ФІЗІОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНСЬКОЇ РСР, 1969, т. XV, № 1

# ЗМІНИ ОСНОВНИХ ГЕМОДИНАМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ У СОБАК ПІД ВПЛИВОМ ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

**М. В. Ільчевич, С. А. Берштейн**

*Відділ фізіології кровообігу Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця АН УРСР, Київ*

Вивченню проблеми регуляції серцевого вибросу (СВ) присвячена велика кількість досліджень як вітчизняних, так і зарубіжних фізіологів. У цьому плані значний інтерес становлять дослідження змін основних параметрів гемодинаміки під впливом м'язового навантаження.

Здатність організму до м'язової діяльності залежить у вирішальній мірі від стану газообміну і транспорту кисню до працюючих м'язів. Посилення транспорту кисню і вуглекислого газу під час роботи здійснюється внаслідок збільшення легеневої вентиляції і посилення кровоструменя. Працездатність організму — це, насамперед, здатність системи, що транспортує гази, забезпечити збільшений рівень обмінних процесів. Здатність до виконання фізичної роботи значною мірою залежить від резервної потужності серця та його можливості збільшувати корисну роботу. Важливими показниками функціонального стану серцево-судинної системи є хвилинний і ударний об'єми крові, а також ряд інших параметрів гемодинаміки.

Аналіз даних, одержаних у спостереженнях на людях та в експериментах на тваринах, показав, що реакція серця на навантаження залежить від багатьох факторів: вихідного стану організму, віку, пози обслідуваних, характеру фізичної роботи, її інтенсивності тощо [9, 12, 14, 26, 29]. Цими дослідженнями встановлено, що зрушення в діяльності серця розвиваються, переважно, в напрямку почастішання ритму серця і підвищення скоротливої здатності міокарда. Ці зміни постійно виявляються у піддослідних тварин навіть при незначній м'язовій роботі або при ортостатичному навантаженні.

Збільшення хвилинного об'єму в дослідах на нетренованих собаках забезпечується, переважно, почастішанням ритму серцевої діяльності та невеликою мірою зміною ударного об'єму, величина якого може залишатися без змін або дещо підвищитися [28]. У дослідах з штучною тахікардією при відтворенні тог ритму, який відзначався при відповідному фізичному навантаженні, виявили зменшення ударного об'єму [29]. Отже, тахікардія не є ефективним механізмом підвищення хвилинного об'єму. Нормальна реакція серця на фізичне навантаження, поряд з почастішанням серцевого ритму і незначним збільшенням ударного об'єму, включає збільшення скоротливої здатності серцевого м'яза [20].

Дещо інші дані одержані на людях. Фізичне навантаження, застосоване у здорових молодих осіб, постійно викликало збільшення ударного об'єму крові [23, 28]. За даними ряду авторів, збільшення удар-

ного об'єму у людей здійснюється паралельно з посиленням тяжкості м'язового навантаження [22]. Інші дослідники не відзначали такої залежності [17]. Зміни гемодинамічних параметрів у людей під впливом м'язових навантажень залежать від ступеня тренованості обслідуваних, Збільшення хвилинного об'єму у тренованих спортсменів здійснюється в основному внаслідок підвищення ударного об'єму крові і меншою мірою в результаті тахікардії [19, 23, 24]. Уорнер [30] в експериментах на тваринах показав, що якщо запобігти тахікардії, штучно регулюючи частоту серцевих скорочень, то хвилинний об'єм під час навантаження підвищується внаслідок збільшення ударного об'єму.

## Методика досліджень

Вивченню змін СВ у людей та у експериментальних тварин під впливом фізичних навантажень присвячена велика кількість праць, виконаних із застосуванням різних методичних прийомів. За своєю точністю ці прийоми не рівноцінні. Тепер найбільшим визнанням користуються індикаторні методи визначення СВ, що дозволяють досить точно кількісно оцінювати СВ. Серед цих методів усе більшого поширення дістає новий метод — метод термодилюції [15, 16, 18]. У наших дослідженнях був застосований метод терморозведення в модифікації, розробленій у відділі фізіології кровообігу Інституту фізіології АН УРСР [2].

Методика дослідження основних гемодинамічних показників у тварин під наркозом з допомогою термодилюційного методу розроблена досить докладно. Проте, ряд важливих питань вивчення СВ, особливо при застосуванні фізичних навантажень, не можна розв'язати з допомогою гострих дослідів на наркотизованих тваринах. У відділі фізіології кровообігу розроблена методика дослідження СВ в хронічному експерименті у ненаркотизованих собак [1]. Цей методичний прийом грунтується на попередньому вживленні напрямляючих поліетиленових катетерів через праву зовнішню яремну вену до ділянки впадання верхньої порожнистої вени у праве передсердя і через ліву загальну сонну артерію в дугу аорти. Через ці напрямляючі катетери перед кожним дослідом вводили тонкий катетер для ін'єкції індикатора та термісторний датчик для вимірювання змін внутрісудинної температури крові.

Як фізичне навантаження у нетренованих собак був застосований біг у третбані з швидкістю 5 *км/год* протягом семи хвилин. До бігу в третбані і відразу після припинення навантаження визначали: середній артеріальний тиск (САТ), ритм серця, хвилинний і ударний об'єми крові (ХОК і УОК), серцевий і систолічний індекси (СІ і ССІ), загальний периферичний опір (ЗПО), робочий індекс, робочий ударний індекс лівого шлуночка (РІЛШ і РУІЛШ).

## Результати досліджень

З табл. 1 видно, що помірне фізичне навантаження приводило до підвищення рівня середнього артеріального тиску і почастішання ритму серцевих скорочень. У переважній кількості дослідів після м'язового навантаження було відзначено статистично достовірне збільшення серцевого індексу. Водночас спостерігалось також збільшення показників РІЛШ і РУІЛШ. М'язове навантаження, застосоване у піддослідних собак, викликало різноспрямовані зміни систолічного індексу: в 28 дослідах спостерігалось невелике збільшення ССІ, а в 20 — деяке зменшення його, у чотирьох випадках величина ССІ зовсім не змінювалась ($p > 0{,}2$).

Помірне фізичне навантаження в 39 дослідах (з 54) приводило до зниження загального периферичного опору. В 15 дослідах величина загального периферичного опору зовсім не змінювалась, або незначно збільшувалась. Загальна спрямованість цих змін виявила тенденцію до зниження рівня ЗПО, що, проте, не було статистично достовірним ($p > 0{,}3$). Зміни показників основних гемодинамічних параметрів під впливом фізичного навантаження можна виразити в процентах: САТ збільшився на 13,4%, ритм серця почастішав на 12,9%, СІ збільшився

на 14,1%, ССІ збільшився на 1,3%, ЗПО зменшився на 7,1%, РІЛШ збільшився на 29% і РУІЛШ збільшився на 8,3% (рис. 1).

Закономірне збільшення САТ, ритму і ХОК після м'язового навантаження в цілому узгоджується з літературними даними. Збільшення хвилинного об'єму крові при цьому здійснюється, переважно, внаслідок тахікардії, тому що ударний об'єм в дослідах змінювався незначно.

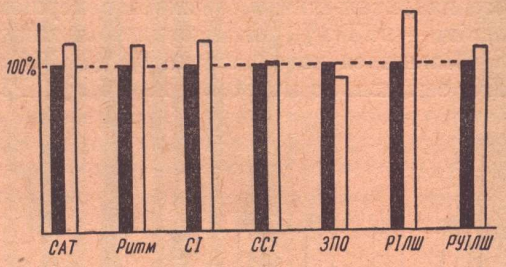


Рис. 1. Зміни основних параметрів гемодинаміки під впливом фізичного навантаження.

Чорний стовпчик — вихідна величина, взята за 100%; світлий стовпчик — величина після бігу.

Збільшення РІЛШ і РУІЛШ означає, що при помірному навантаженні робота серця посилюється, незважаючи на те, що УОК залишається без істотних змін.

Досліди проведені на десяти собаках (сім самок і три самці, віком від двох з половиною до п'яти років, вагою від 12 до 18 *кг*). На кожній тварині проведено від двох до дев'яти дослідів (усього 54 досліди) протягом двох—чотирьох—шести днів.

Одержані дані оброблені методом варіаційної статистики.

Таблиця 1

**Зміни основних гемодинамічних показників під впливом фізичного навантаження**

| Гемодинамічні показники | Статистичні показники | Вихідна величина | Після навантаження |
|---|---|---|---|
| САТ | *M* | 111,9 | 126,8 |
| | *m*± | 1,7 | 2,4 |
| | *p* | | <0,001 |
| Ритм | *M* | 131,8 | 148,8 |
| | *m*± | 0,3 | 0,5 |
| | *p* | | <0,02 |
| СІ | *M* | 2799 | 3193 |
| | *m*± | 60,6 | 76,1 |
| | *p* | | <0,001 |
| ССІ | *M* | 22,4 | 22,7 |
| | *m*± | 1,1 | 1,4 |
| | *p* | | >0,1 |
| ЗПО | *M* | 5677 | 5274 |
| | *m*± | 54,0 | 33,2 |
| | *p* | | >0,3 |
| РІЛШ | *M* | 4144 | 5380 |
| | *m*± | 128,1 | 133,7 |
| | *p* | | <0,001 |
| РУІЛШ | *M* | 31,3 | 33,9 |
| | *m*± | 1,7 | 2,8 |
| | *p* | | <0,001 |

Таблиця 2

**Зміни основних гемодинамічних показників під впливом фізичного навантаження за даними першого та п'ятого дослідів**

| Гемодинамічні показники | Статистичні показники | Перший дослід | | П'ятий дослід | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Вихідні величини | Після бігу | Вихідні величини | Після бігу |
| САТ | *M* | 108 | 125 | 117 | 125 |
| | *m*± | 2,7 | 3,8 | 8,2 | 8,5 |
| | *p* | | <0,001 | | <0,05 |
| Ритм | *M* | 132 | 151 | 136 | 141 |
| | *m*± | 5,7 | 1,4 | 12,6 | 14,1 |
| | *p* | | <0,02 | | >0,2 |
| СІ | *M* | 2296 | 3260 | 2775 | 3047 |
| | *m*± | 260 | 508 | 733 | 657 |
| | *p* | | <0,02 | | <0,05 |
| ССІ | *M* | 17,3 | 23,9 | 17,9 | 21,4 |
| | *m*± | 2,7 | 5,7 | 11,1 | 8,3 |
| | *p* | | <0,05 | | >0,2 |
| ЗПО | *M* | 6360 | 5071 | 6468 | 5428 |
| | *m*± | 197 | 251 | 718 | 561 |
| | *p* | | <0,05 | | >0,05 |
| РІЛШ | *M* | 3354 | 5547 | 4291 | 4958 |
| | *m*± | 373 | 883 | 1298 | 1153 |
| | *p* | | <0,05 | | <0,02 |
| РУІЛШ | *M* | 24,1 | 36,0 | 28,1 | 38,2 |
| | *m*± | 1,5 | 4,0 | 4,4 | 5,2 |
| | *p* | | <0,05 | | <0,05 |

У дослідах з багаторазовим застосуванням фізичного навантаження у тієї самої тварини була відзначена чітка залежність вираженості зрушень основних параметрів гемодинаміки від кількості дослідів у третбані. Ми провели статистичну обробку даних перших та п'ятих дослідів, проведених на семи собаках (табл. 2). Якщо виразити ці дані в процентах, то ми дістанемо таку картину: САТ під впливом м'язового навантаження збільшився в першому досліді на 15,7%, в п'ятому досліді — на 6,8%, ритм серця збільшився відповідно на 14,3 і на 3,6%, СІ збільшився на 41, 9 і на 9,8%, ССІ збільшився на 38,2 і на 19,6%, ЗПО зменшився на 20,3 і на 16,1%, РІЛШ збільшився на 65,4 і на

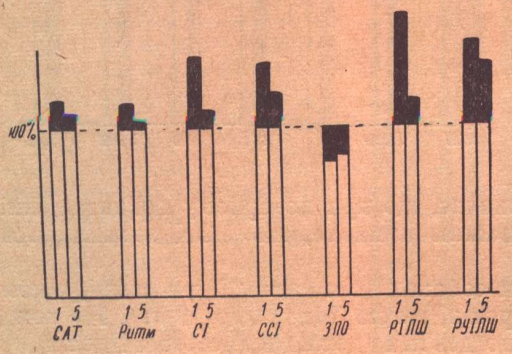


Рис. 2. Зміни основних показників гемодинаміки під впливом фізичного навантаження:

*1* — за даними першого досліду; *5* — за даними п'ятого досліду. Світлий стовпчик — вихідна величина, взята за 100%, чорний стовпчик — приріст величини показника після навантаження.

15,6% і, нарешті, РУІЛШ після м'язового навантаження збільшилось за даними першого досліду на 49,4% і в п'ятому досліді на 35,9%. Ці дані наведені на рис. 2.

Такий аналіз результатів досліджень по окремих групах дослідів дав можливість виявити закономірності динаміки зрушень основних параметрів гемодинаміки в процесі тренування тварин.

Середній артеріальний тиск після м'язового навантаження як у першій, так і в другій групі дослідів достовірно збільшувався. Проте, неважко відзначити, що вихідні величини САТ в дослідах з першим застосуванням фізичного навантаження нижчий, ніж в наступних експериментах. Очевидно, в зв'язку з цим ступінь збільшення САТ зі збільшенням кількості дослідів стає меншим. Рівень артеріального тиску, як найбільш лабільний гемодинамічний показник, зазнає змін у зв'язку з м'язовою роботою ще до її застосування, що особливо чітко виявляється в міру збільшення кількості дослідів. Тут, видимо, відіграють роль умовнорефлекторні механізми. Згадані зміни можуть бути зіставлені з передстартовим станом у спортсменів.

Ритм серцевих скорочень під впливом роботи у перших дослідах підвищується більш різко, ніж у наступних експериментах. Слід гадати, що в процесі тренування перебудова діяльності апарата кровообігу в зв'язку з виконанням м'язової роботи відбувається в бік включення більш економних механізмів зміни серцевого вибросу, та стан динамічної рівноваги під час бігу досягається більш плавно, ніж при першому застосуванні навантаження.

За даними перших і п'ятих дослідів, у піддослідних собак було відзначено достовірне збільшення серцевого індексу при застосуванні бігу в третбані. Приріст серцевого індексу після навантаження в п'ятому досліді був значно меншим (9,8%), ніж у тих самих собак при першому застосуванні навантаження (41,9%). Це почасти пов'язано з тим, що у тварин після багаторазового м'язового навантаження відзначався більш високий, ніж у першому досліді вихідний (до бігу) рівень

СІ. Водночас величина СІ після бігу була більш низькою в п'ятому досліді щодо показників після першого бігу (табл. 2).

Систолічний індекс за даними першого досліду під впливом м'язового навантаження збільшувався з 17,3 ± 1,1 до 23,9 ± 2,2 ($p < 0,05$), а за даними п'ятого досліду з 17,9 ± 4, 3 до 21,4 ± 3,2, і це підвищення вже не було статистично достовірним ($p > 0,2$). Отже у нетренованих тварин при першому застосуванні помірної м'язової роботи значне збільшення хвилинного об'єму крові відбувається як внаслідок почастішання роботи серця, так і в результаті підвищення ударного об'єму крові. В міру збільшення кількості дослідів із застосуванням навантаження значення ударного об'єму крові в підвищенні серцевого вибросу стає меншим і забезпечується, переважно, за рахунок тахікардії

Більш різке зниження ЗПО та збільшення РІЛШ і РУІЛШ після м'язової роботи відбувалось у першому досліді порівняно з п'ятим.

## Обговорення результатів досліджень

Необхідність аналізу діяльності серця при м'язовій роботі диктується не лише теоретичними міркуваннями, а й широким поширенням в наш час фізичної культури і спорту. В зв'язку з цим численні дослідження були проведені переважно на спортсменах різної кваліфікації та різного ступеня тренованості. Згодом з'явились праці, виконані при обслідуванні молодих здорових людей, які не займалися спортом. Ряд експериментальних досліджень проведений, переважно, на наркотизованих тваринах.

Функціональні особливості так званого «спортивного серця» вивчені досить докладно. У тренованих спортсменів у стані спокою спостерігається низький рівень артеріального тиску і хвилинного об'єму крові, що пояснюється, переважно, більш низькими, ніж належно для осіб даного віку, показниками частоти серцевих скорочень [4, 6, 7, 13, 21, 25]. Поєднання цих ознак у тренованих людей автори розглядають як прояв економічності в діяльності серцево-судинної системи. Рентгенографічними дослідженнями [25] встановлено, що збільшення порожнин серця у спортсменів пов'язано з більшим залишковим об'ємом крові, що вказує, на думку цих авторів, на наявність значного резерву ударного об'єму в «спортивному серці».

За сучасними уявленнями, зрушення в діяльності найважливіших функціональних систем організму, що виникають при фізичному навантаженні, слід розглядати як результат формування моторно-вісцеральних рефлексів, причому, характер реакцій, що розвиваються при м'язовій діяльності, значною мірою визначається особливостями становлення цих рефлексів [8, 9, 11, 12]. В зв'язку з цим результати дослідження співвідношень різних параметрів гемодинаміки при м'язовій роботі у нетренованих тварин, а також їх динаміка в процесі тренування представляють великий науковий інтерес.

З наведених даних видно, що помірне фізичне навантаження приводило до достовірного підвищення рівня середнього артеріального тиску, почастішання ритму серцевої діяльності, збільшення серцевого індексу, збільшення показників РІЛШ і РУІЛШ. У нетренованих собак м'язове навантаження в більшості дослідів приводило до зниження загального периферичного опору, що узгоджується з результатами обслідування групи здорових осіб, які не займаються спортом [3]. Аналіз даних проведених нами досліджень показав, що зміни систолічного індексу під впливом помірного фізичного навантаження були різноспрямовані і мало виражені. Отже, збільшення хвилинного об'єму крові при

помірному фізичному навантаженні відбуваються, переважно, внаслідок почастішання ритму серця.

Оскільки включення в процес м'язової діяльності великої маси скелетної мускулатури супроводжується поширеною вазодилятаторною реакцією (про що свідчить зниження загального периферичного опору судин), підвищення рівня системного артеріального тиску зумовлено, найімовірніше, збільшенням серцевого викиду і сприяє збільшенню кровопостачання інтенсивно функціонуючих м'язів. Про посилення насосної функції серця свідчить почастішання ритму, збільшення робочого індексу і робочого ударного індексу лівого шлуночка та збільшення серцевого викиду. При різних варіантах застосування фізичного навантаження можуть виникати, видимо, й інші співвідношення між змінами гемодинамічних параметрів. Проте в умовах м'язової діяльності зміни співвідношень основних показників гемодинаміки, як правило, супроводжуються збільшенням рівня системного артеріального тиску і посиленням кровоструменя, що забезпечує відповідні зміни кровопостачання в працюючих м'язах.

В умовах м'язової роботи, коли різко частішає ритм серцевих скорочень, відповідно скорочується тривалість серцевого циклу, подовжується тривалість періоду вигнання, обчислена на 1 *хв*. За даними ряду авторів [5, 10], подовження часу вигнання хвилинного об'єму крові є одним з основних механізмів збільшення серцевого викиду при м'язовій роботі.

Одержані нами дані дозволяють виявити значні відмінності гемодинамічних зрушень, що настають при першому і повторному фізичному навантаженні. Встановлено, що збільшення серцевого викиду, викликане фізичним навантаженням при першому його застосуванні, виражено більше, ніж при наступних його застосуваннях. У перших дослідах воно зумовлено крім почастішання ритму серця також і збільшенням систолічного індексу, тоді як у дальших дослідах закономірного збільшення СІ встановити не вдалося. При повторному застосуванні фізичних навантажень знижується також приріст робочого індексу і робочого ударного індексу лівого шлуночка та ступінь зниження загального периферичного опору.

Відзначено також, що вихідний рівень САТ, ритму серця і ряду інших показників гемодинаміки більш низький в експериментах з першим застосуванням фізичного навантаження. Видимо, цим можна частково пояснити ту обставину, що ступінь гемодинамічних зрушень зі збільшенням кількості експериментів на тій самій тварині стає менш вираженим. Слід гадати, що підвищення вихідного рівня ряду показників гемодинаміки при повторних застосуваннях фізичного навантаження має умовнорефлекторну природу. Крім того, зменшення вираженості гемодинамічних зрушень при повторних навантаженнях, видимо, пов'язано з тим, що в процесі тренування перебудова діяльності апарата кровообігу при помірному фізичному навантаженні забезпечує більш економну роботу серцево-судинної системи.

### *Література*

1. Берштейн С. А., Ільчевич М. В. — Фізіол. журн. АН УРСР, 1968, 3.
2. Гуревич М. И., Берштейн С. А., Голов Д. А., Повжитков М. М.— Физиол. журн. СССР, 1967, 53, 3, 350.
3. Двойнина А. П., Лычагина Т. П.— Матер. Всесоюзн. конфер. по кортико-висцеральным взаимоотнош., Целиноград, 1967, 58.
4. Карпман Б. Л., Шхвацабая Ю. К.— В сб.: Физиол. и патол. кровообращения, М., 1962, 22.
5. Карпман В. Л. — Фазовый анализ сердечной деятельности, М., 1965.
6. Кузьмина В. Н. — В сб.: Проблемы врачебного контроля, 1955, 3, 177.

7. Марковская Г. И. — Бюлл. экспер. биол. и мед., 1955, 40, 7, 7.
8. Маршак М. Е. — Физиол. журн. СССР, 1934, 18, 853.
9. Муравов И. В.— Автореф. докт. дисс., К., 1966.
10. Парин В. В., Меерсон Ф. З.— Напряжение миокарда и функциональный резерв сердца, М., 1962.
11. Поручиков Е. А.— Физиол. журн. СССР, 1963, 44, 9, 1076.
12. Asmussen E., Nielsen M.— Physiol. Rev., 1955, 35, 4, 778.
13. Christensen E.— Arbcitsphysiol., 1931, 4, 6, 470.
14. Dexter Z., Whittenberger J., Haynet F., Goodale W., Gorlin R., Sawyer C.— J. Appl. Physiol., 1951, 3, 439.
15. Evonuk E., Ynig C., Greenfield W., Eckstein J.— J. Appl. Physiol., 1961, 16, 271.
16. Fegler G.— Quart. J. Exper. Physiol., 1954, 39, 153.
17. Franklin D., Ellis K., Rushmer R.— J. Appl. Physiol., 1959, 14, 809.
18. Fronek A., Canz V.— Circulation Res., 1960, 8, 1, 175.
19. Henderson Y., Haggard H., Dolley F.— Am. J. Physiol., 1927, 82, 512.
20. Kelso A., Randall W.— Am. J. Physiol., 1959, 196, 731.
21. Mellerowicz H.— Arch. Kreislaufforsch., 1956, 24, 4—5, 70.
22. Mitchell J., Sproule B., Chapman C.— J. Clin. Invest., 1958, 37, 538.
23. Musshoff K., Reindell H., Klepzig H., Kirchoff H.— Cardiologia, 1957, 31, 359.
24. Musshoff K., Reindell H., Klepzig H.— Acta cardiol., 1959, 14, 427.
25. Reindell H., Klepzig H., Musshoff K.— Das Sporters. Hdb. inn. Med., 1960, 9, 1, 913.
26. Riley R., Himmelstein A., Motley H., Weiner M., Cournand A.— Am. J. Physiol., 1948, 152.
27. Rushmer R.— Amer. J. Physiol., 1959, 196, 745.
28. Rushmer R., Smith O.— Physiol. Rev., 1959, 39, 41.
29. Rushmer R.— Cardiovascular Dynamics, 1961.
30. Warner H., Toronto A.— Circul. Res., 1960, 8, 549.

Надійшла до редакції
19.II 1968 р.

## ИЗМЕНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У СОБАК ПОД ВЛИЯНИЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

**Н. В. Ильчевич, С. А. Берштейн**

Отдел физиологии кровообращения Института физиологии им. А. А. Богомольца АН УССР, Киев

Резюме

Изучение сдвигов гемодинамики при физической нагрузке и в процессе тренировки к ней представляет значительный интерес.

У десяти ненаркотизованных собак исследовались изменения основных параметров гемодинамики под влиянием бега в третбане (скорость 5 *км/час* в течение семи минут) с помощью разработанных в отделе физиологии кровообращения приемов, дающих возможность использовать для этой цели метод терморазведения.

Сразу же после начала бега в третбане отмечено резкое повышение системного артериального давления, которое оставалось на высоком уровне в течение всего бега и через 15 *мин* после остановки третбана возвращалось к норме. Частота сердечных сокращений достигала максимального уровня через 2—3 *мин* после начала мышечной работы, нормализуясь примерно через 15 *мин* после ее прекращения.

Умеренная физическая нагрузка у здоровых нетренированных собак приводила к увеличению сердечного индекса, возрастанию величины рабочего индекса и рабочего ударного индекса левого желудочка и уменьшению общего периферического сопротивления. Изменения систолического индекса под влиянием умеренной нагрузки были незначительными. Таким образом, увеличение сердечного выброса при мышечной работе умеренной интенсивности происходит главным образом за счет учащения ритма сердца.

При мышечной активности, сопровождающейся распространенной вазодилятаторной реакцией, повышение уровня САД обусловлено увеличением сердечного выброса. Об усилении насосной функции сердца свидетельствует учащение ритма сердца, увеличение РИЛЖ и РУИЛЖ.

Выявлены значительные отличия гемодинамических сдвигов, наступающих при первых и повторных физических нагрузках. Установлено, что увеличение сердечного выброса, вызванное физической нагрузкой при первом ее применении, выражено больше, чем в последующих экспериментах. Причем в первых опытах оно обусловлено помимо учащения ритма сердца также и достоверным увеличением систолического индекса, тогда как в последующих опытах его увеличения установить не удалось. При повторных физических нагрузках снижается также степень увеличения РИЛЖ, РУИЛЖ и степень снижения общего периферического сопротивления.

Отмечено, что исходный уровень САД, ритма сердца и других показателей гемодинамики более низок в экспериментах с первым применением физической нагрузки. Надо полагать, что повышение исходного уровня параметров гемодинамики при повторных применениях мышечной работы имеет условнорефлекторную природу. Кроме этого, уменьшение выраженности гемодинамических сдвигов при повторных нагрузках, вероятно, связано с тем, что в процессе тренировки перестройка деятельности аппарата кровообращения при умеренной физической нагрузке обеспечивает более экономную работу сердечно-сосудистой системы, тем не менее достаточную для обеспечения кровоснабжения органов и тканей.

## CHANGES OF MAIN HEMODYNAMIC INDICES IN NON-NARCOTIZED DOGS UNDER THE EFFECT OF PHYSICAL LOAD

**N. V. Ilchevich, S. A. Bershtein**

Department of Blood Circulation Physiology, the A. A. Bogomoletz Institute of Physiology, Academy of Sciences, Ukrainian SSR, Kiev

Summary

A moderate physical load in sound untrained dogs results in an increase of cardiac index, in the growth of magnitudes of work index and work impact index of the left ventricle and in a decrease in total peripheral resistance. Changes in the systolic index under the effect of a moderate load are insignificant.

Considerable differences are detected in hemodynamic shifts under the first and repeated physical loads. It is established that cardiac ejection increase evoked by the physical load at its first application is more pronounced than in subsequent experiments. Besides, in the first experiments this increase is conditioned not only by the cardiac rhythm quickening, but also by a definite increase in the systolic index, whereas in the subsequent experiments the authors failed to detect it.

It is noted that the initial level of average arterial pressure cardiac rhythm and other hemodynamic indices is lower in the experiments with the first application of load. It can be supposed that the increase in the initial level of the hemodynamic parameters with repeated applications of muscular work is of conditioned reflex origin. Besides, less pronounced hemodynamic shifts under repeated loads are, probably, connected with the fact that during training the reformation of the circulation system activity under moderate physical load provides more economic work of the cardiac-vascular system, which is nevertheless, sufficient for supplying the organs and tissues with blood.