

III. АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ, СПОРТИВНОЇ МЕДИЦИНИ ТА АДАПТИВНОГО ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ



СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СЕРЦЕВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У ФІЗИЧНІЙ КУЛЬТУРІ ТА СПОРТІ

Ольга Луковська, Сергій Афанасьєв, Алла Ковтун
Дніпропетровський державний інститут фізичної культури і спорту

Аннотація

В статті проаналізовані сучасні методи дослідження функціонального стану серця. Из них виділені найбільш доступні та інформативні (електрокардіографія, кардіоінтервалографія, реографія і велоергометрія), які цілком можна використовувати для проведення науково-дослідницької роботи в області фізичної культури і спорту.

Annotation

Modern research methods of functional heart state are analyzed in the article. The most accessible and informative ones which are useful for carrying out a research work in sphere of physical culture and sport (such as electrocardiography, electrocardiography of variables, reography and ergometry of velocity) are selected and emphasized.

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Функціональний стан серця є одним з найважливіших фізіологічних критеріїв оцінки адаптації організму до фізичних навантажень в процесі занять оздоровчою фізичною культурою і спортом. За показниками серцевої діяльності у спокої і при функціональних пробах можливо простежити позитивну динаміку, яка пов'язана з розвитком тренуваності, а також зареєструвати патологічні зміни, що є ознаками захворювань і порушень адаптації внаслідок стану перетренованості [3, 9].

Вченими встановлено тісний взаємозв'язок між функціональним станом серця і фізичною роботоздатністю організму. До того ж лімітуюча роль функціонального стану серцево-судинної системи призводить до того, що параметри її роботи дають можливість найбільш швидко виявити ознаки спортивного перевантаження [2].

Відомо, що адаптація організму до м'язової діяльності є складним процесом, який регулюється нервовою системою і спрямований на стійке збереження фізіологічних параметрів, або таких змін, які будуть адекватні поставленим вимогам [7]. До теперішнього часу залишаються мало вивченими особливості адаптаційних перебудов основних функціональних систем організму спортсменів залежно від спрямованості тренувальних наван-

тажень, статі, віку, спортивного стажу і кваліфікації. Тому дослідження адаптивних змін серцевої діяльності залишаються актуальними як для практики спорту, так і при заняттях оздоровчою та адаптивною фізичною культурою [1].

Науково-технічний прогрес у фізичній культурі та спорті привів до широкого розповсюдження і вдосконалення медико-біологічних методів дослідження серцево-судинної системи. У всіх сучасних фізкультурно-оздоровчих і спортивних установах та організаціях, а також ВНЗ фізичного виховання і науково-дослідних центрах існують науково-діагностичні лабораторії дослідження функціонального стану спортсменів, що мають у своєму розпорядженні новітню комп'ютеризовану апаратуру і спеціально навчений персонал. Результати досліджень цих лабораторій необхідні та враховуються при організації тренувань, розрахунку тренувальних навантажень, а також при розробці сучасних критеріїв оцінки резервних можливостей організму в ході систематичних занять спортом і реабілітаційних заходів. Це вимагає від фахівців в області фізичної культури і спорту знання сучасних методів дослідження серцевої діяльності, уміння користуватися отриманими даними і застосовувати їх при організації тренувального процесу [5, 9].

Проте нині при проведенні діагностичних досліджень роботи



серця використовується велика кількість різних методик, при яких реєструється безліч показників серцевої діяльності. У цьому різноманітті методів досить важко орієнтуватися не тільки тренеру і спортсмену, а навіть лікарю. У зв'язку з цим **метою статті** є пошук і виділення сучасних, найбільш інформативних і доступних методів, які доцільно використовувати для оптимізації дослідницької роботи в області фізичної культури і спорту.

Результати і їх обговорення. Аналіз науково-методичної літератури і власний досвід проведення наукових досліджень на базі наукової лабораторії ДДІФКіС дозволив виділити наступні методи, вивчення яких принесе розуміння того, як функціонує серцево-судинна система при адаптації до фізичних навантажень, а також збагатить новою інформацією науково-дослідні роботи в області фізичної культури і спорту.

Одним з класичних методів дослідження функціонального стану серця, що не втратив свого значення і в наш час, являється **електрокардіографія (ЕКГ)**, яка реєструє біоелектричні процеси, що виникають в серцевому м'язі при його збудженні [7]. Нині у зв'язку з широким впровадженням в практику медико-біологічних досліджень комп'ютерної техніки, використання ЕКГ вишло на новий етап розвитку. В комп'ютеризованих діагностичних системах реєстрація електрокардіограми відбувається безпосередньо в пам'яті комп'ютера, а тому може проводитися скільки завгодно і фіксуватися будь-коли, що неможливо при використанні паперової стрічки. Розрахунок показників і загальна характеристика електрокардіограми проводиться автоматично. Можлива побудова векторкардіограм в трьох основних площинах.

Широке використання ЕКГ в наукових дослідженнях і клініці обумовлено її доступністю та ін-

формативністю. За кривими ЕКГ дослідник може робити висновок про наступні прояви діяльності серця: 1) частота серцевих скорочень; 2) локалізація осередку збудження в серцевому м'язі; 3) порушення ритму серця; 4) порушення проведення електричного збудження; 5) напрям електричної осі серця; 6) вплив різних чинників на серцеву діяльність, таких як вегетативна нервова система, гормональні та обмінні порушення, дія медичних препаратів, а також процесів довгострокової адаптації до фізичних навантажень, що особливо цікаве в практиці фізичної культури і спорту; 7) ознаки ураження серця, такі як недостатність коронарного кровообігу, запальні

захворювання, гіпертонічна хвороба, загальні патологічні стани, які можуть бути результатом надмірних навантажень на серце при спортивній діяльності [7].

Багато діагностичних систем, які використовуються для наукових досліджень у фізичній культурі та спорті, при аналізі ЕКГ спортсменів розраховують показники, які дають непряму характеристику вегетативного балансу, економічності серцевої діяльності, а також особливостей метаболізму міокарду. До них відносять вегетативний індекс Кердо, індекс Меєрсона, показник резерву міокарду, показник стомлення міокарду, відносний показник метаболічного забезпечення міокарду [2, 4].

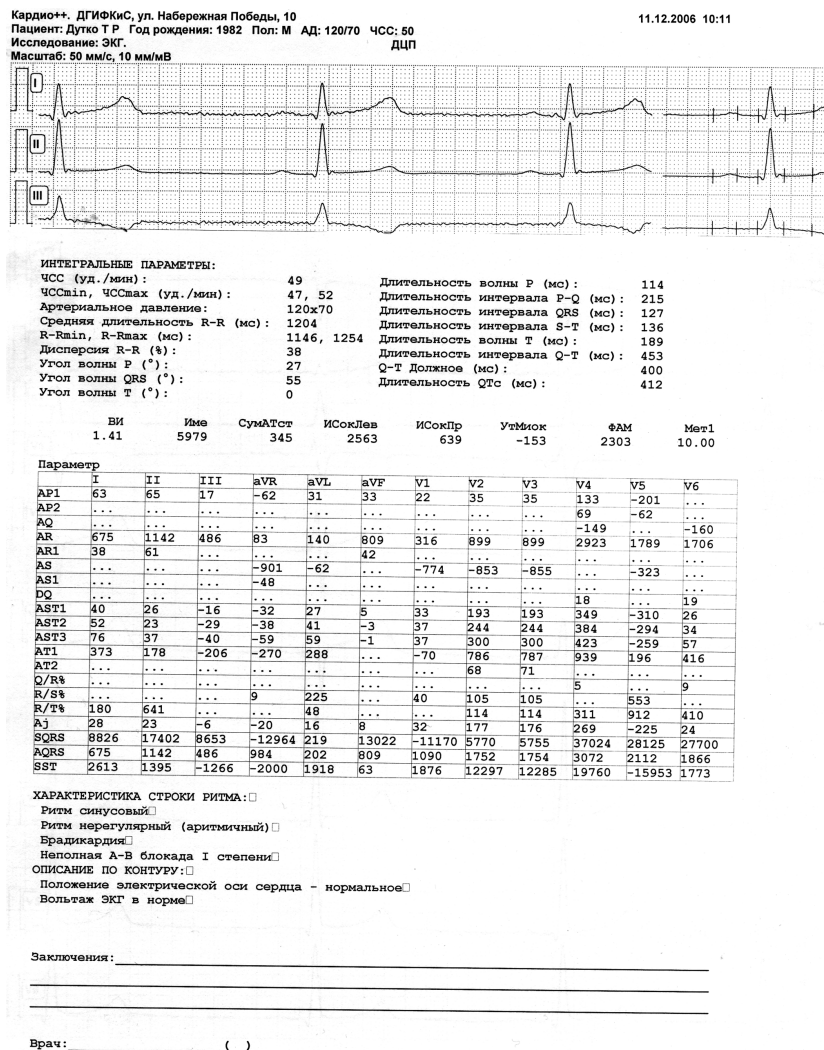


Рис. 1. Результаты комп'ютерного електрокардіографічного дослідження функціонального стану серця.



Статистический анализ		Вариационная пульсометрия	
MSD (уд./Амин.)	87	MoDa (мс)	696
Mean (мс)	687	AMo (%)	15,0
SDNN (мс)	29	X (мс)	151
RMSSD (мс)	17	HRV Triangular Index	6
SDBD (мс)	10	TINN (мс)	13
pNN50 (мс)	1		
CV: (%)	4,300	По Бавескижу	
As	-0,231	Mo (сек)	0,650
Ex	-0,157	AMo (%)	56,000
		X (сек)	0,151
Спектральный анализ		IVP (1/сек)	370,861
TP (мс2)	8983	VPR (1/сек2)	10,188
VLF (мс2)	164	PLPR (1/сек)	86,154
LF (мс2)	7685	MI (1/сек2)	285,278
LFn (%)	87	Система регуляции сердечного ритма	
HF (мс2)	1133	Суммарный эффект регуляции: Умеренная тахикардия (+1)	
HFn (%)	12	Функция автоматизма: Умеренная синусовая аритмия (0)	
LF/HF	6,76	Вегетативный гомеостаз: Умеренное преобладание СНС (+1)	
		Устойчивость регуляции: Устойчивая регуляция (0)	
		Активность ПНЦ: Выраженное ослабление активности ПНЦ	
		Состояние регуляторных систем: Норма ПАРС = 4(+2,-2)	

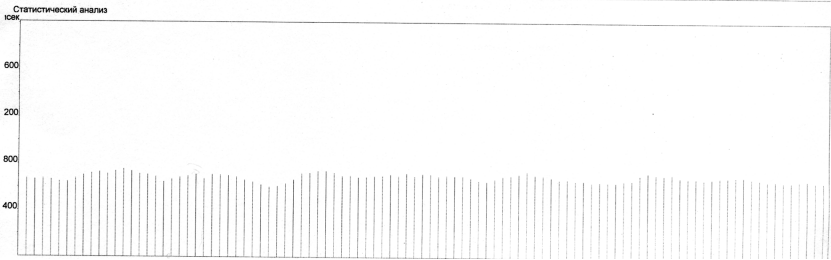


Рис. 2. Результаты исследования функционального статуса сердца методом кардиоинтервалографии



[АНАЛИЗ]	ПОКАЗАТЕЛЬ	Доп. знач.
	Частота сердечных сокращений, уд/мин	71.301
	Площадь тела, м2	1.974
	Среднее артериальное давление, мм рт.ст.	88.150
	Ударный объем кровообращения, мл	76.596
	Минутный объем кровообращения, мл/мин	5461.425
	Ударный индекс, мл/м2	38.810
	Сердечный индекс, л/мин/м2	2.767
	Индекс минутной работы сердца, кг*м/мин/м2	3.500
	Индекс ударной работы сердца, г*м/м2	49.084
	Удельное периферическое сопротивление, дин*с/см	2548.394
	Общее периферическое сопротивление, дин*с*см-5	1290.915
	Объемная скорость изгнания, мл/с	270.659
	Мощность левого желудочка, Вт	3.173
	Расход энергии на перемещение 1л мин. объема, Вт/л	11.724
	Основной обмен, ккал	1534.660
		1875.97

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ]	ПОКАЗАТЕЛЬ	Зуккинетический
	Тип циркуляции	В пределах нормы с тенд. к снижению
	Ударный индекс	В пределах нормы
	Удельное периферическое сопротивление	В пределах нормы
	Среднее артериальное давление	В пределах нормы
	Минутная работа сердца	В пределах нормы
	Ударная работа сердца	В пределах нормы

Заклучения: _____

 Врач: _____ ()

Рис. 3. Результаты исследования сердечной деятельности методом интегральной реографии.

Зразок комп'ютерного аналізу електрокардіографічного дослідження функціонального стану серця з використанням діагностичної системи «Кардіо+» (м. Ніжин, Україна) наукової лабораторії ДДФКіС приведений на рисунку 1. Важливо відзначити, що остаточний висновок щодо даного обстеження дає фахівець з функціональної діагностики.

Перспективним для наукових досліджень серцевої діяльності у фізичній культурі та спорті являється метод кардіоінтервалографії (КІГ). Даний метод вивчає варіативність серцевого ритму, аналіз якої дає інформацію про функціональний стан серця і організму в цілому [6]. Метод заснований на тривалій реєстрації електрокардіограми в одному з відведень і математичній обробці одержаних при цьому кардіоінтервалів. Під час КІГ для дослідження вегетативного забезпечення діяльності можливе проведення ортокліностатичної проби. При аналізі структури серцевого ритму обчислюються індекси, будуються ритмограми, скатерограми, гістограми і спектрограми. Таким чином, КІГ дозволяє різними методами досліджувати вегетативну регуляцію серцевої діяльності. Добре збалансована вегетативна регуляція дозволяє спортсмену за наявності належного рівня мотивації максимально використовувати свої функціональні можливості, забезпечує необхідну економізацію функцій і визначає швидкість відновлювальних процесів. Висновок за даним дослідженням з використанням діагностичної системи «Кардіо+» має вигляд, який представлений на рисунку 2.

Дослідження гемодинаміки, як найважливішого фізіологічного процесу, що підтримує гомеостаз і забезпечує безперервну доставку всім органам і клітинам організму необхідних для життя поживних речовин і кисню, а також видалення вуглекислого газу та інших продуктів обміну, можливо за допомогою



реографії. Даний функціональний метод дослідження заснований на реєстрації величини електроопору живих тканин при пропусканні через них мінливого електричного струму високої частоти, але слабкого по силі. Оскільки електроопір тканин залежить від пульсового кровонаповнення, то це дозволяє досліджувати особливості кровотоку в різних ділянках тіла людини [7]. Для дослідження центральної (або системної) гемодинаміки застосовується метод **інтегральної реографії**, що вивчає насосну функцію серця і периферичний опір кровотоку. Дані показники являються важливими для визначення ступеня адаптації серцево-судинної системи до фізичних навантажень, які використовуються у фізичній культурі та спорті. При проведенні інтегральної реографії досліджуються наступні показники: ударний об'єм серця, хвилинний об'єм кровообігу, ударний індекс, серцевий індекс, питомий і загальний периферичний опір, об'ємна швидкість вигнання, потужність лівого шлуночка, витрата енергії на переміщення 1 л хвилинного об'єму. З урахуванням даних показників можна робити висновок про тип центральної гемодинаміки: гіпокінетичний, еукінетичний або гіперкінетичний [8]. Даний тип центральної гемодинаміки характеризує процес адаптації до спортивних навантажень [10]. Комп'ютерний аналіз реографічного дослідження, проведеного з використанням діагностичного комплексу «Кардіо+», представлений на рисунку 3.

Для дослідження серцевої діяльності та функціонального резерву роботи серця в процесі виконання дозованого фізичного навантаження використовується **велоергометрія (ВЕМ)**. Проби з дозованим фізичним навантаженням застосовують з метою виявлення прихованої коронарної недостатності, скороминущих порушень ритму серця і для встановлення індивідуальної толерантності до

Кадров* ДИФЖС, ул. Набережная Победы, 10
Пациент: Руснов Н.И. Год рождения: 1949 Пол: М АД: 120/80
Исследование: Велоэргометрия.
Масштаб: 25 мм/с, 10 мм/мВ

13.07.2007 16:34

Исходные данные:							
Исуб, Вт:	100	ЧССуб, уд/мин:	140	ЧСС, уд/мин:	61	АД, мм рт.ст.:	120/80
Нагрузка:							
М, Вт:	т, мин	ЧСС, уд/мин	АД, мм рт.ст.	ДП, %	3+60 (V5), мВ		
50	3:09	77	150/0	115	0.10		
100	3:05	90	160/70	144	0.11		
150	2:55	120	190/65	178	0.18		
Период восстановления:							
т, мин	ЧСС, уд/мин	АД, мм рт.ст.					
1	72	160/70					
3	65	130/75					
5	65	130/80					
7	65	130/80					
Пороговая мощность, Вт: 148							
РЕЗУЛЬТАТ							
Критерии прекращения пробы: достижение третьей степени нагрузки							
Толерантность к физической нагрузке: выше среднего							
Физическая работоспособность: выше средней							
Реакция сердечно-сосудистой системы на нагрузку: на первую и вторую ступень нагрузки реакция нормоэмическая, на третью ступень нагрузки отмечается склонность к гипертонической реакции							
Восстановление после нагрузки удовлетворительное							
Изменения ЭКГ: без изменений относительно ЭКГ покоя							
Врач: _____ (Ковтун А.А.)							

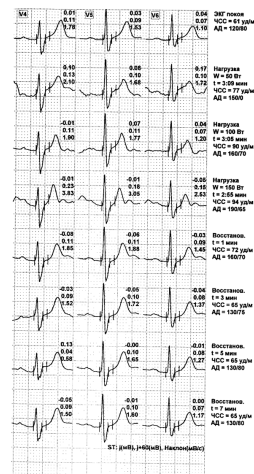


Рис. 4. Результати дослідження серцевої діяльності методом велоергометрії.

фізичного навантаження. Фізичне навантаження, як відомо, чинить різноманітну дію на серцево-судинну систему, викликаючи, зокрема, тахікардію, помірне підвищення артеріального тиску, збільшення роботи серця, потреби міокарду в кисні. У здорової тренуваної людини це приводить до адекватного розширення коронарних судин і збільшення скоротності міокарду. В умовах лімітованого коронарного кровообігу збільшення потреби міокарду в кисні приводить до гострої коронарної недостатності, що супроводжується нападом стенокардії та змінами на ЕКГ. Велоергометрична проба має ряд протипоказань, серед яких серцево-судинні захворювання, цукровий діабет, непритомні стани в анамнезі, високий ступінь короткозорості або далекозорості, психічні розлади, а також незгода обстежуваного на проведення велоергометрії. Крім того, перед проведенням ВЕМ обов'язкове електрокардіографічне дослідження у спокої, оскільки виявлені при цьому зміни являються відносним протипоказанням для проведення проби з навантаженням [2, 7].

При ВЕМ реєструють ЕКГ в 12 загальноприйнятих відведеннях, використовуючи декілька ступенів навантаження, кожна з яких

триває 3 хвилини. Дослідження припиняється при досягненні субмаксимальної частоти серцевих скорочень (75% від максимальної), залежної від статі і віку. Важливими критеріями припинення ВЕМ є виникнення патологічних змін в стані обстежуваного у вигляді значного зниження або підйому артеріального тиску, виникнення задишки, появи різкої слабкості, запаморочення, а також поява змін на ЕКГ. Можливий навіть розвиток нападу стенокардії. Після реєстрації проводиться аналіз ЕКГ з розрахунком основних показників роботи серця, робиться висновок про фізичну роботоздатність і реакцію серцево-судинної системи на навантаження. У спорті найвищих досягнень ВЕМ використовується для оцінки аеробної продуктивності в пробах «до відмови» [2]. Висновок за результатами даного обстеження, яке дається фахівцем по функціональній діагностиці, представлений на рисунку 4.

Висновки.

1. Для наукових досліджень в області фізичної культури і спорту ми вважаємо раціональним першочергово використовувати наступні методи вивчення функціонального стану серця: електрокардіографія, кардіоінтервалографія, інтегральна



реографія і велоергометрія. Дані методи відрізняються інформативністю, доступністю і надійністю. Перераховані методи реалізовані в діагностичній комп'ютерній системі «Кардіо+», якою забезпечена наукова лабораторія ДДІФКіС і більшість провідних науково-дослідних лабораторій оздоровчих і фізкультурно-спортивних установ.

2. Для дослідження функціонального стану серцевої діяльності з метою вивчення процесів вегетативної регуляції, довгострокової адаптації до фізичних навантажень і виявлення станів перетренованості найінформативнішими являються ЕКГ і КІГ. При дослідженнях насосної функції серця, а також станів периферичного кровообігу оптимальне використання інтегральної РЕГ. Для дослідження впливу дозованих фізичних навантажень на серцеву діяльність найбільш ефективно застосування ВЕМ.
3. Використання наведених сучасних методів вивчення роботи серця рекомендовано при проведенні наукових досліджень в області фізичної культури і спорту, у тому числі при виконанні дисертаційних робіт. Результати даних методів мож-

на застосовувати в спортивній практиці при організації тренувального процесу, а також при проведенні оздоровчих заходів у фізичній реабілітації та адаптивній фізичній культурі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бегидова Т.П. Основы адаптивной физической культуры: [учебное пособие] / Тамара Павловна Бегидова. – М.: Физкультура и спорт, 2007. – 192 с.
2. Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / Зиновий Борисович Белоцерковский. – М.: Советский спорт, 2005. – 312 с.
3. Вілмор Дж. Фізіологія спорту: [пер. з англ.] / Дж. Вілмор, Д.Л. Костіл. – К.: Олімпійська література, 2003. – 655 с.
4. Дубровский В.И. Лечебная физкультура и врачебный контроль: [учебник для студ. мед. ВУЗов] / Дубровский В.И. – М.: ООО «Медицинское информационное агенство», 2006. – 598 с.
5. Містулова Т.Є. Матеріально-технічне забезпечення підготовки спортсменів / Т.Є. Містулова // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. – 2005. – № 6-7. – С. 75-84.

6. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца. Опыт практического применения метода / Михайлов В.М. – Иваново, 2000. – 200 с.
7. Морман Д. Физиология сердечно-сосудистой системы: [пер. с англ. Г.А. Лаписа] / Д. Морман, Л. Хеллер. – СПб: Питер, 2000. – 256 с. – (Серия «Физиология»).
8. Ронкин М.А. Реография в клинической практике / М.А. Ронкин, Л.Б. Иванов. – М.: Научно-медицинская фирма МБН, 1997. – 247 с.
9. Современные методы исследования функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем в физической культуре и спорте: [учебное пособие] / В.Г. Савченко, Н.В. Москаленко, О.Л. Луковская, А.А. Ковтун. – Днепропетровск: Инновация, 2007. – 89 с.
10. Яценко А.Г. Відмінності адаптаційних зрушень стану серцево-судинної системи плавців високої кваліфікації в залежності від успішності їх змагальної діяльності / А.Г. Яценко, О.В. Майданюк, Л.О. Тайболіна // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. – 2005. – № 6-7. – С. 102-110.

