**Державний вищий навчальний заклад**

„ЗАПОРІЗЬКИЙ національний УНІВЕРСИТЕТ”

Міністерство освіти і науки україни

**М.В. Маліков,**

**І.В. Кальонова, Г.О. Остапенко**

**спортивна медицина**

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт

для студентів факультету фізичного виховання

Затверджено вченою радою

Запорізького національного університету

(протокол №\_\_5\_\_від 25.12.2007\_\_р.)

# **Запоріжжя 2007**

**УДК 796:613.71/73(076)**

**ББК Ч510.9я73**

**М 917**

Спортивна медицина: Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів факультету фізичного виховання. / Уклад.: **Маліков М.В., Кальонова І.В., Остапенко Г.О.** – Запоріжжя: ЗНУ, 2007. – 82 с.

Методичні рекомендації містять короткі теоретичні відомості з основних розділів спортивної медицини, а також перелік лабораторних робіт, необхідних для оцінки функціонального стану, фізичної працездатності і рівня тренованості організму.

Рецензенти К.Л. Власенко

Відповідальний

за випуск А.О.Кузнєцов

© Запорізький національний університет, 2007

© Маліков М.В., Кальонова І.В., Остапенко Г.О., 2007

# **З М І С Т**

**ПРОГРАМА ЛЕКЦІЙНОГО КУРСУ**...……………………………...5

ПЕРЕЛІК лабораторних І СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ...…...8

###### **Лабораторна робота №1:**Методи дослідження рівня фізичного розвитку організму (2 години)…………………………………………..8

#### Лабораторна робота №2:Функціональна проба Летунова (2 години)…………………………………………………………………9

#### Лабораторна робота №3: Вивчення особливостей стану регуляторних систем організму за допомогою ортостатичної та клино-ортостатичної функціональних проб (2 години)……………..12

**СЕМІНАР №1:** Основи загальної та спортивної патології (2 години)…...........................................................15

#### Лабораторна робота №4: Оцінка ступеня функціональної напруги регуляторних механізмів серцево-судинної системи організму (4 години)..................................................................................................16

Лабораторна робота №5: Використання розрахункових показників щодо оцінки функціонального стану системи зовнішнього дихання спортсменів (2 години)............................................................................21

**Лабораторна робота №6:**Оцінка рівня фізичної працездатності організму(Гарвардський степ-тест, субмаксимальна проба PWC170) (4 години)..................................................................................................24

**Лабораторна робота №7:**Визначення особливостей системи енергозабезпечення організму за допомогою методу багатофакторної діагностики (за Душаніним С.А.) (4 години)…….................................29

**СЕМІНАР №2:** Загальна характеристика функціонального стану організму спортсменів (4 години)...........................35

**Лабораторна робота №8:** Вивчення рівня функціональної підготовленості організму за допомогою комп’ютерної програми „ШВСМ” (4 години)……….....................................................................36

**СЕМІНАР №3:** Загальна характеристика основних патологічних станів, які виникають при систематичних заняттях фізичною культурою та спортом (2 години)……….39

**СЕМІНАР №4:** Лікувальний контроль на різних етапах навчально-тренувального процесу спортсменів (2 години).......40

**СЕМІНАР №5:** Основні засоби відновлення фізичної працездатності організму спортсменів на різних етапах навчально-тренувального процесу (2 години)…………………...40

**Тестові завдання з курсу «Спортивна медицина»**………………...42

**Відповіді на тестові завдання з курсу** **«Спортивна медицина»**….64

**ЛІТЕРАТУРА**…………………………………………………………..65

ПРОГРАМА ЛЕКЦІЙНОГО КУРСУ

**Поняття про спортивну медицину**. Предмет і завдання спортивної медицини, роль спортивної медицини в комплексі медико-біологічних дисциплін, що викладаються в інститутах фізичної культури і на факультетах фізичного виховання. Зв'язок спортивної медицини з іншими науками. Короткий історичний шлях розвитку спортивної медицини.

**Основи загальної і спортивної патології.** Загальне поняття про здоров’я та хворобу. Донозологічні стани. Патологія та патогенез. Патологічна реакція. Патологічний процес. Патологічний стан. Етіологія та етіологічні фактори. Реактивність, імунітет, алергія. Місцеві розлади кровообігу, запалення, гіпертрофія, атрофія, дистрофія. Основи спортивної патології. Загальна характеристика захворювань, які виникають у процесі занять фізичної культурою та спортом. Гравітаційний шок. Ортостатичний колапс. Гіпоглікемічний шок. Тепловий удар. Загальна характеристика спортивного травматизму. Профілактика спортивного травматизму. Перетренованість і перенапруга.

**Фізичний розвиток.** Поняття про фізичний розвиток. Конституціональні типи. Акселерація. Методи дослідження фізичного розвитку. Соматоскопія. Антропометрія. Особливості фізичного розвитку і статури у представників різних видів спорту. Дослідження комплексу морфо-функціональних показників, які дають можливість визначити фізичну працездатність і рівень вікового і біологічного розвитку індивідуума в момент обстеження.

**Функціональний стан організму спортсмена і діагностика тренованості.** Поняття тренованості. Функціональний стан ЦНС, методики дослідження й оцінки нервової системи у спортсменів. Паталогічні стани нервової системи, що виникають в результаті психічної і фізичної перевтоми. Особливості функціонального стану серцево-судинної системи, системи зовнішнього дихання, крові, ендокринної системи, органів виділення у спортсменів і осіб, які систематично займаються фізичною культурою, методи оцінки.

**Тестування в діагностиці фізичної працездатності і функціональної готовності спортсменів.** Класифікація функціональних проб. Основні функціональні проби, які використовуються в спортивній медицині (проба Летунова, проба Розенталя, ортостатична проба та ін.). Основні методи діагностики рівня фізичної працездатності (субмаксимальний тест PWC170, Гарвардський степ-тест, тест Купера). Загальна характеристика основних методів оцінки функціональної підготовленості спортсменів (багатофакторна експрес-діагностика - по Душаніну С.А.; комп’ютерна програма „ШВСМ”; приватні методи дослідження).

**Лікарський контроль у процесі тренувальних занять і змагань.** Лікарсько-педагогічний контроль в процесі тренувальних занять. Оперативні, поточні, етапні спостереження. Самоконтроль. Методи дослідження, які використовуються в процесі лікарсько-педагогічного контролю. Медичне забезпечення змагань. Антидопінговий контроль. Контроль на статеву приналежність.

**Медико-біологічні засоби відновлення спортивної працездатності.** Класифікація засобів відновлення. Принципи використання засобів відновлення. Спеціалізоване харчування. Білки, жири і вуглеводи в раціонах харчування. Вітаміни і мінеральні речовини. Фармакологічні засоби відновлення. Фізичні засоби відновлення функціонального стану організму спортсменів (фізіо-, гідро -, електро-, магнитотерапія, масаж та ін.).

**Особливості медичного контролю у масовій фізичній культурі.** Оздоровче значення масової фізичної культури. Поняття про гіпокінезію. Роль фізичної культури в збереженні й укріпленні здоров’я населення країни в сучасних умовах життя. Лікарський контроль за юними спортсменами. Лікарський контроль за дорослими, які займаються фізичною культурою.

ПЕРЕЛІК лабораторних І СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

###### **Лабораторна робота №1**

#### Тема: Методи дослідження рівня фізичного розвитку організму (2 години)

#### Короткі теоретичні відомості. Оцінку фізичного розвитку організму традиційно проводять із використанням методу антропометричних стандартів, кореляційного методу й методу індексів. Найбільше поширення одержав метод індексів. У більшості випадків для оцінки рівня фізичного розвитку використають весо-ростовий індекс Кетлє (ІК) і життєвий індекс (ЖІ). Останнім часом у ряді досліджень застосовується також індекс фізичного розвитку (ІФР), запропонований А.Д. Дубогай. Отримані значення індексів порівнюють із табличними даними й роблять висновок про рівень фізичного розвитку обстежуваного.

Розрахунок приведених вище індексів здійснюють за наступними формулами:

**ІК = МТ / ДТ**,

де ІК - індекс Кетлє, г/см; МТ - маса тіла, г; ДТ - довжина тіла, см.

**ЖІ = ЖЕЛ / МТ**,

де ЖІ - життєвий індекс, мл/кг; ЖЕЛ - життєва ємність легенів, мл; МТ - маса тіла, кг.

**ІФР = ДТ - (МТ+ОГК)**,

де ІФР - індекс фізичного розвитку, абсолютні одиниці, а.о.; ДТ - довжина тіла, см; МТ - маса тіла, кг; ОГК - окружність грудної клітки, см.

**Для роботи** необхідні: медичні ваги, ростомір, гнучкий сантиметр

.

**Хід роботи:**

1. У обстежуваного вимірюють окружність грудної клітки в см, визначають масу тіла в кг і довжину тіла в см. Одержані дані використовують для розрахунку індексу Кетлє (ІК), життєвого індексу (ЖІ) і індексу фізичного розвитку (ІФР).
2. Значення розрахованих індексів порівнюють з даними, які наведені у таблицах 1-3 (див. „Додаток”) і оцінюють рівень фізичного розвитку обстежуваного за кожним з індексів.
3. На основі одержаних даних роблять загальний висновок щодо рівня фізичного розвитку обстежуваного.

**Питання для самоконтролю:**

1. Поняття про фізичний розвиток організму. Основні критерії фізичного розвитку.
2. Типи конституції організму. Основні фактори, які впливають на тип конституції. Акселерація.
3. Основні методи оцінки рівня фізичного розвитку організму.
4. Особливості фізичного розвитку та статури у представників різних видів спорту.

#### Лабораторна робота №2

**Тема: Функціональна проба Летунова (2 години)**

##### Короткі теоретичні відомості. Комбінована проба Летунова представляє особливий інтерес для фахівців у галузі спортивної фізіології, тому що дозволяє оцінити реакцію серцево-судинної системи організму на три різних за інтенсивністю і тривалістю фізичні навантаження: 1) 20 присідань за 30 секунд (розглядається як **розминка** перед наступними видами м'язової діяльності); 2) 15-секундний біг на місці в максимальному темпі (стегно піднімається до горизонтального положення) (**навантаження на швидкість**); 3) 3-хвилинний біг на місці в темпі 180 кроків за хвилину (стегно піднімається приблизно на 75 градусів) (**навантаження на витривалість**).

**Для роботи** необхідні: секундомір або годинник із секундною стрілкою, тонометр, фонендоскоп, метроном.

**Хід роботи:**

1. У обстежуваного в стані відносного спокою визначають ЧСС і артеріальний тиск, після чого він виконує 20 глибоких присідань за 30 секунд. У перші 10 секунд після навантаження визначають ЧСС, далі протягом 40 секунд виміряють артеріальний тиск, а починаючи з 50-ої секунди знову визначають ЧСС за 10-секундними відрізками. Реєстрація даних ведеться на протязі 3-х хвилин відпочинку між першим та другим навантаженням.
2. Друга частина проби полягає у виконанні обстежуваним 15-секундного бігу на місці в максимальному темпі. Відразу після цього виду навантаження виміряють ЧСС і артеріальний тиск протягом 4-х хвилин відпочинку за такою схемою: на початку і наприкінці кожної хвилини протягом 10 секунд визначають ЧСС, а в проміжку між цими операціями – артеріальний тиск).
3. По закінченні 4-ої хвилини відновлення після 15-секундного бігу на місці виконується 3-я частина проби Летунова – біг на місці протягом 3-х хвилин (темп – 180 кроків на хвилину). Після бігу протягом 5-ти хвилин реєструють ЧСС і артеріальний тиск у такий же спосіб, як у пункті 2.
4. Всі отримані дані заносяться в спеціальну таблицю, аналізуються (оцінюється характер змін ЧСС і артеріального тиску після кожного виду навантаження, час їхнього відновлення) і робиться висновок про тип реакції серцево-судинної системи на: 1) розминку; 2) швидкісну роботу; 3) роботу на витривалість.

Таблиця 1

Розміри ЧСС і артеріального тиску на різних етапах комбінованої проби Летунова.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ЧСС у стані спокою = | | | | АТ у стані спокою = | | | | | | | | |
| Час після навантажень | 20 присідань | | | 15-секундний біг | | | | 3-хвилинний біг | | | | |
| ЧСС після навантажень | | | | | | | | | | | |
| *1* | *2* | *3* | 1 | 2 | 3 | 4 | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| 10 | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ |
| 20 |  | ♦ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 30 |  | ♦ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 40 |  | ♦ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 50 |  | ♦ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 60 | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ | ♦ |
| АТ після навантаж. | • |  | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Час відновлення | tчсс =  tат = | | | tчсс =  tат = | | | | tчсс =  tат = | | | | |

Примітка: • - виміряється артеріальний тиск; ♦ - виміряється ЧСС.

**ВИСНОВОК:** робиться висновок про тип реакції серцево-судинної системи обстежуваного на різні види фізичних навантажень.

.

**Питання для самоконтролю:**

1. Поняття про дозоване фізичне навантаження і функціональні проби. Основні вимоги до проведення навантажувальних проб.
2. Одно -, дво - і тримиттєві функціональні проби серцево-судинної системи і їх коротка характеристика.
3. Основні типи реакцій серцево-судинної системи організму на дозоване фізичне навантаження.
4. Значення функціональних проб із дозованим фізичним навантаженням у практиці медико-біологічного контролю за функціональним станом організму спортсменів.

**Лабораторна робота №3**

**Тема: Вивчення особливостей стану регуляторних систем організму за допомогою ортостатичної та клино-ортостатичної функціональних проб (2 години)**

Короткі теоретичні відомості. Ортостатична і кліно-ортостатична проби застосовують для дослідження функціонального стану системи вегетативної регуляції апарату кровообігу. Проведення обох проб супроводжується зміною положення тіла реципієнта і порівняльним аналізом величин ЧСС і АТ, зареєстрованих до і після проведення проби. При нормальній збудливості вегетативної нервової системи в ортостатичній пробі спостерігається підвищення ЧСС на 18-27% від початкової величини. Більш високі значення свідчать про підвищену (несприятливу) збудливість, яка спостерігається при гіпертиреозі, у реконвалесцентів, у спортсменів відразу після тренування, а також при перенапруженні і перетренованості.

Для здорових і добре тренованих осіб приріст ЧСС зазвичай, не перевищує 10% від початкової величини цього показника. Артеріальний тиск при проведенні ортостатичної проби в нормі зазнає незначних змін (АТс в межах ±10 мм рт.ст., а АТд - ±5 мм рт.ст.).

При проведенні кліно-ортостатичної проби в нормі спостерігається зменшення ЧСС не більш ніж на 6 ударів в хвилину.

**Для роботи** необхідні: секундомір або годинник із секундною стрілкою, тонометр, фонендоскоп.

**Хід роботи:**

1. На першому етапі роботи проводиться ортостатична проба.
2. В стані відносного спокою у обстежуваного в горизонтальному положенні реєструється ЧСС1 та АТс1 і АТд1.
3. Обстежуваний з горизонтального положення переходить у вертикальне, після чого реєструють величини ЧСС2, АТс2 і АТд2. Розраховують величину відносного приросту вказаних параметрів за наступними формулами:

відн. приріст ЧСС (%) = 100 • (ЧСС2-ЧСС1) / ЧСС1

відн. приріст АТс (%) = 100 • (АТс2 - АТс1) / АТс1

відн. приріст АТд (%) = 100 • (АТд2-АТд1) / АТд1,

де ЧСС1 і ЧСС2 – частота серцевих скорочень до і після проведення ортостатичної проби, уд/хв.; АТс1 і АТс2 – систолічний артеріальний тиск до та після проведення ортостатичної проби, мм рт. ст.; АТд1 і АТд2 – діастолічний артеріальний тиск до і після проведення ортостатичної проби, мм рт. ст.

1. На основі отриманих даних оцінюється ступінь збудливості і тонусу симпатичного відділу вегетативної нервової системи.
2. На другому етапі роботи проводиться кліно-ортостатична проба, в процесі якої обстежуваний переходить із вертикального в горизонтальне положення, внаслідок чого підвищується тонус парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи. Реєструють величини частоти серцевих скорочень до (ЧСС1) і після (ЧСС2) проведення проби.
3. На основі отриманих даних оцінюється ступінь збудливості і тонусу парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи.

**ВИСНОВОК:** робиться висновок про ступінь збудливості симпатичного та парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи організму обстежуваних.

.

**Питання для самоконтролю:**

1. Поняття про ортостатичну та кліно-ортостатичну проби.
2. Основні критерії оцінки результатів вказаних функціональних проб.
3. Особливості динаміки ЧСС та АТ при проведенні ортостатичної та кліно-ортостатичної проб.
4. Значення ортостатичної та кліно-ортостатичної проб у практиці медико-біологічного контролю за функціональним станом організму спортсменів.

**СЕМІНАР №1**

**Тема: Основи загальної та спортивної патології (2 години)**

1. Загальна характеристика патології. Поняття про здоров’я та хворобу. Періоди розвитку хвороби. Патологічна реакція, патологічний стан та патологічний процес.
2. Загальна характеристика етіології. Поняття про етіологічні фактори. Зовнішні етіологічні фактори (фізичні, хімічні, біологічні, соціальні, аліментарні, стан нервової системи, вплив фізичних навантажень та ін.). Внутрішні етіологічні фактори (конституція, спадковість, реактивність, імунітет, алергія).
3. Патогенез. Патогенні фактори. Шляхи дії патогенних факторів. Пристосувальні, компенсаторні та регенераційні процеси.
4. Загальні види розладів кровообігу (гіперемія, стаз, ішемія, інфаркт, тромбоз, емболія, кровотеча, крововилив).
5. Загальна характеристика порушень тканинного харчування й обміну речовин. Дистрофія, Ії види. Атрофія. Гіпертрофія. Некроз.
6. Запалення, основні етапи запалення (альтерація, ексудація, проліферація). Ознаки запалення. Гостре та хронічне запалення.
7. Поняття про терморегуляцію Порушення терморегуляції (переохолодження, перегрівання, лихоманка).
8. Загальна характеристика основних пошкоджень та захворювань серед спортсменів.

**Лабораторна робота №4**

**Тема: Оцінка ступеня функціональної напруги регуляторних механізмів серцево-судинної системи організму (4 години)**

Короткі теоретичні відомості. Серед методів, що дозволяють оперативно оцінити початкові ознаки перевтоми і перенапруги організму, одне з головних місць займає метод варіаційної пульсометрії або математичний аналіз серцевого ритму.

Цей метод дозволяє оцінити ступінь напруги регуляторних механізмів серцево-судинної системи, тому багато дослідників справедливо розглядають його як основний індикатор відповідної реакції на комплекс зовнішніх впливів, а також головну фізіологічну систему, що забезпечує пристосування організму до фізичних навантажень різного характеру.

Систему керування серцевим ритмом можна представити у виді двох контурів регуляції - центрального і автономного. Звичайний (нормальний, середній) рівень функціонування фізіологічних систем забезпечується автономним контуром регуляції при мінімальній активації центральних механізмів керування. При підвищенні рівня функціонування організму (наприклад, при адаптації до несприятливих умов середовища) потрібно більш активне втручання центральних механізмів у діяльність автономних. При цьому, незважаючи на збереження гомеостазу, адаптивне урівноваження організму із середовищем відбувається за рахунок росту напруги процесів регуляції.

Таким чином, чим більша напруга регуляторних механізмів, тим вища ціна адаптації організму.

З метою одержання інформації, необхідної для математичного аналізу серцевого ритму (тобто для оцінки напруги регуляторних механізмів), проводиться безперервний запис ЕКГ у випробовуваних у 2 стандартному відведенні протягом 2-3 хвилин. Після виміру розміру інтервалів R-R (у мм) (не менше 100 інтервалів) складається динамічний ряд, який піддається статистичній обробці, у результаті чого розраховуються:

* **МОДА (Мо, сек.),** величина інтервалу R-R, що зустрічається найчастіше і відбиває вплив центрального контуру регуляції на автономний через гуморальні канали;
* **АМПЛІТУДА МОДИ (АМо, %)** – відношення числа інтервалів R-R, що відповідають значенням Мо, до загального числа інтервалів. АМо виражена у відсотках і відображає вплив центрального контуру регуляції на автономний по нервових каналах;
* **ВАРІАЦІЙНИЙ РОЗМАХ (ΔХ, сек.)** – різниця між максимальним і мінімальним значеннями інтервалів R-R, що характеризує діяльність автономної регуляції ритму серця;
* **АМо/ΔХ або індекс вегетативної рівноваги (ІВР, а.о.)** – співвідношення між симпатичною і парасимпатичною регуляцією серцевого ритму.

На основі одержаних даних розраховується **індекс напруги серцево-судинної системи (ІНссс, а.о.),** який характеризує ступінь функціональної напруги регуляторних механізмів системи кровообігу.



Відповідно до отриманих кількісних значень ІНссс виділяють такі функціональні стани системи регуляції серцевого ритму:

1. **Норма.** Величина ІНссс реєструється в межах від 50 до 200 а.о.
2. **Дизрегуляція з переважанням активності симпатичного відділу вегетативної нервової системи.** ІНссс >= 200 а.о. Визначається серед людей зі зниженими резервними можливостями організму (після важких захворювань, перенапруги), а також із зниженою здатністю до мобілізації функціонального резерву.
3. **Дизрегуляція з переважанням активності парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи.** ІНссс <= 50 а.о. Визначається у осіб з помірною і вираженою брадикардією, у випадках перенапруги, надмірного порушення підкоркових центрів, порушеннях метаболічних процесів унаслідок патологічних змін в організмі.

**Для роботи** необхідні: електрокардіограф, метроном, калькулятор.

Хід роботи:

1. У стані спокою у випробовуваного в положенні лежачи реєструється ЕКГ у другому стандартному відведенні (записується не менше 100 кардіоінтервалів). Перед початком запису обов'язково перевіряється заземлення електрокардіографа. Швидкість запису повинна складати 50 мм/с, при цьому 1мм = 0,02 с (в окремих випадках допускається використання швидкості 25 мм/сек., 1мм = 0,04 с).
2. Після запису ЕКГ у стані відносного спокою обстежуваний виконує динамічне навантаження у виді 3-хвилинного бігу на місці з високим підніманням стегна (темп – 180 кроків у хвилину). Відразу після закінчення роботи у випробуваного знову записується ЕКГ відповідно до вказівок, поданих в пункті 1.
3. Через 10-15 хвилин після виконання динамічного навантаження (конкретний час визначається за відновленням ЧСС до значень, зареєстрованих у стані відносного спокою) обстежуваний виконує статичне навантаження у виді «утримання кута» на гімнастичній стінці протягом 15 секунд. Відразу після закінчення навантаження у обстежуваного знову реєструється ЕКГ відповідно до вказівок, поданих у пункті 1.
4. Отримані в стані спокою, після виконання динамічного і статичного навантажень електрокардіограми аналізуються в такий спосіб:

* виміряється тривалість кожного з 100 записаних на ЕКГ інтервалів R-R спочатку в мм. Різниця між кардіоінтервалами не повинна перевищувати 0,5 мм (наприклад: 10мм; 10,5 мм; 11мм і т.д.).
* підраховується частота повторень кожного з визначених інтервалів R-R. Наприклад, інтервал у 10мм зустрічався 5 разів, 10,5 мм – 9 разів, 11мм – 12 разів і т.д.
* на підставі одержаних даних визначається найчастіший кардіоінтервал **(Мо, мода, с)** (наприклад: 11мм, що зустрівся в отриманому нами масиві найбільше число разів – 12). Для перекладу розміру кардіоінтервала з мм у секунди отримане в мм значення ділиться на швидкість бумагопротяжки електрокардіографа або збільшується на 0,02 (при швидкості 50 мм/с) і на 0,04 (при швидкості 25 мм/с). Наприклад: 11мм • 0,02 = 0,22 с (при швидкості електрокардіографа 50 мм/с).
* **АМо (амплітуда моди, %)** розраховується шляхом розподілу числа разів повторень **Мо** на загальну кількість записаних кардіоінтервалів. Наприклад, інтервал в 11мм ми визначили як **Мо** і він зустрічався в загальному масиві 12 разів. Тоді для розрахунку **АМо** необхідно 12 розділити на 100 і помножити на 100%.
* **ΔХ (варіаційний розмах, с)** розраховується як різниця між максимальним і мінімальним значеннями кардіоінтервалів, отриманими при аналізі 100 інтервалів ЕКГ. Припустимо, максимальний кардіоінтервал складає 15мм, мінімальний – 9мм. Тоді **ΔХ** складе 6 мм або 6мм • 0,02 = 0,12с.
* Розмір **ІНссс (індексу напруги серцево-судинної системи, а.о.)** визначається за формулою:



Таблиця 2

Показники варіаційної пульсометрії у випробуваного в стані відносного спокою, після динамічного і статичного фізичних навантажень.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Показники | Відносний спокій | Після динамічної роботи | Після статичної роботи |
|  | Мо (с) |  |  |  |
|  | АМо (%) |  |  |  |
|  | ΔХ (с) |  |  |  |
|  | ІНссс (а.о.) |  |  |  |

1. Усі отримані в ході роботи дані заносяться в спеціальну таблицю і робиться висновок про рівень функціональної напруги серцево-судинної системи обстежуваних у стані відносного спокою і після фізичних навантажень різного характеру.

**ВИСНОВОК:** за отриманими даними робиться висновок про рівень функціональної напруги серцево-судинної системи випробуваного, а також про ступінь адекватності використаних для нього в роботі видів фізичних навантажень.

**Питання для самоконтролю:**

1. Поняття про функціональну напругу фізіологічних систем організму. Причини виникнення функціональної напруги.
2. Загальна характеристика методу варіаційної пульсометрії та його значення при проведенні обстежень спортсменів. Поняття про центральний і автономний контури регуляції серцевого ритму.
3. Основні особливості проведення обстеження за допомогою методу варіаційної пульсометрії.

## Лабораторна робота №5

Тема: Використання розрахункових показників щодо оцінки функціонального стану системи зовнішнього дихання спортсменів (2 години)

## Короткі теоретичні відомості. В діагностиці поточного функціонального стану системи зовнішнього дихання велике значення має ряд розрахункових методів визначення інтегральних параметрів означеної системи.

## Одним із перших розрахункових показників є відхилення фактичної величини ЖЄЛ від належної ЖЄЛ (відх. ЖЄЛ, %).

## Відх. ЖЄЛ = ((фЖЄЛ – нЖЄЛ) / нЖЄЛ) • 100

## де відх. ЖЄЛ – відхилення фактичної величини ЖЄЛ від належної, %; нЖЄЛ – величина належної ЖЄЛ, л; фЖЄЛ – фактична величина ЖЄЛ, л.

## Для визначення величини відх. ЖЄЛ необхідно також розраховувати належні величини життєвої ємності легенів за допомогою наступних формул.

## *Діти шкільного віку:* Хлопчики: нЖЄЛ = 40 • ДТ +30 • МТ – 5100;

## Дівчатка: нЖЄЛ = 40 • ДТ +10 • МТ – 4400

## *Дорослі нетреновані люди:*

## Чоловіки: нЖЄЛ = (27,63 – 0,122 • В) • ДТ – 500

## Жінки: нЖЄЛ = (21,78 – 0,101 • В) • ДТ - 300

## *Дорослі треновані люди:*

## Чоловіки: нЖЄЛ = (27,63 – 0,122 • В) • ДТ

## Жінки: нЖЄЛ = (21,78 – 0,101 • В) • ДТ

## В усіх випадках нЖЄЛ – величина належної ЖЄЛ, мл; ДТ – довжина тіла, см; МТ – маса тіла, кг; В – вік, роки.

## В нормі відхилення ЖЄЛ у здорових нетренованих осіб складає +10–15 %. У спортсменів відхилення ЖЄЛ практично завжди більше 0.

## Вентиляційний індекс (ВІ).В загальному виді формула для визначення значень вентиляційного індексу за Ґаріссоном має такий вигляд:

## ВІ = (ХОД / ЖЄЛ) • 100,

## де ВІ – вентиляційний індекс Ґаріссона, %; ХОД – хвилинний об’єм дихання, л/хв; ЖЄЛ – фактична життєва ємність легенів, л.

## В нормі вентиляційний коефіцієнт Ґаріссона складає 1,2–2,6%. Для спортсменів характерним є деяке зниження цього параметру (в основному, за рахунок підвищення значень життєвої ємності легенів).

## Індекс гіпоксії (ІГ).Цей розрахунковий показник характеризує ступінь стійкості організму до дефіциту кисню. Традиційно величину індексу гіпоксії розраховують за такою формулою:

## ІГ = Твид. / ЧСС,

## де ІГ – індекс гіпоксії, а.о.; Твид. – час затримки дихання на видиху, с.; ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв.

## В нормі у здорових нетренованих чоловіків значення ІГ складає 0,409–0,586 а.о., у жінок - 0,369–0,546 а.о. У осіб, які систематично займаються фізичною культурою і спортом, реєструються більш високі величини індексу гіпоксії: серед чоловіків - 0,609–0,786 а.о., серед жінок - 0,509–0,686 а.о.

## Індекс Скібінського (ІС).На думку більшості фахівців, індекс Скібінського характеризує не тільки потенційні можливості системи зовнішнього дихання, її стійкість до гіпоксії, але і, певною мірою, рівень узгодженості функціонування з системою кровообігу.

## Формула для розрахунку індексу Скібінського має такий вигляд:

## ІС = ЖЄЛ • Твид / ЧСС,

## де ІС – індекс Скібінського, у.о.; ЖЄЛ – фактична величина життєвої ємності легенів, мл; Твид – час затримки дихання на видиху, с.; ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв.

## В нормі у здорових нетренованих чоловіків значення ІС складає 2500–3900 а.о., у жінок - 1500–2900 а.о. У осіб, які систематично займаються фізичною культурою і спортом, спостерігаються більш високі величини індексу Скібінського: серед чоловіків - 3500–4900 а.о., серед жінок - 3000–4400 а.о.

**Для роботи** необхідні: секундомір або годинник із секундною стрілкою, спірометр.

**Хід роботи:**

1. У обстежуваного визначають величини ЧСС (уд/хв.), ЖЄЛ (мл), частоту (ЧД, n/хв.) то об’їм дихання (ОД, мл).
2. За допомогою наведених вище формул розраховують: відхилення фактичної величини ЖЄЛ від належної ЖЄЛ (відх. ЖЄЛ, %); вентиляційний індекс (ІВ), індекс гіпоксії (ІГ) та індекс Скібінського (ІС).
3. На основі отриманих даних роблять висновок щодо рівня функціонального стану системи зовнішнього дихання обстежуваного.

**Питання для самоконтролю:**

1. Основні розрахункові показники системи зовнішнього дихання.
2. Поняття про належну величину життєвої ємності легень.
3. Значення розрахункових показників щодо оцінки функціонального стану системи зовнішнього дихання.
4. Особливості застосування розрахункових показників на різних етапах лікувально-педагогічного контролю.
5. Основні методи, які використовуються щодо оцінки функціонального стану системи зовнішнього дихання.

## Лабораторна робота №6

Тема: Оцінка рівня фізичної працездатності організму (Гарвардський степ-тест, субмаксимальна проба за тестом PWC170) (4 години)

Короткі теоретичні відомості. Як уже було зазначено, субмаксимальні тести PWC170 є найбільш використовуваними в практиці медико-біологічного і лікарсько-педагогічного контролю за функціональним станом і рівнем підготовленості спортсменів. У процесі виконання таких тестів обстежуваний виконує два 5-ти хвилинні навантаження різної потужності з 3-хвилинним інтервалом відпочинку між ними. В останні 30 секунд кожного з навантажень у випробовуваного реєструється ЧСС. У ГЦОЛІФКє була розроблена спеціальна таблиця (табл.3), відповідно до якої потужність першого навантаження (N1) задається залежно від маси тіла випробовуваного, а повторного (N2) – від рівня тренованості обстежуваного, складає звичайно N1 + 50, 100 або 150% від потужності першого або початкового навантаження.

Таблиця 3

Залежність величини потужності початкового навантаження (N1) від маси тіла обстежуваного

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Маса тіла (кг) | N1 (кгм/хв) | N1 (Вт) |
|  | 59 і менше | 300 | 50 |
|  | 60 – 64 | 400 | 67 |
|  | 65 – 69 | 500 | 83 |
|  | 70 – 74 | 600 | 100 |
|  | 75 – 79 | 700 | 117 |
|  | 80 і більше | 800 | 133 |

Примітка: 1 Вт ≈ 6,12 кгм/хв (більш докладні відомості про перерахування навантаження подаються в додатку №4).

Формули розрахунку аPWC170 і вPWC170 наступні:



де аPWC170 – абсолютний розмір PWC170 (кгм/хв); N1 – потужність першого навантаження (кгм/хв); N2 – потужність другого навантаження (кгм/хв); ЧСС1 – частота серцевих скорочень (уд/хв) наприкінці першого навантаження; ЧСС2 - частота серцевих скорочень (уд/хв) наприкінці другого навантаження.



де вPWC170 – відносний розмір PWC170 (кгм/хв./кг); аPWC170 – абсолютний розмір PWC170 (кгм/хв); М – маса тіла (кг).

**Для роботи** необхідні: секундомір або годинник із секундною стрілкою, велоергометр або спеціальна сходинка.

**Хід роботи:**

1. На першому етапі цієї практичної роботи обстежуваний на велоергометрі або сходинці виконує послідовно два навантаження різної потужності (N1 і N2) по 5 хвилин кожне з 3-хвилинним інтервалом відпочинку між ними (частота педалювання при роботі на велоергометрі 60-75 оборотів на хвилину). Розмір N1(кгм/хв або вт) визначається за таблицею 3. В останні 30 секунд кожного навантаження у обстежуваного реєструється ЧСС. Значення аPWC170 і вPWC170 розраховують відповідно за формулами, наведеними вище.
2. Обстежуваний відпочиває протягом 15-20 хвилин до повного відновлення ЧСС (до початкової величини ЧСС, зареєстрованої у стані відносного спокою).
3. На другому етапі практичної роботи визначають фізичну працездатність за допомогою Гарвардського степ-тесту.

Випробовуваному пропонується протягом 5 хвилин виконувати підйом на сходинку в ритмі 30 кроків на хвилину. Темп сходження задається метрономом, що встановлюється на 120 уд/хв. Після виконання роботи в обстежуваного 3 рази (протягом перших 30 секунд 2-й, 3-й і 4-й хв.) реєструється розмір ЧСС (кількість ударів за 30 секунд). У випадку, якщо обстежуваний в процесі сходжень через втому починає відставати від заданого метрономом темпу, то через 15-20 секунд після перших ознак «аритмії» тест припиняють і фіксують фактичний час роботи в секундах. Тест необхідно припинити при появі зовнішніх ознак надмірного стомлення: блідості обличчя, спіткань тощо.

**Індекс Гарвардського степ-тесту** розраховують за формулою:



де t – фактичний час сходження обстежуваного у секундах; f1, f2 і f3 – частота серцевих скорочень за 30с відповідно на 2-ій, 3-ій і 4-ій хвилині відновлення.

Необхідно відзначити, що при масових обстеженнях дуже часто використовується скорочена формула Гарвардського степ-тесту, відповідно до якої розмір ЧСС реєструється тільки один раз (у перші 30 секунд 2-ої хвилини відбудовного періоду. У цьому випадку:



Отримані в результаті розрахунку кількісні значення ІГСТ використовують для якісної оцінки фізичної працездатності випробовуваного згідно з даних, поданими в таблиці 4.

Таблиця 4

Оцінка фізичної працездатності за індексом Гарвардського степ-тесту

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Значення ІГСТ | Оцінка |
|  | < 55 | Низька (слабка) |
|  | 55 – 64 | Нижче середньої |
|  | 65 – 79 | Середня |
|  | 80 – 89 | Вище середньої (добра) |
|  | > 90 | Висока (відмінна) |

**Висновок:** За результатами отриманих даних робиться висновок про індивідуальну фізичну працездатність обстежуваного визначену за допомогою субмаксимального тесту PWC170 та Гарвардського степ-тесту (ІГСТ).

**Питання для самоконтролю:**

1. Поняття про загальну і спеціальну фізичну працездатність.
2. Загальна характеристика основних методів визначення фізичної працездатності організму.
3. Методика проведення субмаксимальної функціональної проби РWC170.
4. Способи дозування потужності фізичних навантажень при використанні спеціальної сходинки.
5. Значення функціональної субмаксимальної проби PWC170 в системі медико-біологічного контролю загального функціонального стану організму спортсменів.
6. Розміри аPWC170 і вPWC170 у здорових нетренованих людей і спортсменів різної спеціалізації та кваліфікації.
7. Загальна характеристика Гарвардського степ-тесту і основні способи розрахунку ІГСТ.
8. Значення Гарвардського степ-тесту в системі медико-біологічного контролю за функціональним станом спортсменів і масових донозологічних обстеженнях різних контингентів населення.

**Лабораторна робота №7**

**Тема: Вивчення особливостей системи енергозабезпечення організму за допомогою методу багатофакторної експрес-діагностики (за С.А. Душаніним) (4 години)**

Короткі теоретичні відомості. Загальновідомо, що визначення параметрів, які відображають анаеробну продуктивність організму (критична потужність, максимальний кисневий борг, максимальна концентрація молочної кислоти в артеріальній крові і т.д.) вимагають застосування виснажливих, «до відмови» фізичних навантажень і послідовних заборів крові. Цілком природно, що при оперативному й поточному медико-біологічному контролі навчально-тренувального процесу й змагальної діяльності спортсменів, які супроводжуються значними фізичними навантаженнями, цей методичний підхід до оцінки стану систем енергозабезпечення м'язової діяльності є менш придатним. У зв'язку з цим фахівцями в галузі спортивної фізіології і медицини були початі спроби непрямого визначення основних показників енергетики організму спортсменів, що не вимагають виконання фізичних навантажень максимального об'єму та інтенсивності.

Метод багатофакторної експрес-діагностики С.А.Душаніна є результатом практичної реалізації цього напрямку і являє собою один із нетрадиційних, модифікованих електрокардіографічних методів, що дозволяють на основі реєстрації диференціальної ЕКГ одержати оперативну інформацію одночасно про аеробну й анаеробну (лактатну й алактатну) продуктивність, а також інші, не менш важливі, параметри системи енергозабезпечення. Встановлений автором запропонованого методу тісний взаємозв‘язок швидкості деполяризації міокарда лівого та правого шлуночків, обумовлений розмірами відсоткового відношення амплітуд зубців R до суми амплітуд R і S у правих і лівих грудних відведеннях ЕКГ спокою, із метаболічними показниками відповідно анаеробної й аеробної продуктивності дозволила без навантажувальних тестів, газометрії видихуваного повітря та заборів крові досить точно оцінювати найважливіші параметри аеробного й анаеробного енергетичного метаболізму (МСК, ПАНО, ЧССПАНО, алактатна й лактатна потужність і т.п.).

Практична реалізація цього методу полягає у записі диференціальної ЕКГ в грудних відведеннях V3R, V2 і V6. У кожному з відведень визначається амплітуда зубців R і S (в середньому не менше 5 шлуночкових комплексів, мм), і розраховується відношення R • 100 / R + S (%).

За результатами попередньої обробки отриманих даних робиться висновок про стан таких параметрів:

* **Анаеробно-креатинфосфатна потужність і ємність.** Можливість до максимальної витрати креатинфосфату в кісткових м'язах, тобто оцінка потужності та ємності цього джерела енергопродукції в умовах короткочасної роботи до знемоги робиться за ΔЕКГ спокою за допомогою відношення R • 100 / R + S у відведенні V3R. В нормі у дорослої здорової людини показник V3R складає до 30%, у спортсменів, залежно від кваліфікації та рівня підготовленості, від 30-35% і вище.
* **Анаеробно-гліколітична потужність і ємність**. Характеризує потенційні можливості організму до накопичення молочної кислоти в крові залежно від характеру попередньої роботи. Оцінюється за розміром відношення R • 100 / R + S у відведенні V2 диференціальної ЕКГ. Норма – до 30%. У спортсменів - від 30-35% і вище.
* **Аеробна потужність** визначається за розміром МСК, що розраховується за співвідношенням R • 100 / R + S у відведенні V6. Норма – до 60%. Для спортсменів – 60-75% і більш.
* **Аеробна економічність** оцінюється за параметрами метаболічної потужності фізичного навантаження на порозі анаеробного обміну (WПАНО) і частоти серцевих скорочень на ПАНО (ЧССПАНО). Wпано розраховують на підставі співвідношень R • 100 / R + S, отриманих у відведеннях V6 і V2 за формулою:



де V2 – співвідношення R • 100 / R + S у відведенні V2; V6 – співвідношення R • 100 / R + S у відведенні V6.

**ЧССПАНО = WПАНО + V6 +V2**

У нормі WПАНО і ЧССПАНО складають відповідно до 60% від МСК і до 150 уд/хв. У спортсменів розмір цих показників відповідно 60-70% від МСК і вище і 150-160 уд/хв і вище.

* **Загальна метаболічна ємність** характеризує припустимий об‘єм сукупності аеробних і анаеробних (гліколітичних і креатинфосфатних) метаболічних змін при м'язовій роботі з інтенсивністю на рівні МСК. Оцінюється за диференціальною ЕКГ спокою за допомогою суми процентних відношень R • 100 / R + S у відведеннях V3R, V2, V6 і WПАНО. Норма – до 180%. У спортсменів – від 180-200% і вище.
* **Відновлення** визначається за динамікою відсоткових співвідношень R • 100 / R + S у відведеннях V3R, V2 і V6 у періоді (3 хв., 30 хв., 2, 4, 12, 24 і 48 годин) після роботи. Збільшення співвідношень R • 100 / R + S у відповідних відведеннях у відновному періоді більше, ніж на 10% означає настання фази суперкомпенсації, а зниження на 10% свідчить про розвиток фази зниженої працездатності.
* **Реалізація** потенційних можливостей метаболічних систем (аеробної й анаеробної) оцінюють по процентному відхиленню поточних співвідношень R • 100 / R + S у кожному з трьох відведень (V3R, V2, V6) і похідних показників від модельних характеристик спортсменів високого класу.

Цілком природно, що метод багатофакторної експрес-діагностики застосовується, в основному, при медико-біологічному контролі тренувальних занять спортсменів різної спеціалізації та кваліфікації. Водночас, надзвичайна інформативність цього методу, незначна кількість часу, що затрачається, роблять метод багатофакторної експрес-діагностики одним із перспективних у практиці масових донозологічних обстежень різних контингентів населення.

**Для роботи** необхідні: диференціальний електрокардіограф, калькулятор, медична кушетка.

Хід роботи:

1. У випробовуваного в стані відносного спокою за допомогою диференціального електрокардіографа записується диференціальна ЕКГ послідовно в грудних відведеннях V3R, V2, V6 (фіксується не менше 5 кардіоциклів). Схема накладення активного електрода на грудній клітині при записі зазначених однополюсних відведень ЕКГ по Вільсону така: у положенні V3R  електрод поміщають справа від грудини в 4 міжреберря по серединній лінії; електрод V2 розташовують у 4 міжреберря зліва від краю грудини; електрод V6 розміщують зліва в 5 міжреберря по середній лінії пахвової западини.
2. Аналіз ЕКГ у кожному з відведень (V3R, V2, V6) робиться в такий спосіб:

* визначається середня амплітуда зубців R і S (у мм) у кожному з трьох відведень V3R, V2 і V6 (для цього значення амплітуд окремо R і окремо S складаються й отримані суми діляться на кількість обмірюваних зубців – звичайно не менше 5);
* розраховуються співвідношення R • 100 / R + S (%) у кожному з відведень V3R, V2, V6, для чого отримані в них середні розміри зубців R і S підставляються в приведену вище формулу. Результати таких розрахунків утворюються значення наступних показників:
* **V3R (анаеробно-креатинфосфатна або алактатна потужність)** = R • 100 / R + S (%) (підставляються значення зубців R і S, обмірюваних у відведенні V3R);
* **V2 (анаеробно-гліколітична або лактатна потужність) =** R • 100 / R + S (%) (підставляються значення зубців R і S, обмірюваних у відведенні V2);
* **V6 (аеробна потужність) =** R • 100 / R + S (%) (підставляються значення зубців R і S, обмірюваних у відведенні V6);
* **WПАНО (аеробна економічність) = V6 / V6 +V2**, де V2 – співвідношення R • 100 / R + S у відведенні V2; V6 – співвідношення R • 100 / R + S у відведенні V6;
* **ЧССПАНО (частота серцевих скорочень на рівні ПАНО) = WПАНО + V6 +V2**, де V2 – співвідношення R • 100 / R + S у відведенні V2; V6 – співвідношення R • 100 / R + S у відведенні V6;
* **ЗМЄ (загальна метаболічна ємність) = V3R + V2 + V6 +WПАНО**, де V3R – співвідношення R • 100 / R + S у відведенні V3R ; V2 – співвідношення R • 100 / R + S у відведенні V2; V6 – співвідношення R • 100 / R + S у відведенні V6.

1. Отримані в попередньому підпункті значення заносяться в спеціальну таблицю (табл. 5) і порівнюються з параметрами величин норми.

Таблиця 5

Показники системи енергозабезпечення організму обстежуваного

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Показники | Значення |
| 1. | V3R (анаеробно-креатинфосфатна, алактатна потужність) |  |
| 2. | V2 (анаеробно-гліколітична, лактатна потужність) |  |
| 3. | V6 (аеробна потужність) |  |
| 4 | WПАНО (аеробна економічність) |  |
| 5. | ЧССПАНО |  |
| 6. | ЗМЄ (загальна метаболічна ємність) |  |

**Висновок:** на підставі аналізу даних, поданих у таблиці 5, робиться висновок про функціональний стан системи енергозабезпечення випробовуваного.

**Питання для самоконтролю:**

1. Поняття про анаеробну продуктивність організму. Алактатна і лактатна потужність.
2. Поняття про поріг анаеробного обміну (ПАНО).
3. Загальна характеристика основних методів оцінки анаеробної продуктивності організму, їхньої переваги і нестачі.
4. Методика оцінки функціонального стану систем енергозабезпечення м'язової діяльності по С.А.Душаніну.
5. Перспективи використання методу багатофакторної експрес-діагностики С.А.Душаніна в практиці медико-біологічного контролю за функціональним станом спортсменів.