

---

---

## Р о з д і л 3

# ЗМІНИ В ОРГАНІЗМІ ПРИ ВИКОНАННІ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

### 3.1. ФІЗІОЛОГІЧНІ ЗМІНИ ПРИ ВИКОНАННІ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Фізичне навантаження вимагає істотного підвищення функції серцево-судинної системи, від якої значною мірою (зазвичай у тісному взаємозв'язку з іншими фізіологічними системами організму) залежить забезпечення працюючих м'язів достатньою кількістю кисню та видалення із тканин вуглекислоти та інших продуктів метаболізму. Саме тому з початком м'язової роботи в організмі відбувається складний комплекс нейрогуморальних процесів, що внаслідок активізації симпатoadреналової системи призводить, з одного боку, до підвищення основних показників системи кровообігу (частоти серцевих скорочень, ударного і хвилинного об'ємів крові, системного артеріального тиску, об'єму циркулюючої крові тощо), а з іншого боку — зумовлює зміни тону судин в органах і тканинах. Зміни судинного тону проявляються у зниження тону і, відповідно, розширенні судин периферичного судинного русла (переважно гемокапілярів), що забезпечує доставку крові до працюючих м'язів. При цьому в окремих внутрішніх органах відбувається зростання тону і звуження дрібних судин. Вищеназвані зміни відображують перерозподіл кровотоку між функціонально активними і неактивними при навантаженні органами. У функціонально активних органах кровообіг істотно збільшується, наприклад, у скелетних м'язах у 15-20 разів (при цьому кількість функціонуючих гемокапілярів може зрости в 50 разів), у міокарді — в 5 разів, у шкірі (для забезпечення

адекватної тепловіддачі) — в 3-4 рази, у легенях — майже в 2-3 рази. У функціонально неактивних при навантаженні органах (печінці, нирках, мозку) кровообіг значно зменшується. Якщо у стані фізіологічного спокою кровообіг у внутрішніх органах становить близько 50% хвилинного об'єму серця (ХОС), то при максимальній фізичному навантаженні воно може знижуватися до 3-4% ХОС.

**Визначення типу реакції серцево-судинної системи на фізичне навантаження.** Для визначення типу реакції серцево-судинної системи враховують наступні параметри:

1. Збудливість пульсу — збільшення частоти пульсу по відношенню до початкового значення, яке визначається у відсотках.
2. Характер змін артеріального тиску (АТ) — систолічного та діастолічного і пульсового.
3. Час повернення показників пульсу і АТ до початкового рівня.

Виділяють 5 основних типів реакції серцево-судинної системи: нормотонічний, гіпотонічний, гіпертонічний, дистонічний і ступінчастий.

Для *нормотонічного* типу реакції характерне прискорення частоти пульсу на 60-80% (у середньому на 6-7 ударів за 10 сек); помірне підвищення систолічного АТ до 15-30% (15-30 мм рт.ст.); помірне зниження діастолічного АТ на 10-30% (5-15 мм рт.ст.), що зумовлено зменшенням загального периферичного опору в результаті розширення судин периферичного судинного русла для забезпечення працюючих м'язів необхідною кількістю крові;

значне підвищення пульсового АТ — на 80-100%, яке побічно відображує інтенсивність серцевого викиду, тобто ударного об'єму і свідчить про його збільшення); нормальний період процесу відновлення: при пробі Мартіне у чоловіків становить до 2,5 хвилин, у жінок — до трьох хвилин.

Нормотонічний тип реакції вважається сприятливим, оскільки свідчить про адекватний механізм пристосування організму до фізичного навантаження. Збільшення хвилинного обсягу кровообігу (ХОК) під час такої реакції відбувається за рахунок оптимального і рівномірного збільшення ЧСС і ударного об'єму серця (УОС).

Для *гіпотонічного* (астенічного) типу реакції характерне значне збільшення частоти пульсу — більше 120-150%; систолічний АТ при цьому трохи підвищується, або не змінюється, або навіть зменшується; діастолічний АТ частіше не змінюється, або навіть підвищується; пульсовий АТ частіше знижується, а якщо й підвищується, то незначно — всього на 12-25%; значно уповільнюється період відновлення — більше 5-10 хвилин.

Даний тип реакції вважається несприятливим, оскільки забезпечення працюючих м'язів і органів кров'ю в даному варіанті досягається тільки за рахунок збільшення ЧСС при незначній зміні УОС, тобто серце працює малоефективно і з великими енергетичними витратами. Такий тип реакції спостерігається найчастіше у нетренованих і мало тренуваних осіб, при вегетосудинних дистоніях за гіпотонічним типом, після перенесених захворювань, у спортсменів на тлі перевтоми і перенапруження. Однак у дітей і підлітків даний тип реакції, при зниженні діастолічного АТ при нормальній тривалості періоду відновлення, вважається варіантом норми.

Для *гіпертонічного* типу реакції характерним є значне прискорення пульсу — більше 100%; значне підвищення систолічного АТ до 180-200 мм рт.ст. і вище; невелике підвищення діастолічного АТ — до 90 мм рт.ст. і вище, або тенденція до підвищення; підвищення пульсового АТ, яке в даному випадку зумовлено підвищеним опором кровотоку внаслідок спазму периферичних судин, що свідчить про значне напруження в діяльності міокарду; період відновлення істотно сповільнюється (більше 5 хвилин).

Тип реакції вважається несприятливим у зв'язку з тим, що механізми адаптації до навантаження мають незадовільний характер. При значному збільшенні об'єму систоли на тлі підвищення загального периферичного опору

в судинному руслі серце вимушено працювати з досить великим напруженням. Даний тип зустрічається при схильності до гіпертонічних станів (у тому числі при прихованих формах гіпертонії), вегетосудинних дистоніях за гіпертонічним типом, початкових і симптоматичних гіпертензіях; атеросклерозі судин, при перевтомі й фізичному перенапруженні у спортсменів. Схильність до гіпертонічного типу реакції при виконанні інтенсивних фізичних навантажень може зумовити виникнення судинних «катастроф» (гіпертонічного кризу, інфаркту, інсульту і тому подібне).

Слід також зазначити, що деякі автори як один з варіантів гіпертонічної реакції виділяють гіперреактивний тип реакції, для якого, на відміну від гіпертонічного, характерно помірно зниження діастолічного артеріального тиску. При нормальному періоді відновлення його можна вважати умовно сприятливим. Тим не менш, цей тип реакції свідчить про підвищення реактивності симпатичного відділу вегетативної нервової системи (симпатикотонії), що є одним з перших ознак порушення вегетативної регуляції серцевої діяльності і підвищує ризик виникнення патологічних станів під час виконання інтенсивних навантажень, зокрема, фізичного перенапруження у спортсменів.

Для *дистонічного* типу реакції характерно значне прискорення пульсу — більше 100%; істотне підвищення систолічного АТ (іноді вище 200 мм рт.ст.); зниження діастолічного АТ до нуля («феномен нескінченного тону»), яке триває протягом більше двох хвилин (тривалість цього феномену в межах 2 хвилин вважається варіантом фізіологічної реакції); уповільнення періоду відновлення.

Такий тип реакції вважається несприятливим і свідчить про надлишкову лабільність системи кровообігу, що зумовлено різким порушенням регулювання судинного русла. Спостерігається при порушеннях з боку вегетативної нервової системи, неврозах, після перенесених інфекційних захворювань, часто у підлітків в пубертатному періоді, при перевтомі й фізичному перенапруженні у спортсменів.

Для *ступеневого* типу реакції характерно різке пришвидшення частоти пульсу — більше 100%; ступінчасте підвищення систолічного АТ, тобто систолічний АТ, виміряний безпосередньо після навантаження на першій хвилині, нижче ніж на другій або третій хвилині періоду відновлення; уповільнений період відновлення.

Цей тип реакції також вважається несприятливим, тому що механізм адаптації до навантаження незадовільний. Він свідчить про ос-

лаблену систему кровообігу, не здатну адекватно і швидко забезпечувати перерозподіл кровотоку, необхідного для виконання м'язової роботи. Така реакція спостерігається в осіб похилого віку, при захворюваннях серцево-судинної системи, після перенесених інфекційних захворювань, при перевтомі, при низькій фізичній підготовці, а також недостатній загальній тренуваності у спортсменів.

Гіпотонічний, гіпертонічний, дистонічний і ступінчастий тип реакції вважаються патологічними типами реакції серцево-судинної системи на фізичне навантаження. Незадовільним також вважається нормотонічний тип реакції, якщо відновлення пульсу і АТ відбувається довше трьох хвилин.

У теперішній час на підставі оцінки результатів функціональних навантажувальних проб серцево-судинної системи, замість п'яти типів реакції виділяють три типи реакції пульсу і артеріального тиску (Карпман В.Л. та інші, 1988; Земцовський Є.В., 1995): фізіологічний адекватний, фізіологічний неадекватний і патологічний. У цьому випадку для визначення типу реакції крім змін ЧСС і АТ враховують показники ЕКГ.

*Фізіологічний адекватний тип* характеризується адекватним збільшенням ЧСС і систолічного АТ у відповідь на навантажувальний тест і швидким відновленням значень після припинення навантажень. Немає змін на ЕКГ і патологічних аритмій. Такий тип реакції характерний для здорових і добре підготовлених спортсменів.

*Фізіологічний неадекватний тип* при виконанні навантаження характеризується переважно хронотропною реакцією на навантаження, неадекватним підйомом систолічного АТ і уповільненим відновленням пульсу. На ЕКГ можуть виявлятися незначні (діагностичні) зміни і порушення ритму (одиночні екстрасистоли). Цей тип реакції властивий здоровим, але погано підготовленим чи перетренованим спортсменам.

*Патологічний або умовно патологічний тип* характеризується падінням або неадекватним підйомом АТ при виконанні навантаження чи в період відновлення. Можуть бути виражені зміни на ЕКГ і клінічно значущі зміни аритмії. При цьому варіанті реакції виділяють три підтипа залежно від змін АТ: гіпотензивний — в разі недостатнього підвищення або навіть падіння АТ у процесі виконання навантаження; терміновий гіпертензивний — при появі гіпертензії в процесі виконання навантаження; відставлений гіпертензивний — при підвищенні АТ у відновному періоді.

Оцінити якість реакції серцево-судинної системи на навантаження можна також розраховавши показник якості реакції (ПЯР):

$$\text{ПЯР (за Кушелевським)} = \frac{PT_2 - PT_1}{P_2 - P_1},$$

де

- $PT_1$  — пульсовий тиск до навантаження;  
 $PT_2$  — пульсовий тиск після навантаження;  
 $P_1$  — пульс до навантаження;  
 $P_2$  — пульс після навантаження.

Оцінка ПЯР: 0,1-0,2 — нераціональна реакція; 0,3-0,4 — задовільна реакція; 0,5-1,0 — добра реакція; >1,0 — нераціональна реакція.

**Проба Руф'є.** В теперішній час ця проба широко застосовується у спортивній медицині. Вона дозволяє оцінити функціональні резерви серця. При проведенні проби враховують лише зміни пульсу. У випробуваного, який знаходиться в положенні лежачи на спині через 5 хвилин реєструється пульс за 15 сек ( $P_1$ ). Потім протягом 45 сек йому пропонується виконати 30 присідань. Після цього пацієнт лягає і у нього знову реєструють пульс за перші 15 сек ( $P_2$ ), а потім — за останні 15 сек ( $P_3$ ) першої хвилини відновного періоду. Далі розраховується індекс Руф'є.

$$\text{Індекс Руф'є} = -4(P_1 + P_2 + P_3) - 200 / 10$$

Оцінка функціональних резервів серця проводиться за спеціальною таблицею. Варіантом цього індексу є індекс Руф'є-Діксона:

$$\text{Індекс Руф'є-Діксона} = (4 P_2 - 70) + (4 P_3 - 4 P_1).$$

Результати проби оцінюють за величиною від 0 до 2,9 як хороший; у межах від 3 до 5,9 як середній; в межах від 6 до 8 як нижчий за середній; при значенні індексу більше 8 як поганий.

### 3.2. ПАТОГЕНЕТИЧНІ СИНДРОМИ У СПОРТИВНІЙ МЕДИЦИНІ

Розвиток хвороби як реакції всього організму на дію етіологічного фактору визначають характеристики фактора (специфіка, сила, тривалість дії) і *реактивність організму* — генетично детермінована і перебуваюча під впливом зовнішніх чинників фізико-хімічного, біологічного, соціального середовища сукупність властивостей організму, які визначають характер системної реакції.

Унаслідок взаємодії етіологічного фактору та організму розвиваються або захисні, пристосувальні, компенсаторні **реакції саногенезу**, спрямовані на досягнення позитивного