рекомендованої літератури:

1. Аладжалова Н. А. Психофизиологические аспекты сверхмедленной ритмической активности головного мозга / Н. А. Аладжалова. – М.: Наука, 1979. – 214 с.

2. Бехтерева Н. П. Физиологические корреляты состояний и деятельности в центральной нервной системе / Н. П. Бехтерева, П. В. Бундзен,

Ю. Л. Гоголицын и др. // Физиология человека. – 1980. – Т. 6, № 5. – С. 877–892.

3. Босенко А.И. Сверхмедленные процессы мозга в оценке адаптивных реакций юных спортсменов на тренировочные нагрузки / А.И. Босенко, М.Н. Урсуленко. // Человек, здоровье, физическая культура и спорт в изменяющемся мире: матер. XVI Междунар. науч.-практ. конф. по проблемам физического воспитания учащихся. – Коломна, 2006. – С. 13-14

4. Илюхина В. А. Психофизиология функциональных состояний и познавательной деятельности здорового и больного человека / В. А. Илюхина. – СПб: Издательство Н-Л, 2010. – 368 с.

5. Сверхмедленные физиологические процессы и межсистемные взаимодействия в организме / В. А. Илюхина, З. Г. Хабаева, Л. И. Никитина [и др.]. – Л.: Наука, 1986. – 192 с.

6. Сычев А. Г. Методика регистрации квазиустойчивой разности потенциалов с поверхности головы / А. Г. Сычев, Н. И. Щербакова, Г. И. Барышев // Физиология человека. – 1980. – Т. 6, № 1. – С. 178-180.

7. Фокин В. Ф. Оценка энергозатратных процессов головного мозга человека с помощью регистрации уровня постоянного потенциала / В. Ф. Фокин, Н. В. Пономарёва // Современное состояние методов неинвазивной диагностики в медицине. – М., 1996. – С. 68–72.

8. Шафиева Л. Н. Использование омегаметрии в оценке стрессорной неустойчивости организма / Л. Н. Шафиева, А. Ф. Каюмова // Проблемные вопросы физиологии и психологии. – Уфа, 2008. – С. 149–151.

ДОВІДКОВІ МАТЕРІАЛИ

до курсу біологічні методи досліджень у фізичній культурі та спорті
(таблиці, формули та інше)

До теми 1. СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ

1.1. Діапазон коливання, розмах варіації (ДК):

$$ДК = Xmax - Xmin,$$ де

Xmax та Xmin відповідно найбільше та найменше значення варіанти.

1.2. Середнє арифметичне значення (М):

$$M = \frac{1}{-} \cdot \sum_{i=1}^{n} x_i, \text{ де } \sum_{i=1}^{n} x_i = x_1 + x_2 + \cdots + x_n;$$

1.3. Середнє квадратичне значення (δ), стандартне відхилення

$\delta = \frac{ДК}{K}$, де К знаходиться за таблицею Єрмолаєва (див. додаток А).

1.4. Помилка середньої арифметичної m (чи S):

$$m = \frac{o}{\sqrt{}}.$$

1.5. Коефіцієнт варіації (V):

$$V = \frac{o}{M} \cdot 100\%.$$

1.6. Ранговий коефіцієнт кореляції ρ:

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot \sum d^2}{(n^3 - n)},$$

де $d = dx - dy$ – різниця рангів пари показників X та Y, n – кількість обстежених.

1.7. Довірчі інтервали статистичних характеристик

$$M_{нижн.(верхн.)} = M \pm U_a \cdot m,$$

де Ua – значення нормованого відхилення для даного рівня d. Наприклад, для $d = 0{,}05 \quad Ua = 1{,}96.$

1.8.1. Порівняння двох середніх арифметичних (незв'язані вибірки):

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\quad}}.$$

Кількість ступенів свободи $\gamma = n_1 + n_2 - 2$

P – знаходиться за таблицею Стьюдента (див. додаток Б).

1.8.2. Порівняння двох середніх арифметичних зв'язаних вибірок:

$$t = \frac{Md}{md},$$

де Md – різниця, md – стандартне відхилення середньої різниці; $\gamma =$ n-1

1.9. Ступінь зрушення показника (СЗ)

1.9.1. Абсолютний СЗ

$$СЗ = Хспокою - Хроботи$$

1.9.2. Відносний СЗ

$$СЗ = \frac{Абс\ СЗ}{Хспокою} \cdot 100\%.$$

До теми 2. МЕТОДИ ОЦІНКИ ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ

Таблиця 2.1. – Розрахунок віку за десятичною системою

Число	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Чер.	Лип.	Серп.	Вер.	Жов.	Лис.	Груд.
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	000	085	162	247	329	414	496	581	666	748	833	915
2.	003	088	164	249	332	416	499	584	668	751	836	918
3.	005	090	167	252	334	419	501	586	671	753	838	921
4.	008	093	170	255	337	422	504	589	674	756	841	923
5.	011	096	173	258	340	425	507	592	677	759	844	926
6.	014	099	175	260	342	427	510	595	679	762	847	929
7.	016	101	178	263	345	430	512	597	682	764	849	932
8.	019	104	181	266	348	433	515	600	685	767	852	934
9.	022	107	184	268	351	436	518	603	688	770	855	937
10.	025	110	186	271	353	438	521	605	690	773	858	940
11.	027	112	189	274	356	441	523	608	693	775	860	942
12.	030	115	192	277	359	444	526	611	696	778	863	945
13.	033	118	195	279	362	447	529	614	699	781	866	948
14.	036	121	197	282	364	449	532	616	701	784	868	951
15.	038	123	200	285	367	452	534	619	704	786	871	953
16.	041	126	203	288	370	455	537	622	707	789	874	956
17.	044	129	205	290	373	458	540	625	710	792	877	959
18.	047	132	208	293	375	460	542	627	712	795	879	962
19.	049	134	211	296	378	463	545	630	715	797	882	964
20.	052	137	214	299	381	466	548	633	718	800	885	967
21.	055	140	216	301	384	468	551	636	721	803	888	970
22.	058	142	219	304	386	471	553	638	723	805	890	973
23.	060	145	222	307	389	474	556	641	726	808	893	975
24.	063	148	225	310	392	477	559	644	729	811	896	978
25.	066	151	227	312	395	479	562	647	731	814	899	981
26.	068	153	230	315	397	482	564	649	734	816	901	984
27.	071	156	233	318	400	485	567	652	737	819	904	986
28.	074	159	236	321	403	488	570	655	740	822	907	989
29.	077	-	238	323	405	490	573	658	742	825	910	992
30.	079	-	241	326	408	493	575	660	745	827	912	995
31.	082	-	244	-	411	-	578	663	-	830	-	997

Наприклад: дата тестування: 17 жовтня 2016 р.= 16,792

Дата народження: 20 липня 1999 р.= 99,548

Вік в день тестування: 17,244

2.2. Антропометричні індекси

2.2.1. Масо-зростовий індекс Кетле (ІК):

$$\text{ІК} = \frac{\text{МТ}}{\text{Зріст}},$$ де МТ – маса тіла (гр), зріст(см)

Норма: для чоловіків – 350-400 гр;
для жінок – 325-375 гр.

2.2.2. Розрахунок нормальної маси тіла (НМТ):

для чоловіків: $\text{НМТ} = 50 + (\text{Зріст} - 150) \cdot 0{,}75 + \frac{\text{вік}-21}{4}$;

для жінок: $\text{НМТ} = 50 + (\text{Зріст} - 150) \cdot 0{,}32 + \frac{\text{вік}-21}{4}$,

де зріст – у см, вік – у роках.

2.2.3. Розрахунок площі поверхні тіла:

$$S = K \cdot \sqrt{P \cdot h},$$

де S – у см^2, P – маса тіла у кг, h – зріст у см,
K – коефіцієнт: для чол. – 0,0167, для жін. – 0,0162.

2.2.4. Життєвий показник (ЖП):

$$\text{ЖП} = \frac{\text{ЖЄЛ(мл)}}{\text{МТ(кг)}},$$

Норма: для чоловіків – 65-70 мл/кг,
для жінок – 55-60 мл/кг.

2.2.5. Індекс пропорційності розвитку грудної клітини (індекс Ерісмана):

$$\text{ІЕ} = \text{ОКГ(см)} - \frac{h(\text{см})}{2},$$

де ОКГ – окіл грудної клітини, h – зріст

Норма: для чоловіків – +5,8 см,
для жінок – +3,3 см.

2.2.6. Показник відношення м’язової сили до маси тіла (індекс сили – ІС):

$$\text{ІС} = \frac{\text{Сила кисті(кг)}}{\text{МТ(кг)}} \cdot 100\%$$

Норма: для чоловіків – 68-80% від маси тіла,
для жінок – 48-50% від маси тіла.

2.2.7. Показник міцності тіло будови (індекс Піньє):

$$\text{ІП} = \text{Зріст(см)} - (\text{МТ(кг)} + \text{ОКГ}_{\text{видих}}\text{(см)})$$

Показники: до 10 – міцна тілобудова;
10-20 – добра тілобудова;
21-25 – середня тілобудова;
26-35 – слабка тілобудова;
Більше 36 – дуже слабка тіло будова

До теми 3. КРОВ

3.1. $ОЦК(\%) \approx \frac{5(л)\cdot 100\%}{70(кг)}$

Норма: $\approx 7\%$

3.2. $КЄК = Нв \cdot 1{,}36(об\%)$

3.3. $АВР = КЄК_а - КЄК_в$

3.4. $КУК = \frac{АВР_{O^2}}{КЄК_а} \cdot 100\%$

3.5. Глюкози норма 80-120 мг%, при напружених навантаженнях може спостерігатися гіпоглікемія

3.6. Молочна кислота 15-25 мг%, при напружених навантаженнях зростає до 350 мг%

3.7. pH крові в нормі 7,34-7,35, при напружених навантаженнях може знижуватися до 6,9-7,0

3.8. В’язкість крові зростає з 4-5 до 7-8 од.

3.9. Осмотичний тиск – 7,6-8,1 атм.

3.10. Онкотичний тиск – 25-35 мм рт. ст.

Таблиця 3.1 – Основні показники системи кров

(таблиця складена за літературними даними)

Вікові періоди / Показники	Ново народжені	1 рік	7–12 років	13–15 років	Дорослі	
					жінки	чоловіки
Гемоглобін, г/л	180-240	110-135	110-145	115-150	120-140	130-160
Еритроцити, млн/мм^3	4,3-7,6	3,6-4,9	3,5-4,7	3,6-5,1	3,7-4,7	4-5,1
Кольоровий показник, %	0,85-1,15	0,85-1,15	0,85-1,15	0,85-1,15		0,85-1,15
Швидкість зсідання еритроцитів, мм/год	2-4	4-12	4-12	4-15	2-15	1-10
Лейкоцити, тис./мм^{3,} з них:	8,5-24,5	6-12	4,5-10	4,3-9,5	4-9	4-9
нейтрофіли,%	51-72, на 5-6 дні-23-25	30-35	40-60	45-70	55-65	55-65
лімфоцити,%	12-36	38-72	24-54	25-50	18-40	18-40
моноцити,%	10	10	9-11	11,5	3-11	3-11
Тромбоцити, тис./мм^3	2-12	2-12	2-10	2-10	2-9	2-9

Таблиця 3.2 – Фази міогенного лейкоцитозу

Фази / характер м'язової роботи	Склад лейкоцитів			
	Загальна кількість, тис/мм^3	Еозинофіли, %	Нейтрофіли, %	Лімфоцити, %
I – лімфоцитарна, Помірна короткочасна	10-12	0-5 норма	близька до нори	40-50
II – нейтрофільна, 30-60 хв. значних навантажень	16-18	2	70-80, присутні незрілі форми	15-20
III – інтоксикаційна а) регенеративна б) дегенеративна	30-50	0 – зникають	Більше 70-80, присутні незрілі форми	3-10
	Зміна лейкоцитозу на лейкопенію, поява дегенеративних форм			

До теми 4. СЕРЦЕВО-СУДИННА СИСТЕМА

4.1. $\text{ЧСС}_{max} = 220 - \text{вік у роках}$

4.2. СОК за Старром

$$\text{СОК(мл)} = 101 + 0{,}5 \cdot \text{ПТ} - 0{,}6 \cdot \text{ДТ} - 0{,}6 \cdot \text{А},$$

де ПТ – пульсовий тиск,
ДТ – діастолічний тиск,
А – вік у роках

Для дітей 7-15 років Н.А.Романцева та Н.С. Пугіна модифікували формулу Старра:

$$\text{СОК (мл)} = 40 + 0{,}5 \cdot \text{ПТ} - 0{,}6 \cdot \text{ДТ} - 3{,}2 \cdot \text{А},$$

4.3. СОК за розрахунками запису реоплетизмограми за Кубічеком

$$\text{СОК} = \text{К} \cdot \frac{L^2}{Z^2} \cdot Ad \cdot T\text{в},.$$

де К для дітей – 135, для дорослих – 150;
Ad – амплітуда диференційованої РПГ, Тв – час виштовху у с,
L – відстань між електродами у см,
Z – базисний опір у Ом.

4.3.1. $\text{ХОК} = \text{ЧСС} \cdot \text{СВК},$ мл/хв або л/хв.

4.4. «Належна» електрична систола за формулою Базетта:

$$Q - T_{\text{належн}} = \text{К} \cdot \sqrt{R - R_c},$$

де – К const, для чоловіків – 0,37;
для жінок – 0,39;
для дітей – 0,4.

4.5. $\text{ЧСС} = \frac{60}{tR-R,c}, \text{уд/хв}$

4.6. Систолічний показник (СП):

$$\text{СП} = \frac{tQ - T,c}{tR - R,c} \cdot 100\%$$

4.7. Для переводу R – R параметрів ЕКГ з мм у с:

$tR - R(c) = R - R\text{мм} \cdot 0{,}04\text{с},$ якщо швидкість запису ЕКГ=25 мм/с

$tR - R(c) = R - R\text{мм} \cdot 0{,}02\text{с},$ якщо швидкість запису ЕКГ=50 мм/с

4.8. Показники стану механізмів регуляції серцевого ритму:

4.8.1. Співвідношення $\frac{\text{симпатичного}}{\text{парасимпатичного}}$ відділу ВНС – $\frac{АМ_0}{\Delta X}$, у. о.

4.8.2. Співвідношення адренергічного/холінергічного каналів – $\frac{М_0}{\Delta X}$, у. о.

4.8.3. $ІН = \frac{АМ_0\ (\%)}{2М_0(с)\cdot\Delta X(с)}$, у. о.

4.9. Показники сейсмокардіограми (СКГ):

4.9.1. Силовий показник:

$$\frac{A_1}{A_2}$$

4.9.2. Механосистолічний показник (МСП):

$$МСП = \frac{tA_1 - A_2\ (c)}{tR - R\ (c)} \cdot 100\%,$$

де tA_1A_2 – час механічної систоли у с.

Таблиця 4.1 – Функціональні показники адаптації системи кровообігу до фізичних навантажень

Фізіологічні показники	Нетреновані особи		Спортсмени	
	стан спокою	при граничному навантаженні	стан спокою	при граничному навантаженні
Частота серцевих скорочень, ск/хв.	65-80	160-180	45-60	200-220 (240)
Артеріальний тиск систолічний	120-125	180-200	100-120	200-220
Артеріальний тиск діастолічний	70-80	60-70	50-60	Може знижуватися до 0
Систолічний об’єм крові, мл.	70-80	100-150	50-60	180-200
Хвилинний об’єм кровообігу, л/хв.	3,5-5,5	25-30	2,5-3,5	35-40 (50)

До теми 5. СИСТЕМА ДИХАННЯ

5.1. Хвилинний об’єм дихання (ХОД, л/хв):

$$\text{ХОД} = \text{ЧД} \cdot \text{ГД},$$

де ЧД – частота дихання,
ГД – глибина дихання.

5.2. Максимальна вентиляція легенів (МВЛ, л/хв):

$$\text{МВЛ} = \text{ЧД}_{max} \cdot \text{ГД}_{max},$$

5.3. Розрахунок належної величини життєвої ємкості легенів (НДЄЛ):

для чоловіків: $\text{НЖЄЛ} = 0{,}052 \cdot \text{Зріст} - 0{,}028 \cdot \text{Вік} - 3{,}2,$

для жінок: $\text{НЖЄЛ} = 0{,}049 \cdot \text{Зріст} - 0{,}019 \cdot \text{Вік} - 3{,}76,$

де НЖЄЛ – належна життєва ємність легенів,
Зріст – у см,
Вік – у роках.

5.4. Дихальний об’єм:

$$\text{ДО} = \frac{\text{ход}}{\text{чд}}, \text{ л або мл}$$

5.5. Вентиляційний показник (ВП):

$$\text{ВП} = \frac{\text{ход}}{\text{жєл}},$$

Норма: ≈ 2.

До теми 6. ЦЕНТРАЛЬНА НЕРВОВА СИСТЕМА

6.1. Визначення загального функціонального стану мозку за Т.Д. Лоскутовою (1975)

6.1.1. $$\text{ФРС} = In\frac{1}{T_{mod}\cdot\Delta T_{0,5}}$$

6.1.2. $$CP = In\frac{P_{max}}{\Delta T_{0,5}}$$

6.1.3. $$\text{РФМ} = In\frac{P_{max}}{\Delta T_{0,5}\cdot\Delta T_{0,5}}.,$$

де ФРС, СР, РФМ відповідно функціональний рівень системи, стійкість реакції, рівень функціональних можливостей.

T_{mod} – значення середини модального класу;

$\Delta T_{0,5}$ – розмах часу реакції на рівні $0,5P_{max}$,

$T_{0,5}$ – значення часу реакції, яка відповідає середині діапазона $\Delta T_{0,5}$

6.1.4. Час простої зорово-рухової реакції у тренованого – 120–200 мс,
у нетренованого – 190-280 мс

Таблиця 6.1 – Пропускна здібність мозку за тестом Ландольта (за О.С. Солодковим, 2006)

С, біт/с	Бали	Оцінка
> 0,57	1	Низька
0,57–0,63	2	Низька
0,64–0,73	3	Нижче середньої
0,92–1,04	4	Нижче середньої
0,74–0,83	5	Середня
0,84–0,91	6	Середня
1,05–1,19	7	Висока
1,20–1,34	8	Висока
1,35–1,46	9	Дуже висока
> 1,47	10	Дуже висока

До теми 7. ФІЗИЧНА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ

7.1. Тест PWC_{170} (кгм/хв):

$$PWC_{170} = W_1 + (W_2 - W_1) \cdot \frac{(170 - f_1)}{f_1 - f_2},$$

де W_1 – потужність першого, W_2 – потужність другого навантаження,

f_1 та f_2 – відповідно частота серцевих скорочень в кінці першого та другого навантаження.

7.1.1. Потужність навантаження (W, кгм/хв):

$$W = 1{,}5 \cdot P \cdot h \cdot n,$$

де P – маса тіла (кг), h – висота сходинки, n – кількість підйомів у хв.

7.1.2. PWC_{170} відносно маси тіла (PWC_{170}/кг):

$$PWC_{170}/\text{кг} = \frac{PWC_{170}}{\text{МТ}}, \text{ кгм/хв./кг.}$$

7.2. Гарвардський степ-тест

$$\text{ІГСТ} = \frac{t \cdot 100}{(f_1 + f_2 + f_3) \cdot 2},$$

де t – фактичний час роботи у с,

f_1, f_2, f_3 – сума пульсу за перші 30 с (починаючи з 2-ї хв.) відновного періоду.

Показники: $< 55 -$ оцінка "погано",
55-64 – оцінка «нижче середнього»,
65-79 – оцінка «середня»,
80-89 – оцінка «добре»,
90 і більше – оцінка «відмінно».

До розділу 8. АЕРОБНІ МОЖЛИВОСТІ ОРГАНІЗМУ

8.1. Максимальне споживання кисню (МСК, $V_0{}^2{}_{max}$, л/хв, мл/хв) розраховуэться за формулою Добелна.

$$МСК = 1{,}25 \cdot \sqrt{\frac{W}{f-60}} \cdot e^{-0{,}000884 \cdot T},$$

де W – потужність навантаження (кгм/хв.),
f – частота серцевих скорочень на 5-ій хвилині навантаження,
e – значення натурального логарифму, Т – вік.

До розрахунку МСК за Добелном $(e^{-0{,}000884 \cdot T})$

18 років – 0,853	22 роки – 0,823	26 років – 0,794	30 років – 0,767
20 років – 0,839	24 роки – 0,809	28 років – 0,779	

8.2. За Карпманом В.Л. і співавт. (1988)

$$МСК = 1{,}7PWC_{170} + 1240 \ (мл/хв), \text{ якщо } PWC_{170} < 900кгм/хв.$$
$$МСК = 2{,}2PWC_{170} + 1070 \ (мл/хв), \text{ якщо } PWC_{170} \geq 900кгм/хв.$$

8.3. $МСК/кг = \frac{МСК(мл/хв)}{МТ(кг)} (мл/хв/кг)$

8.4. МСК за А. Гумінським:

$$МСК = А\sqrt{\frac{W}{H-h}} \cdot Т,$$

де Н – пульс на 4-ій хв роботи,
h – віко-статева поправка,
К – віковий коефіцієнт (див. додаток В)

8.5. МСК для дітей 9-16 років за D.M. Cooperetal (1984)
(велоергометричне навантаження)

$$V_0{}^2{}_{max}(мл/хв) = 52{,}8 \cdot МТ(кг) - 303{,}4 \quad r=0{,}94$$

$$V_0{}^2{}_{max}(мл/хв) = 28{,}2 \cdot МТ(кг) + 288{,}2 \quad r=0{,}84$$

$$V_0{}^2{}_{max}(мл/хв) = 45{,}6 \cdot МТ(кг) - 197{,}2 \quad r=0{,}86$$

8.5.1. $ПАНО(мл/хв) = 23{,}9 \cdot МТ - 4{,}3 \quad r=0{,}79$

До теми 9. АНАЕРОБНІ МОЖЛИВОСТІ ОРГАНІЗМУ

9.1. Потужність та ємність

9.1.1. Тест Маргарія

$$P = \frac{W \cdot 9{,}8 \cdot D}{T}$$

де P – алактацидна потужність, Вт
9,8 – нормальне прискорення тяготіння, м/с W – маса тіла у кг,
D висота між першим та другим реєструючими пристроями, м
T – час від 1-го до 2-го реєструю чого пристроя, с.

9.1.2. Оцінка анаеробних можливостей, за даними кисневого боргу (O_2 – борг)

$$O_{2-борг} = V_{o^2в} - V_{o^2с},$$

де $V_{o^2в}$ – споживання кисню за час відновного періоду,

$V_{o^2с}$ – споживання кисню у стані спокою за той же час,

O_2 – борг для нетренованих – 4-8 л.
для спортсменів – до 20 л.

До розділу 10. ІНТЕГРАЛЬНІ ПОКАЗНИКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ

10.1. Розрахунок рівня фізичного стану людини (РФС).

$$РФС = \frac{700 - 3 \cdot ЧСС - 2{,}5 \cdot \left(ДТ + \frac{ПТ}{3}\right) - 2{,}7 \cdot вік + 0{,}28 \cdot МТ}{350 - 2{,}7 \cdot вік + 0{,}21 \cdot зріст},$$

де ЧСС – частота пульсу в стані спокою, уд/хв.,
ДТ – діастолічний тиск, ПТ – пульсовий тиск, мм.рт.ст.,
Вік – у роках, МТ – маса тіла, кг, Зріст – см.

Таблиця 10.1 – Оцінка рівня фізичного стану людини

№ п/п	РФС	Значення
1	Низький	$< 0{,}375$
2	Нижче середнього	0,376-0,525
3	Середній	0,526-0,675
4	Вище середнього	0,676-0,825
5	високий	0,826-і більше

10.2. Розрахунок адаптаційного потенціалу Р.М. Баєвського

АП=0,011*ЧСС + 0,014*АТсист. +0,008*АТдіаст.+ 0,009 *МТ + 0,014*Вік – 0,009*ДТ – 0,27,

де АП – адаптаційний потенціал;
ЧСС – частота серцевих скорочень сидячи у стані спокою, уд./хв.;
АД сист.– систолічний артеріальний тиск мм рт. ст.;
АД даст. – діастолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.;
МТ – маса тіла, кг;
ДТ– довжина тіла, см;
В – вік (повних років).

Оцінка:
Задовільна адаптація <= 2,1,
Напруга механізмів адаптації 2,1–3,2
Незадовільна адаптація 3,21–4,3
Зрив адаптації >4,31

ДОДАТКИ

Додаток А

Значення коефіцієнта *К* для розрахунку середнього квадратичного відхилення за варіаційним розмахом (ДК)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	-	1,13	1,69	2,06	2,33	2,53	2,70	2,85	2,97
10	3,08	3,17	3,26	3,34	3,41	3,47	3,53	3,59	3,64	3,69
20	3,73	3,78	3,82	3,86	3,90	3,93	3,96	4,00	4,03	4,06
30	4,09	4,11	4,14	4,16	4,19	4,21	4,24	4,26	4,28	4,30
40	4,32	4,34	4,36	4,38	4,40	4,42	4,43	4,45	4,47	4,48
50	4,50	4,51	4,53	4,54	4,56	4,57	4,59	4,60	4,61	4,63
60	4,64	4,65	4,66	4,68	4,69	4,70	4,71	4,72	4,73	4,74
70	4,75	4,77	4,78	4,79	4,80	4,81	4,82	4,83	4,83	4,84
80	4,85	4,86	4,87	4,88	4,89	4,90	4,91	4,91	4,92	4,93
90	4,94	4,95	4,96	4,96	4,97	4,98	4,99	4,99	5,00	5,01
N	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
K	5,02	5,49	5,76	5,94	6,07	6,18	6,28	6,35	6,42	6,48

Додаток Б

Значення критерія Стьюдента *t* за різних рівнів вірогідності

υ	Рівні вірогідності *P*			υ	Рівні вірогідності *P*		
	0,95	0,99	0,999		0,95	0,99	0,999
2	4,30	9,93	31,60	21	2,08	2,83	3,82
3	3,18	5,84	12,94	22	2,07	2,82	3,79
4	2,78	4,60	8,61	23	2,07	2,81	3,77
5	2,57	4,03	6,86	24	2,06	2,80	3,75
6	2,45	3,71	5,96	25	2,06	2,79	3,73
7	2,37	3,50	5,41	26	2,06	2,78	3,71
8	2,31	3,36	5,04	27	2,05	2,77	3,69
9	2,26	3,25	4,78	28	2,05	2,76	3,67
10	2,23	3,17	4,59	29	2,04	2,76	3,66
11	2,20	3,11	4,44	30	2,04	2,75	3,65
12	2,18	3,06	4,32	40	2,02	2,70	3,55
13	2,16	3,01	4,22	50	2,01	2,68	3,50
14	2,15	2,98	4,14	60	2,00	2,66	3,46
15	2,13	2,95	4,07	80	1,99	2,64	3,42
16	2,12	2,92	4,02	100	1,98	2,63	3,39
17	2,11	2,90	3,97	120	1,98	2,62	3,37
18	2,10	2,88	3,92	200	1,97	2,60	3,34
19	2,09	2,86	3,88	500	1,96	2,59	3,31
20	2,09	2,85	3,85	00	1,96	2,58	3,29

Додаток В

До формули 8.4. розрахунку МСК за А. Гумінським, значення поправочних коефіцієнтів

Значення К в залежності від віку

Вік	8	9	10	11	12	13	14	15	16
К	0,931	0,922	0,914	0,907	0,900	0,891	0,883	0,878	0,868

Значення поправок А і h

Вік	Поправка А		Поправка h	
роки	Хлопчики	Дівчатка	Хлопчики	Дівчатка
8	1,05	0,8	30	30
9	1,11	0,85	30	30
10	1,11	0,95	30	30
11	1,15	0,95	40	30
12	1,20	0,98	50	40
13	1,2	0,98	50	40
14	1,25	1,05	60	40
15	1,27	1,05	60	40
16	1,29	1,1	60	40

Навчальне видання

БОСЕНКО АНАТОЛІЙ ІВАНОВИЧ

БІОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ У ФІЗИЧНОМУ ВИХОВАННІ ТА СПОРТІ

Посібник

Підписано до друку 06.12.2016р.
Обсяг 3,25 ум. друк. арк.. Формат 60х90/16
Наклад 100 прим. Зам. 33

Надруковано у друкарні «Рекламсервіс»
М.Одеса, вул.. Троїцька, 20
Тел. (048) 725-69-78