

## Лекція 1.

### Методи вивчення функціонального стану серцево-судинної системи при м'язовій діяльності

#### План

1. Методи оцінки функціонування серцево-судинної системи.
2. Показники роботи серцево-судинної системи.
3. Показники активності м'язової системи

#### **1. Методи оцінки функціонування серцево-судинної системи**

Методи оцінки функціонування серцево-судинної системи — комплекс методів вивчення фізіологічного забезпечення психічних процесів по показниках діяльності ССС.

Зміни функціональної активності структур мозку вимагають адекватного метаболічного забезпечення й насамперед посиленого постачання киснем, що досягається інтенсифікацією кровопостачання. Це визначає використання різних показників діяльності серцево-судинної системи.

Ознаками, що відображають напружену роботу серця й посилення викиду крові, є зміна хвилинного обсягу крові (кількість крові, що проштовхується через серце за 1 хв.) і частота серцевих скорочень (ЧСС). ЧСС, що може бути зафіксована як простим спостереженням за пульсом, так і при реєстрації електрокардіограми, найбільше часто використовується як показник функціонального стану центральної нервової системи. Широко використовується введений Р.М. Баєвським розрахунковий показник — індекс напруги (ІН), що враховує як ЧСС, так і її стабільність. ІН прямо пропорційний ЧСС і обернено пропорційний варіації інтервалів між двома скороченнями серця. Його збільшення свідчить про напругу функціонування серцево-судинної системи.

Зміни в периферичних судинах вивчаються за допомогою плетизмографії. Плетизмографія заснована на реєстрації змін обсягу крові, що надходить до різних органів. Найпоширеніша пальцева плетизмографія. У плетизмограмі розрізняють два типи змін: тонічні, що відображають загальні

зміни обсягу крові, і фазисні, обумовлені зміною пульсового обсягу від одного скорочення серця до іншого. Обидва показники — чутливі індикатори вегетативних зрушень при психічній діяльності. Для вивчення локального мозкового кровотоку використовуються кліренсні методи, засновані на вимірі швидкості вимивання із тканини мозку введених в організм ізотопів ксенону або криптону (ізотопний кліренс) або атомів водню (водневий кліренс). Швидкість вимивання хімічних речовин, які вводяться, прямо пов'язана з інтенсивністю кровотока. Збільшення локального мозкового кровотока відображає ріст рівня метаболічної активності в певних ділянках мозку.

## **2. Показники роботи серцево-судинної системи**

Серцево-судинна система виконує вітальні функції, забезпечуючи сталість життєвого середовища організму. Серцевий м'яз і кровоносні судини діють узгоджено, щоб задовольняти постійно мінливі потреби різних органів і служити мережею для постачання й зв'язку, оскільки із кровотоком переносяться живильні речовини, гази, продукти розпаду, гормони.

Індикатори активності серцево-судинної системи включають:

ритм серця (РС) — частоту серцевих скорочень (ЧСС);

сила скорочень серця — чинність, з якої серце накачує кров;

хвилинний обсяг серця — кількість крові, що проштовхується серцем в одну хвилину;

артеріальний тиск (АТ);

регіональний кровоток — показники локального розподілу крові.

Для виміру мозкового кровотока одержали поширення методи томографії й реографії.

Серед показників серцево-судинної системи часто використовують також середню частоту пульсу і її дисперсію.

У дорослої людини в стані відносного спокою систолічний обсяг кожного желудочка становить 70-80 мл. Хвилинний обсяг серця — кількість крові, що серце викидає в легеневий стовбур і аорту за 1 хв. — виміряється

як добуток величини систоличного обсягу на частоту серцевих скорочень в 1 хв. У спокої хвилинний обсяг становить 3-5 л. При інтенсивній роботі хвилинний обсяг може істотно збільшуватися до 25-30 л., причому на перших етапах хвилинний обсяг серця росте за рахунок підвищення величини систоличного обсягу, а при більших навантаженнях в основному за рахунок збільшення серцевого ритму.

Артеріальний тиск — загальновідомий показник роботи серцево-судинної системи. Він характеризує чинність напору крові в артеріях. АТ змінюється протягом серцевого циклу, він досягає максимуму під час систоли (скорочення серця) і падає до мінімуму в діастолі, коли серце розслаблюється перед наступним скороченням. Нормальний артеріальний тиск здорової людини в спокої близько 130 / 70 мм рт.ст., де 130 — систолический тиск, а 70 — діастолічний АТ. Пульсовий тиск різниця між систолическим і діастолічним тиском, і в нормі становить близько 60 мм рт.ст.

Ритм серця — показник, часто використовуваний для діагностики функціонального стану людини, залежить від взаємодії симпатичних і парасимпатичних впливів з вегетативної нервової системи. При цьому зростання напруженості в роботі серця може виникати по двох причинах — у результаті посилення симпатичної активності й зниження парасимпатичної.

Електрокардіограма (ЕКГ) — запис електричних процесів, пов'язаних зі скороченням серцевого м'яза. Уперше була зроблена в 1903 р. Ейнтховеном. За допомогою клінічних і діагностичних установок ЕКГ можна реєструвати, використовуючи до 12 різних пар відведень; половина з них пов'язана із грудною кліткою, а інша половина — з кінцівками. Кожна пара електродів реєструє різницю потенціалів між двома сторонами серця, і різні пари дають трохи різну інформацію про положення серця в грудній клітці й про механізми його скорочення. При захворюваннях серця в одному або декількох відведеннях можуть виявлятися відхилення від нормальної форми ЕКГ, і це істотно допомагає при постановці діагнозу.

У психофізіології ЕКГ в основному використовується для виміру частоти скорочення шлуночків. Із цією метою застосовують прилад кардіотахометр. Ритм серця, зареєстрований за допомогою кардіотахометра, як правило, відповідає частоті пульсу, тобто числу хвиль тиску, що поширюються уздовж периферичних артерій за один хвилину. У деяких випадках ці величини, однак, не збігаються.

Дослідження нейрогуморальної регуляції ритму серця є одним з найпоширеніших підходів до оцінки стану адаптаційних можливостей організму людини. Для дослідження вегетативного тону широко використовуються записи ЕКГ або кардіоінтервалограмми (КІГ). Найпоширенішим є метод обробки кардіоінтервалів за допомогою гістографічного аналізу: обчислюється мода розподілу, її амплітуда й варіаційний розмах і на підставі цих параметрів обчислювався інтегральний показник — індекс напруги (ІН). Індекс напруги пропорційний середній частоті серцевих скорочень і обернено пропорційний діапазону, у якому варіює інтервал між двома ударами серця.

З початку 60-х рр. почали використовуватися різні спектральні методи аналізу RR-Інтервалів.

Плетизмографія — метод реєстрації судинних реакцій організму. Плетизмографія відображає зміни в обсязі кінцівки або органа, викликані змінами кількості крові, що перебуває в них. Кінцівку людини в ізолюючій рукавичці поміщають усередину посудини з рідиною, яка з'єднана з манометром і устроєм, що реєструє. Зміни тиску крові й лімфи в кінцівці знаходять висвітлення у формі кривої, що називається плетизмограммою. Широке поширення одержали пальцеві фотоплетизмографи, портативні устрої, які також можна використовувати для реєстрації серцевого ритму. У плетизмограммі можна виділити два типи змін: фазисні й тонічні.

Фазисні зміни обумовлені динамікою пульсового обсягу від одного скорочення серця до іншого.

Тонічні зміни кровотока — це зміни обсягу крові в кінцівці.

Обидва показники виявляють при дії психічних подразників зрушення, які свідчать про звуження судин.

Плетизмограма — високо чутливий індикатор вегетативних зрушень в організмі.

### **3. Показники активності м'язової системи**

М'язову систему образно визначають як біологічний ключ людини до зовнішнього світу.

Електроміографія — метод дослідження функціонального стану органів руху шляхом реєстрації біопотенціалів м'язів. Електроміографія — це реєстрація електричних процесів у м'язах, фактично запис потенціалів дії м'язових волокон, які змушують її скорочуватися. М'яз являє собою масу тканини, що складає з безлічі окремих м'язових волокон, з'єднаних разом і працюючих узгоджено. Кожне м'язове волокно — це тонка нитка, товщиною всього лише близько 0,1 мм до 300 мм довжиною. При стимуляції електричним потенціалом дії, що приходить до волокна від мотонейрона, це волокно скорочується іноді приблизно до половини первісної довжини. М'язи, що беруть участь у тонких рухових корекціях (фіксація об'єкта очима), можуть мати в кожній одиниці всього по 10 волокон. У м'язах, що здійснюють більш грубе регулювання при підтримці пози, в одній руховій одиниці може бути до 3000 м'язових волокон.

#### **Контрольні питання**

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

8. Основні показники, що характеризують рівень адаптивних можливостей серцево-судинної системи організму.
9. Особливості проведення обстеження з використанням методики визначення адаптивних можливостей серцево-судинної системи за Р.М.Баєвським.
10. Перспективи використання методики Р.М.Баєвського у практиці медико-біологічних обстежень спортсменів різної кваліфікації і спеціалізації.

## **ЛІТЕРАТУРА**

### **Основна**

1. Амосов Н.М., Мурахов И.В. и др. Сердце и физические упражнения. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Здоров'я, 1985. – 80 с.
2. Аулик И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте. – М.: Медицина, 1979. – 196 с.
3. Бабский Е.В. Физиология человека. – М.: Медицина, 1972. – 656 с.
4. Волков Л.В. Теория спортивного отбора: способности, одаренность, талант. – К.: Вежа, 1997. – 128 с.
5. Волков Н.А., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. – К.: Олимпийская литература, 2000. – 504 с.
6. Гандельсман А.Б. Практикум по общей физиологии и физиологии спорта. – М.: Физкультура и спорт, 1973. – 152 с.
7. Карпман В.Л. и др. Тестирование в спортивной медицине. – М.: Физическая культура и спорт, 1988. – 208 с.
8. Квасов Д.Г. Руководство к практическим занятиям по физиологии. – М.: Медицина, 1977. – 216 с.
9. Круцевич Т.Ю. Методы исследования индивидуального здоровья детей и подростков в процессе физического воспитания: Учебное пособие. – К.: Олимпийская литература, 1999. – 232 с.
10. Кучеров І.С. та ін. Фізіологія людини: Навч. посібник для студентів факту фізичного виховання. – К.: Вища школа, 1981. – 408 с.
11. Лечебная физкультура и врачебный контроль: Учебник для студ. мед. ин-тов / Авт. кол.: Епифанов В.А. и др.; Под ред. Епифанова В.А. и Апанасенко Г.Л. – М.: Медицина, 1990. – 367 с.
12. Нормальна фізіологія / Кол. авторів; За ред. В.І.Філімонова. – К.: Здоров'я, 1994. – 608 с.
13. Платонов В.Н., Булатова М.М. Фізична підготовка спортсменів. – К.: Олимпийская литература, 1997. – 320 с.
14. Серопегин И.М. и др. Физиология человека: Учебн. для техн. физической культуры. – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 287 с.
15. Уилмор Дж.Х., Костилл Д.Л. Физиология спорта и двигательной активности: Учебное издание / Пер. с англ. – К.: Олимпийская литература, 1997. – 504 с.
16. Физиология мышечной деятельности: Учеб. для ин-тов физической культуры / Под ред. Я.М. Коца. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 347 с.

17. Физиология человека: Учеб. для ин-тов физической культуры / Под ред. Н.В.Зимкина. – М.: Физкультура и спорт, 1975. – 496 с.
18. Физиология человека: Учебник для техн. физической культуры / Под ред. В.В.Васильевой. – М.: Физкультура и спорт, 1984. – 319 с.
19. Фомин Н.А. Физиология человека. – М: Просвещение, 1982. – 320 с.
20. Фомин Н.А., Вавилов Ю.Н. Физиологические основы двигательной активности. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 224 с.
21. Хедман Р. Спортивная физиология: Пер. со швед. / Предисл. Л.А.Иоффе. – М.: Физкультура и спорт, 1980. – 149 с.
22. Чоговадзе А.В., Круглый М.М. Врачебный контроль в физическом воспитании и спорте. – М.: Медицина, 1977. – 176 с.
23. Язловецький В.С. Лабораторні заняття з фізіологічних основ фізичного виховання. – Кіровоград, 1997. – 78 с.

#### Додаткова

1. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. – М.: Медицина, 1975. – 447с.
2. Баевский Р.М. Математический анализ сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 222 с.
3. Душанин С.А. Система многофакторной экспресс-диагностики функциональной подготовленности спортсменов при текущем и оперативном врачебно - педагогическом контроле, 1986. – 24 с.
4. Завацький В.І. Курс лекцій з фізіології: Навчальний посібник. – Рівне: Волинські обереги, 2001. – 160 с.
5. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации. – Новосибирск: Наука, 1980. – 192 с.
6. Калинин М.И., Рогозин В.А. Биохимия мышечной деятельности. – К.: Здоров'я, 1989. – 143 с.
7. Козлов В.И., Гладышева А.Л. Основы спортивной морфологии. – М.: ФиС, 1977. – 103 с.
8. Линець М.М., Андрієнко Г.М. Витривалість, здоров'я, працездатність. – Львів, 1993. – 132 с.
9. Мак-Дугалл Дж., Уэнгер Г.Э., Грин Г.Дж. Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса. – К.: Олимпийская литература, 1998. –С.210-229.
10. Маликов Н.В. Адаптация: проблемы, гипотезы, эксперименты. – Запорожье, 2001. – 371 с.
11. Маликов Н.В. Теоретические и прикладные аспекты адаптации: Методическое пособие. – Запорожье, 2001. – 56 с.
12. Меерсон Ф.З. Основные закономерности индивидуальной адаптации // Физиология адаптационных процессов. – М.: Наука, 1986. – С. 10 – 76.
13. Мищенко В.С. Функциональные возможности спортсменов. – К.: Здоров'я, 1990 – 200 с.
14. Платонов В.Н. Адаптация в спорте. – Киев: Здоровье, 1988. – С.77 - 91.

15. Платонов В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте. – К.: Олимпийская литература, 1997. – 584 с.
16. Романенко В.А. Двигательные способности человека. – Донецк: Новый мир. УКРЦентр, 1999. – 336 с.
17. Сейфула Р.Д., Анкудинова И.А. Допинговый монстр. – М., 1996. – 223 с.
18. Судаков К.В. Основы физиологии функциональных систем. – М.: Медицина, 1983. – 272 с.
19. Шварц В.Б., Хрущев С.В. Медико-биологические аспекты спортивной ориентации и отбора. – М.: ФиС, 1984. – 151 с.
20. Astrand P.O. Quantification of exercise capability and evaluation of physical capacity in man // Progress in cardiovascular diseases. – 1976. – V.19. – No. 1 – P. 51 – 67.
21. Davis J.A. Anaerobic threshold: Review of the concept and directions for future research. Medicine and Science in sports and Exercise, 1985. – P.6 - 18.
22. Jacobs J., Bar-Or O., Karlsson J., Dotan R., Tesch P. Changes in muscle metabolites in females with 30-s exhaustive. Medicine and Science in sports and Exercise, 1982. – P.457 - 460.
23. Kasch F.W., Phillips W., Carter T.E.L., Boyer J.L/ Cardiovascular changes in middle-aged during two hours of training. - Journal of Applied Physiology, 1973. – 57 - 59.
24. Newshome T.A., Leech A.R. Biochemistry for the medicine science. England: Wiley, 1983.
25. Platonov V.N. Actividad Fisica. - Barcelona: Paidotribo, 1992. – 331 p.
26. Rusko H., Rahkila P., Karviren. Anaerobic threshold, skeletal muscle enzymes and fiber composition in young female cross-country skiers, Acta Physiological Scandinavica, 1980.–P.263 - 2269.
27. Saltin B. Physiological adaptation physical conditioning: Old problems revisited. Acta Medica Scandinavica, 1986. – P. 11 - 24.
28. Seresse O. Ama P.F.M. Sinoneau J-A. Anaerobic performance of sedentary and trainees subjects. Canadian Journal of Sport Sciences, 1989. - P.46 - 52.
29. Simoneau J-A. Lortie C. Anaerobic alactacid work capacity in adopted biological siblings. - Human Kinetics, 1986.
30. Simoneau J-A. Lortie C. Inheritance of human skeletal muscle and anaerobic capacity adaptatoin to high-intensity intermittent training. Inheritance Journal of Sport Medicine, 1986. – P.167 - 171.
31. Tanaka K. Menstura J. Marathon performance, anaerobic threshold fnd onset of blood lactate accumulation. - Journal of Applied Physiology, 1984. – P.640 - 643.
32. Weltman A. The blood lactate to Exercise. Human Kinetics. Response in sports and Exercise, 1995. – 128 p.
33. Yoshida T., Chida M., Masahiko J., Suda Y. Blood lactate perimeters related to aerobic capacity and endurance performance. European Journal of Applied Physiology, 1987. – P. 7 - 11.