

УДК 612.17-056.2:612.176

А.А.Гудима

Особливості внутрішньокардіальної та системної гемодинаміки молодих здорових нетрениованих людей при фізичному навантаженні помірної інтенсивності

В состоянии покоя и при физической нагрузке мощностью 60 Вт исследовали внутрикардиальную и системную гемодинамику у 107 здоровых лиц мужского пола в возрасте от 18 до 24 лет. Применяли эхокардиографический метод исследования с жесткой фиксацией ультразвукового датчика. Установили нормативные величины функциональных объемов сердца, сердечного выброса, параметров ино- и хронотропной активности, артериального давления и уровня энергетического обмена миокарда в покое и на высоте физической нагрузки.

Вступ

Для оцінки стану серцево-судинної системи, що є однією з актуальних завдань сучасної кардіології, широко використовуються функціональні навантажувальні тести [3, 5, 9, 26]. Найбільшої уваги заслуговують тести, під час виконання яких є можливість комплексно вивчити стан системи кровообігу за умов реальних навантажень, яким підлягає людина [2, 10, 11]. Як свідчать літературні дані [8, 12, 24], таким вимогам відповідає стандартне фізичне навантаження потужністю 60 Вт, яке, з одного боку відображує середні повсякденні навантаження нетрениованої людини (30—50 % від належного максимального поглинання кисню), а з іншого — дозволяє якісно провести дослідження серцево-судинної системи без спотворень, зумовлених дихальними рухами.

Мета нашої роботи — з'ясувати особливості внутрішньокардіальної та системної гемодинаміки під час фізичного навантаження потужністю 60 Вт у здорових нетрениованих людей молодого віку.

Методика

Обстежено 107 нетрениованих чоловіків віком від 18 до 24 років, які відносилися до диспансерної групи «практично здорових» і в день обстеження не мали жодних скарг з боку власного здоров'я. Обстежуваний розміщувався горизонтально з піднятим тулубом на 30°. За стандартним методом [13, 23] на вітчизняному полікардіоаналізаторі марки «ПКА4-01» реєстрували ехограми порожнини лівого шлуночка (ЛШ) у спокої і через 6—7 хв після фізичного навантаження потужністю 60 Вт. Ультразвуковий датчик жорстко фіксували у 3—4 міжребер'ях зліва від грудини за допомогою спеціального пристрою. Електрокардіограму у відведенні «DS», за якою встановлювали частоту серцевих скорочень (ЧСС), реєстрували на електрокардіографі марки «ЕК2Т-02». За методом Короткова вимірювали систолічний (САТ) і діастолічний (ДАТ) артеріальний тиск.

На одержаних ехограмах порожнини ЛШ у трьох підряд кардіоциклах вимірювали кінцево-систолічний та кінцево-діастолічний розміри ЛШ, товщину задньої стінки, а також час скорочення задньої стінки у систолу (ΔT). Роз-

© А.А.ГУДИМА, 1995

раховували кінцево-сistolічний та кінцево-діастолічний об'єми, за якими знаходили ударний і хвилинний об'єм крові [13, 23]. Для нівелювання розмірів тіла вказані показники розділили на площу поверхні тіла і представили у вигляді індексів (КСІ, КДІ, УІ та СІ відповідно). За відомими формулами [13, 23] розраховували масу міокарда (ММ) ЛШ, а також індекси скоротливої активності: фракцію викиду (ФВ), ступінь скорочення передньо-заднього розміру ЛШ у систолу (% ΔS), швидкість циркулярного скорочення волокон міокарда (V_{cf}) та індекс об'ємної швидкості викиду (ІОШВ= $УІ / \Delta T$). Крім цього обчислювали відношення кінцево-сistolічного тиску до кінцево-сistolічного об'єму (P/V), яке вважається найбільш інформативним показником скоротливої активності, оскільки мінімально залежить від опору крові на вході та виході з серця [14, 15].

За формулою Савицького [25] знаходили середній гемодинамічний тиск (СГТ). Розраховували пульсовий тиск (ПТ) і питомий периферичний опір судин (ППО) як відношення СГТ до СІ.

Для оцінки ефективності роботи серця розраховували «подвійний добуток» ($ПД = SAT \cdot DAT \cdot 10^{-2}$), інтенсивність функціонування структур (ІФС= $SAT \cdot DAT / MM$) та індекс економності роботи серця (ІЕРС= $SAT \cdot DAT / УІ$), які відображують загальне поглинання міокардом кисню, витрати кисню на одиницю маси міокарда та на одиницю викиду УІ відповідно [20–22].

Одержаний цифровий матеріал оброблено методом варіаційної статистики на персональному комп'ютері типу «IBM PC/AT» за спеціально розробленою нами програмою. Вірогідність різниці між групами встановлювали за допомогою критерію t Стюдента.

Результати та їх обговорення

Параметри внутрішньокардіальної та системної гемодинаміки обстежених чоловіків у спокої та при фізичному навантаженні потужністю 60 Вт представлено у таблиці. У стані функціонального спокою гемодинамічні показники обстежених осіб знаходилися у межах відомих середньо-статистичних величин [1, 4, 7, 15, 18, 22]. На висоті навантаження рівень функціональної активності серцево-судинної системи істотно змінився. Інтенсивність кровотоку (за значенням СІ) збільшилася на $95,6 \% \pm 2,7 \%$. Забезпечення СІ відбувалося внаслідок вірогідного збільшення ЧСС та УІ, проте внесок ЧСС для забезпечення необхідного СІ був істотнішим, ніж УІ. Так, міра приросту ЧСС становила $67,8 \% \pm 1,6 \%$, а УІ $16,8 \% \pm 1,4 \%$ ($P < 0,001$).

Підвищення УІ у обстежених відбувалося за рахунок гомео- та гетерометричного механізмів регуляції серця. Про це свідчить вірогідне зменшення КСІ та збільшення КДІ, що вважається оптимальним способом підвищення ударного викиду у нетрениваних людей [16, 17, 19, 23]. Однак, при аналізі механізму збільшення УІ у кожного обстеженого нами встановлено 6 варіантів динаміки КСІ та КДІ при фізичному навантаженні. Це: інотропний (зменшення КСІ при незмінному КДІ, 24 чоловіки) інотропно-дилатаційний (зменшення КСІ та підвищення КДІ, 27 чоловіків); інотропно-контракtilьний (зменшення КСІ та КДІ, 11 чоловіків); дилатаційний (збільшення КДІ при незмінному КСІ, 20 чоловіків); інертний (відсутність вірогідних змін КСІ та КДІ, 5 чоловіків) та інотропно-дефіцитний (підвищення КСІ та КДІ, 20 чоловіків). Одержані результати вказують на неоднорідність реакції системи кровообігу здорових нетренива-

Показники внутрішньокардіальних осіб при фізичному навантаженні

Показник	
ЧСС, хв ⁻¹	
КДІ, мл·м ⁻²	
КСІ, мл·м ⁻²	
УІ, мл·м ⁻²	
СІ, л·хв ⁻¹ ·м ⁻²	
ФВ, %	
% ΔS , %	
V_{cf} , окр·с ⁻¹	
ІОШВ, мл·с ⁻¹ ·м ⁻²	
P/V, ум. од.	
ΔT , с	0,1
ПД, ум. од.	0,1
ІФС, ум. од.	0,1
ІЕРС, ум. од.	1,0
SAT, мм рт. ст.	1,0
DAT, мм рт. ст.	7,0
ПТ, мм рт. ст.	4,0
СГТ, мм рт. ст.	8,0
ППО, ум. од.	3,0

* $P < 0,05$; ** $P < 0,001$; *** $P < 0,0001$

них осіб при фізичному навантаженні та дилатаційний тип динаміки КСІ та КДІ.

При фізичному навантаженні активність міокарда. Мір ІОШВ) була вищою ніж ФВ від приросту P/V. Це свідчить про те, що у нетрениваних осіб підвищення компоненти серцевого скорочення, очевидно, є оптимальним для досягнення досконалості таких параметрів даного тесту є низькою інформативністю.

Встановлено істотне збільшення практично незмінному ДАТ при фізичному навантаженні, що свідчить про підвищення судинної системи на акцію судинної системи на підвищенню пропускної здатності.

Найбільш значних змін приріст яких становив $113,85,9 \% \pm 3,4 \%$. Можна припустити, що у нетрениваної людини, яка виступає супроводжується більше ніж

Показники внутрішньокардіальної та системної гемодинаміки у молодих здорових нетренованих осіб при фізичному навантаженні потужністю 60 Вт ($M \pm m$)

Показник	До фізичного навантаження	Фізичне навантаження 60 Вт	Ступінь зміни, %
ЧСС, хв^{-1}	$61,8 \pm 0,7$	$103,4 \pm 8,8^{***}$	$+67,8 \pm 1,6$
КДІ, $\text{мл} \cdot \text{м}^{-2}$	$67,7 \pm 1,1$	$72,3 \pm 1,2^{**}$	$+8,4 \pm 1,4$
КСІ, $\text{мл} \cdot \text{м}^{-2}$	$25,7 \pm 0,6$	$23,9 \pm 0,7^*$	$-6,5 \pm 1,7$
УІ, $\text{мл} \cdot \text{м}^{-2}$	$41,8 \pm 0,7$	$48,5 \pm 0,8^{***}$	$+16,8 \pm 1,4$
СІ, $\text{л} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$	$2,57 \pm 0,04$	$4,99 \pm 0,08^{***}$	$+95,6 \pm 2,7$
ФВ, %	$62,2 \pm 0,5$	$67,7 \pm 0,6^{***}$	$+9,0 \pm 0,9$
% ΔS , %	$33,9 \pm 0,4$	$37,8 \pm 0,5^{***}$	$+12,0 \pm 1,1$
V_{cf} , $\text{окр} \cdot \text{с}^{-1}$	$1,14 \pm 0,02$	$1,57 \pm 0,03^{***}$	$+38,0 \pm 1,9$
ЮШВ, $\text{мл} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$	$141,3 \pm 2,5$	$376,4 \pm 6,8^{***}$	$+44,8 \pm 2,3$
P/V , ум. од.	$2,26 \pm 0,07$	$2,93 \pm 0,10^{***}$	$+32,2 \pm 3,3$
ΔT , с	$0,300 \pm 0,003$	$0,244 \pm 0,002^{***}$	$-18,4 \pm 0,7$
ПД, ум. од.	$69,7 \pm 0,8$	$148,7 \pm 1,9^{***}$	$+113,8 \pm 2,5$
ІФС, ум. од.	$57,9 \pm 1,3$	$123,4 \pm 2,6^{***}$	$+113,8 \pm 2,5$
ІЕРС, ум. од.	$173,0 \pm 3,7$	$316,0 \pm 7,3^{***}$	$+85,9 \pm 3,4$
САТ, мм рт. ст.	$113,2 \pm 0,9$	$143,6 \pm 1,1^{***}$	$+27,0 \pm 0,8$
ДАТ, мм рт. ст.	$73,1 \pm 0,7$	$73,6 \pm 0,9$	$+1,6 \pm 0,8$
ПТ, мм рт. ст.	$40,1 \pm 0,9$	$70,0 \pm 1,4^{***}$	$+79,8 \pm 4,0$
СГТ, мм рт. ст.	$86,3 \pm 0,6$	$98,0 \pm 0,8^{***}$	$+19,8 \pm 0,9$
ППО, ум. од.	$34,6 \pm 0,7$	$20,3 \pm 0,4^{***}$	$-41,0 \pm 0,8$

* $P < 0,05$; ** $P < 0,001$; *** $P < 0,01$

них осіб при фізичному навантаженні, причому деякі з них (інотропно-дефіцитний та дилатаційний) за літературними даними [6, 13, 19] є клінічною ознакою дисфункції міокарда. Можна припустити, що вказані типи динаміки КСІ та КДІ є факторами ризику захворювань серця.

При фізичному навантаженні 60 Вт вірогідно збільшувалася скоротлива активність міокарда. Міра збільшення швидкісних показників (V_{cf} та ЮШВ) була вищою ніж ФВ та % ΔS ($P < 0,001$) та істотно не відрізнялася від приросту P/V . Це свідчить про те, що при навантаженні у здорових нетренованих осіб підвищується практично однаково силовий і швидкісний компоненти серцевого скорочення. Така мобілізація ресурсів міокардіоцитів, очевидно, є оптимальною для нетренованих осіб. Слід відзначити недосконалість таких параметрів, як ФВ та % ΔS , які за умов проведення даного тесту є низькоінформативними.

Встановлено істотне збільшення САТ, ПТ, СГТ, зменшення ППО при практично незмінному ДАТ. Виявлені зміни відображують адекватну реакцію судинної системи на збільшення інтенсивності кровотоку, що сприяє підвищенню пропускної здатності судин.

Найбільш значних змін при фізичному навантаженні зазнали ПД, ІФС, приріст яких становив $113,8 \% \pm 2,5 \%$, та ІЕРС, який підвищився на $85,9 \% \pm 3,4 \%$. Можна припустити, що гемодинамічне забезпечення нетренованої людини, яка виконує фізичне навантаження потужністю 60 Вт, супроводжується більше ніж удвічі підвищенням загального поглинання

міокардом кисню та його затратами на одиницю маси міокарда. Таким чином, при фізичному навантаженні даної потужності більшість показників внутрішньокардіальної та системної гемодинаміки здорових нетренираних осіб молодого віку вірогідно змінюються. Отримані результати розкривають механізми функціонування системи кровообігу при фізичному навантаженні у нетренираних людей. Встановлені величини основних показників серцево-судинної системи можуть бути рекомендовані як еталони при проведенні аналогічних обстежень.

A.A.Gudyma

PECULIARITIES OF INTRACARDIAL AND SYSTEMIC HEMODYNAMICS IN YOUNG HEALTHY NONTRAINED PERSONS DURING THEIR FUNCTIONAL REST AND PHYSICAL LOADS OF MODERATE INTENSITY

Intracardial and systemic hemodynamics have been studied in 107 healthy men aged 18—24 years during their functional rest and physical loads of 60 Wt. The echocardiographic method with hard fixation of an echosensor was applied. Normal values of the heart functional volumes, heart output, ino- and chronotropic activity, arterial pressure and myocardial energy exchange were determined during the functional rest and under physical loads.

Medical Institute, Ternopol Ministry of Public Health of Ukraine

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Алишин И.И. Нормальные показатели спироэргометрии у лиц молодого возраста // Кардиология. — 1989. — 29, № 4. — С. 52—56.
2. Андриус Э.Р. Критерии спортивной работоспособности // Научные основы физвоспитания и спорта в вузе. — Ташкент, 1988. — С. 70—76.
3. Аулик И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте. — М.: Медицина, 1990. — 192 с.
4. Белоножко А.Г., Степаненко А.П., Третьяк Э.Д. Показатели функционального состояния миокарда у практически здоровых лиц // Гипертоническая болезнь, атеросклероз и коронарная недостаточность. — 1985. — Вып. 17. — С. 105—109.
5. Бирюкова О.В. Структурно-функциональный резерв кардиореспираторной системы и работоспособность организма // Морфофункциональные эквиваленты гипокинезии и двигательной активности. — Горький, 1988. — С. 73—86.
6. Мягков И.И., Назар П.С., Охримович Л.М. и др. Гемодинамические показатели у больных ишемической болезнью сердца по данным дилорентгено- и эхокардиографии // Врачеб. дело. — 1987. — № 2. — С. 85—89.
7. Горбачев В.В., Хапалок А.В., Васнев В.И. Показатели центральной гемодинамики у здоровых лиц по данным эхокардиографии. — Минск, 1985. — 9 с. — Деп. в ВНИТИ 05.02.85. № 993—85.
8. Гудима А.А., Зятковська Н.Є. Динаміка функціональних об'ємів серця при фізичному навантаженні у молодих здорових осіб // Нові методи діагностики, лікування і профілактики серцево-судинних захворювань: Тез. обл. наук. конц. (30 травня 1991 р., м. Тернопіль). — Тернопіль, 1991. — С. 43—45.
9. Гусева Н.И., Ларина Т.А. К оценке функционального состояния центральной и регионарной гемодинамики // Воен. мед. журн. — 1985. — № 9. — С. 66.
10. Дембо А.Г. Врачебный контроль в спорте. — М.: Медицина, 1988. — 288 с.
11. Дембо А.Г., Земцовский Э.В. Спортивная кардиология: Руководство для врачей. — Л.: Медицина, 1989. — 464 с.
12. Загрядский В.П., Сулимо-Самуйлло З.К. О физиологических резервах организма // Воен. мед. журн. — 1988. № 1. — С. 51—53.
13. Зарецкий В.В., Бобков В.В., Ольбинская А.И. Клиническая эхокардиография. — М.: Медицина, 1979. — 248 с.
14. Казьмин С.Г., Киришук С.И. Неинвазивная оценка конечно-систолического давления в левом желудочке // Физиол. журн. — 1986. — 32, № 1. — С. 115—117.
15. Казьмин С.Г. Оценка функции сердца по конечно-систолической зависимости объем-давление левого желудочка // Там же. — 1985. — 31, № 1. — С. 88—92.

16. Карпман В.Л., Белоцер Франка-Старлинга при 106—109.
17. Карпман В.Л., Любина и спорт, 1992. — 135 с.
18. Константинов Б.А., С поцикловой работы сер
19. Матусова А.П., Арате ца при физической на
- Ультразвуковая диагно
20. Меерсон Ф.З. Адаптац — 344 с.
21. Меерсон Ф.З., Пшенин грузкам. — М.: Медиц
22. Меерсон Ф.З., Чащина ную функцию и массу С. 111—118.
23. Мухарлямов Н.М., Бел дицина, 1981. — 160 с.
24. Преварский Б.П., Бут 80 с.
25. Савицкий Н.Н. Биофиз гемодинамики. — Л.: М

Терноп. мед. ін-т
М-ва охорони здоров'я Укр

УДК 612.323 + 591.132.2

Л.О.Дубицький, Г.І.Сабад

Вплив гіпонатрієв пепсиногену дисп

Установлено, що за ми железами желудка полообразный характ 40—20 ммоль/л. В бе нозтилтетраацетат тагонистов кальция стимулированная низ результаты свидетел плазмалеми главных физиологически знач кальция в ответ на

Вступ

Встановлено, що одн клітині є спряжений обмін. Напрям пере співвідношення велич правлений з клітини,

© Л.О.ДУБИЦЬКИЙ, Г.І.САБА

16. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Любина Б.Г., Тийдус Я.Х. Эффективность механизма Франка-Старлинга при физической нагрузке // Кардиология. — 1983. — 23, № 6. — С. 106—109.
17. Карпман В.Л., Любина Б.Г. Динамика кровообращения у спортсменов. — М.: Физкультура и спорт, 1992. — 135 с.
18. Константинов Б.А., Сандриков В.А., Яковлев В.Ф. Оценка производительности и анализ поцикловой работы сердца в клинической практике. — Л.: Наука, 1986. — 140 с.
19. Матусова А.П., Аратен С.М., Хаймович М.М. Оценка функционального состояния сердца при физической нагрузке здоровых людей и больных ишемической болезнью сердца // Ультразвуковая диагностика. — Горький, 1983. — С. 113—116.
20. Меерсон Ф.З. Адаптация, деадаптация и недостаточность сердца. — М.: Медицина, 1978. — 344 с.
21. Меерсон Ф.З., Пшенинкова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. — М.: Медицина, 1988. — 254 с.
22. Меерсон Ф.З., Чащина З.В. Влияние адаптации к физическим нагрузкам на сократительную функцию и массу левого желудочка сердца // Кардиология. — 1978. — 18, № 9. — С. 111—118.
23. Мухарлямов Н.М., Беленков Ю.Н. Ультразвуковая диагностика в кардиологии. — М.: Медицина, 1981. — 160 с.
24. Преварский Б.П., Буткевич Г.А. Клиническая велоэргометрия. — К.: Здоров'я, 1985. — 80 с.
25. Савицкий Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. — Л.: Медицина, 1974. — 311 с.

Терноп. мед. ін-т
М-ва охорони здоров'я України

Матеріал надійшов
до редакції 12.07.93

УДК 612.323 + 591.132.2

Л.О.Дубицький, Г.І.Сабадаш

Вплив гіпонатрієвих середовищ на екструзію пепсиногену диспергованими залозами шлунка

Установлено, что зависимость экструзии пепсиногена диспергированными железами желудка от концентрации Na^+ в среде инкубации имеет куполообразный характер с максимумом в диапазоне концентрации иона Na 40—20 ммоль/л. В бескальциевой среде, содержащей этиленгликольдиаминонизтилтетраацетат (ЭГТА, 0,25 ммоль/л), а также в присутствии антагонистов кальция (La^{3+} , Co^{2+} , Cd^{2+} , Mn^{2+}) экструзия пепсиногена, стимулированная низкими концентрациями Na^+ , угнеталась. Полученные результаты свидетельствуют о наличии системы Na — Ca -обмена в плазмалеме главных клеток желудочных желез, способной обеспечивать физиологически значимые изменения концентрации внутриклеточного кальция в ответ на изменения трансмембранного градиента Na^+ .

Вступ

Встановлено, що одним з механізмів регуляції концентрації кальцію в клітині є спряжений антипорт Na^+ і Ca^{2+} через плазмалему або Na — Ca -обмін. Напряма переносу цих іонів через плазмалему залежить від співвідношення величин їх електрохімічних градієнтів. Градієнт Na^+ , направлений з клітини, стимулює вхід Ca^{2+} у клітину і навпаки [1, 3, 5].

© Л.О.ДУБИЦЬКИЙ, Г.І.САБАДАШ, 1995