

Фізіологічна реактивність та співвідношення «стимул-реакція» за умов фізичних навантажень різного характеру

Науково-дослідний інститут Національного університету фізичного виховання і спорту України (м. Київ)

Постановка наукової проблеми та її значення. Відомо, що амплітуда фізіологічних відповідей на подразники різного характеру й сили, а також співвідношення «стимул-реакція» залежить від віку, функціонального стану організму та рівня його тренуваності [1; 8]. При аналізі експериментальних даних із таких позицій виникає необхідність і врахування типу фізіологічної реактивності, який обумовлює пристосування організму до ефективного виконання певної вузькоспеціалізованої діяльності, що вимагає максимального прояву різних сторін енергозабезпечення роботи.

У кожному випадку взаємодія між організмом і будь-яким подразником середовища залежить від характеру (сили, тривалості) впливу і від індивідуальної здатності організму реагувати на цей подразник. Із позиції розробленої теорії адаптаційних реакцій функціональний стан організму як єдиного цілого може бути описаний за допомогою типу адаптаційної реакції й рівня реактивності, на якому ця реакція розвивається. Якщо сила подразника виходить за межі адаптивних можливостей організму, то ступінь пошкодження визначається в основному інтенсивністю зовнішнього впливу. Проте якщо сила подразника не перевищує адаптивних можливостей організму, то інтенсивність відповіді визначається характером реактивності індивіда, яка залежить від його конституціональних, гено- і паратипових рис [2].

У найбільш загальному вигляді, на основі оцінки рівня й кінетичних характеристик реакції функціональних систем організму на зовнішні подразники всіх людей умовно можна розділити на гіперреактивних, гіпореактивних і нормореактивних [6]. За деякими оцінками серед усіх людей звичайно близько 15–20 % чітко гіперреактивних і гіпореактивних. Уважають, що ці характеристики фізіологічної реактивності спадкові й накладають відбиток на характер реагування на подразники різного характеру – від патогенних до психоемоційних, тобто на весь процес адаптації [4].

Вид спорту має стати моделлю певного виду діяльності людини, у якому здатність системи дихання до адаптації в змінних умовах є вирішальним фактором для успішного виконання практичного завдання. Особливості реакції функціональних систем організму спортсменів на фізичні навантаження пов'язані зі специфікою вимог виду змагального навантаження, а також зі спрямованістю тренувальних впливів [7; 8].

Так, серед однорідного контингенту кваліфікованих спортсменів також можна виділити спортсменів (26 %) із відносно підвищеним рівнем реакції на фізичні навантаження – гіперкінетичний тип реагування. Їх відрізняє висока аеробна потужність, рухливість і загальні більш високі мобілізаційні властивості функції [6]. Можна виділити групу спортсменів (21 % від загального об'єму однорідної групи, для якої характерні знижені максимальні рівні реакції кардіореспіраторної системи на навантаження відносно рівнів інтенсивності навантаження й метаболізму – гіпокінетичний тип реагування. Серед однорідної групи висококваліфікованих спортсменів найбільш високих і стабільних спортивних результатів, як правило, досягають спортсмени з тенденцією до індивідуального типу реагування на фізичні навантаження. Цих спортсменів відрізняє підвищена резистентність до внутрішнього середовища організму, відносно висока функціональна стійкість та економічність і відносно висока анаеробна потужність.

Для спортсменів гіперкінетичного типу реагування характерний більший терміновий тренувальний ефект, ніж для спортсменів гіпокінетичного типу при однакових тренувальних навантаженнях. У зв'язку з цим для спортсменів гіперкінетичного типу реагування характерна загальна більша чутливість до тренувальних впливів і відносно швидкий розвиток спеціальної витривалості, формування спортивної форми [6].

У зв'язку з вищевикладеним особливу актуальність у спортивній фізіології набуває розробка критеріїв індивідуальної корекції й спрямованості процесу адаптації висококваліфікованих спортсменів до напружених тренувальних навантажень. Нові можливості для цього виникають при врахуванні індивідуальних особливостей фізіологічної реактивності кардіореспіраторної системи для оцінки

характеру її оптимізації в процесі спортивного тренування. Ми виходимо з того, що це може бути зроблено на підставі врахування індивідуальних особливостей чутливості й стійкості функціональних реакцій до зрушень дихального гомеостазису та кінетичних характеристик реакції КРС у взаємоз'язку з рівнем енергетичних можливостей організму спортсменів у процесі адаптації до напружених тренувальних навантажень. Ми вважаємо, що кваліфіковані спортсмени, які розвивають різні сторони спеціальної витривалості, відрізняються за характеристиками реакції кардіореспіраторної системи (КРС), виходячи із закону «силових відношень» (співвідношення «стимул-реакція»).

Робота виконувалася в межах держбюджетної науково-дослідної теми 2.35 «Критерії оцінки функціонального потенціалу спортсменів високого класу» (№ держ. реєстрації – 0114U001482) Міністерства освіти і науки України.

Завдання роботи – визначити особливості реакції кардіореспіраторної системи кваліфікованих спортсменів при фізичних навантаженнях, виходячи із закону «силових відношень», які пов'язані з фізіологічною реактивністю організму (чутливістю й стійкістю реакцій КРС на адекватні гуморальні стимули).

Методи та організація дослідження. У змагальному періоді підготовки в лабораторних умовах були проведені дослідження за участю спортсменів високого класу (КМС–МС), членів збірної команди України з легкої атлетики (54 чоловіка) у віці 19–24 років, які протягом 5–8 років спеціалізувались у вибраному виді спорту.

Використовувалися методи комплексного тестування характеристик фізіологічної реактивності КРС (чутливості, стійкості й швидкості розгортання реакцій) на гіперкапнічні ($\text{CO}_2\text{-H}^+$) зрушення дихального гомеостазису в стані спокою та при виконанні тестових навантажень. Прогресуючу $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимуляцію створювали методом зворотного дихання в системі «bag in the box», робоча система якого заповнювалася газовою сумішшю з 50–60 % умістом O_2 . У якості тестів використовувалися фізичні навантаження аеробного характеру енергозабезпечення низької потужності з рівнем споживання O_2 17,36–25,97 % від максимального рівня споживання O_2 ($\text{VO}_{2\text{max}}$), середньої потужності – із рівнем VO_2 51,86–55,39 % від $\text{VO}_{2\text{max}}$ і максимальної потужності – з рівнем VO_2 80,1–93,2 % від $\text{VO}_{2\text{max}}$. Фізичні тестові навантаження постійної потужності виконувалися при швидкості руху 5 км·год⁻¹ і 10 км·год⁻¹ (відповідно) на тредмілі LE-200С. Для оцінки реакції кардіореспіраторної системи (КРС) на тестові навантаження використовувався автоматизований газоаналітичний комплекс «Охусон Про» («Jager», Німеччина) і методичний підхід оцінки фізіологічної реактивності КРС [1]. Кінетичні характеристики реакції КРС на тестові навантаження визначали з урахуванням швидкості початкової частини реакції, її піку та стійкості.

Статистична обробка результатів проводилась із використанням комп'ютеризованої програми «Microsoft Excel». Тестування проводили після дня відпочинку при стандартному режимі харчування й питного режиму. Спортсмени були обізнані про зміст тестів і дали згоду на їх проведення.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Проведені попередні дослідження за умов дії прогресуючої гіперкапнічної стимуляції дали змогу виявити три групи спортсменів, які відрізнялися за типом реагування КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул [7; 8]. Так, кваліфіковані спортсмени з I типом реагування, який відповідав уявленням про гіперкінетичний тип, характеризувалися відносно високим рівнем чутливості й загальної реактивності вентиляторної та циркуляторної реакції ($\Delta V_E/\Delta P_A\text{CO}_2$ 2,27±0,16 л·хв⁻¹мм рт. ст.⁻¹, $\Delta \text{HR}/\Delta P_A\text{CO}_2$ 1,29±0,13 уд·хв⁻¹мм рт. ст.⁻¹). Спортсменів з III типом реагування відрізняв знижений рівень чутливості КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул ($\Delta V_E/\Delta P_A\text{CO}_2$ 1,09±0,14 л·хв⁻¹мм рт. ст.⁻¹, $\Delta \text{HR}/\Delta P_A\text{CO}_2$ 0,64±0,14 уд·хв⁻¹мм рт. ст.⁻¹). Середній рівень чутливості кардіореспіраторної системи на гіперкапнічні й гіпоксичні зрушення дихального гомеостазису відрізняв спортсменів із II типом реагування.

Відмінності чутливості КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул певним чином впливають на рівень фізичної працездатності та характер мобілізації аеробних й анаеробних факторів енергозабезпечення навантаження. Виявлена загальна закономірність, яка полягає в тому, що підвищення рівня чутливості та загальної реактивності кардіореспіраторної системи на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул взаємозумовлено з переважанням у тренувальному процесі швидко-силових тренувальних навантажень переважно анаеробного характеру, а її зниження – переважним використанням засобів тренувань, спрямованих на розвиток аеробних можливостей організму й підвищення рівня витривалості спортсменів. Це вказує на те, що зміни стану нервових утворень, які визначають рівень чутливості КРС, з одного боку, відображають тривалу кумуляцію однотипних тренувальних впливів, а з іншого – тісно пов'язані із властивими спортсменам спадковими особливостями реакції КРС при фізичних навантаженнях [7; 8].

На рис.1 представлені відмінності груп спортсменів із різним типом фізіологічної реактивності на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул за рівнем і структурою реакцій КРС при виконанні тестових фізичних навантажень із різним дистанційним рівнем споживання O_2 . Ці особливості відображають зміни, що забезпечують стійкість та економічність функціональних реакцій на високому рівні потужності фізичного навантаження.

У спортсменів зі зниженим рівнем чутливості КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул (III група) за умов навантажень середньої аеробної потужності (рис. 1. А) відзначався відносно знижений рівень відповідної реакції КРС за рівнем легеневої вентиляції (V_E), споживання O_2 (VO_2) і частотою серцевих скорочень (HR), що становило 82–94 % від середніх даних для всіх спортсменів ($p < 0,05$). За умов фізичних навантажень максимальної аеробної потужності (рис. 1. Б) високий рівень фізичної працездатності забезпечувався вірогідно вищою швидкістю утилізації O_2 (VO_2 122,16±2,18 %) і рівнем легеневої вентиляції (V_E 117,77±2,09 %). При цьому при виконанні навантажень різної аеробної потужності в спортсменів зі зниженим рівнем фізіологічної реактивності спостерігали вищий рівень ефективності легеневої вентиляції (EQO₂ 91,02–97,13 %), економічності (O_2 -пульс 121,34–124,96 %). Величина коефіцієнта функціональної стійкості для «дрейфу» ЧСС і вентиляційного еквівалента для O_2 за умов навантажень середньої (КФУ HR_{ст} 70,22±6,03 %, КФУ EQO_{2ст} 72,85±5,84 %) і максимальної (КФУ HR_{кр} 76,14±6,39 %, КФУ EQO_{2кр} 69,94±6,82 %) аеробної потужності, свідчила про більшу стійкість функціональних реакцій при тривалих навантаженнях в осіб зі зниженим рівнем чутливості КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул, що поєднувалися з нижчим рівнем дихальної компенсації метаболічного ацидозу, про що побічно свідчив відносно нижчий рівень виділення CO_2 (VCO_2 82,19–83,76 %) і газообмінного відношення (VCO_2/VO_2 82,02–93,79 %).

В осіб із високим рівнем чутливості КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул, навпаки, за умов фізичних навантажень низької й середньої аеробної потужності (див. рис. 1. А.) відзначався вищий рівень відповідної реакції кардіореспіраторної системи за рівнем легеневої вентиляції, споживання O_2 і частоти серцевих скорочень (показники змінювалися в межах 103,49–126,76 % від узагальненої моделі). За умов навантаження максимальної аеробної потужності (див. рис. 1. Б.) знижений рівень фізичної працездатності поєднувався зі зниженим рівнем реакції КРС (V_E 83,29±5,09 %, VO_2 79,13±5,73 %). При цьому, незалежно від рівня реакції кардіореспіраторної системи за V_E , VO_2 і HR, виконання тестових навантажень завжди супроводжувалося підвищеним рівнем дихальної компенсації метаболічного ацидозу (VCO_2 116,29–127,41 %, VCO_2/VO_2 112,96–123,78 %) за умов навантажень різної потужності, а також зниженим рівнем економічності й стійкості (КФУ HR 123,96–130,38 %, КФУ EQO₂ 137,47–143,88 %) функціонування кардіореспіраторної системи.

Отже, у спортсменів із відносно зниженим рівнем чутливості КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул зі збільшенням сили подразника (інтенсивності фізичного навантаження) збільшувався рівень фізіологічної реакції кардіореспіраторної системи за умов фізичних навантажень із різним характером енергозабезпечення. У той же час високий рівень фізіологічної реактивності організму на зрушення дихального гомеостазису в стані спокою поєднувався з високим рівнем фізіологічної реакції кардіореспіраторної системи за умов дії подразника слабкої сили (аеробне навантаження низької й середньої потужності) і знижений рівень реакції на дію подразника сильної сили (максимальне аеробне навантаження).

За швидкістю розгортання функціональних реакцій за умов тестових навантажень різного характеру виявлено низку особливостей, що пов'язані з рівнем фізіологічної реактивності спортсменів. Згідно з літературними даними, висока швидкість розгортання функціональних реакцій існує у видах спорту із змагальною діяльністю відносно невеликої тривалості (до 10 хвилин) [7; 8; 9]. Результати наших досліджень свідчили, що в спортсменів із різним рівнем чутливості КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул й особливостями довгострокової адаптації швидкість розгортання функціональних реакцій різна та залежить від інтенсивності тестових навантажень. Так, за умов рівномірного аеробного навантаження середньої потужності (VO_2 51,86–55,39 % від $\text{VO}_{2\text{max}}$) висока швидкість розгортання функціональних реакцій, яка оцінювалася за напівперіодом реакції збільшення споживання O_2 ($T_{50}\text{VO}_2$, с), відзначалась у спортсменів із високим рівнем фізіологічної реактивності ($T_{50}\text{VO}_{2\text{ст}}$ 75,01±7,16 %) (рис.1), а найменша швидкість розгортання функціональних реакцій була властива для спортсменів зі зниженим рівнем чутливості кардіореспіраторної системи на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул ($T_{50}\text{VO}_{2\text{ст}}$ 125,91±9,71%). Із підвищенням потужності фізичного навантаження (максимальна аеробна потужність навантаження з VO_2 85,92–93,33% від $\text{VO}_{2\text{max}}$) вища рухливість функціональних реакцій відзначалась у спортсменів зі зниженим рівнем чутливості КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул ($T_{50}\text{VO}_{2\text{кр}}$ 80,95±4,12%) (рис. 1).

Тобто за умов навантаження середньої аеробної потужності високий рівень чутливості КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул, як у спортсменів-бігунів на дистанції 100 м, зумовлював швидку реакцію КРС на

зміну кислотно-лужного стану крові, а за умов тривалого навантаження максимальної аеробної потужності знижена чутливість КРС до гіперкапнії в бігунів на 5000 м сприяла мобілізації, а не пригніченню швидкості розгортання функціональних реакцій.

Виявлені в осіб із різним рівнем фізіологічної реактивності відмінності реакції кардіореспіраторної системи при виконанні фізичних навантажень різної потужності проаналізовані, виходячи із закону «силових відношень» [2]. В осіб із високим рівнем чутливості КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул при дії подразника середньої сили, як за умов фізичного навантаження низької й середньої потужності, відзначався вищий рівень відповідної реакції, а з підвищенням сили подразника (навантаження максимальної аеробної потужності) знижувався рівень відповідної реакції. Подібне співвідношення «стимул-реакція» може бути в дітей та підлітків і зниження відповідей на збільшення сили подразника пояснюється виснаженням функціональних резервів організму [2]. У цьому випадку в спортсменів простежено співвідношення, які пов'язані з рівнем фізіологічної реактивності кардіореспіраторної системи й відображають специфіку пристосування системи для ефективної реалізації її можливостей за умов прояву вузькоспеціалізованої працездатності на коротких змагальних дистанціях та реалізації для цього тих чи інших сторін енергетичного потенціалу організму.

А ($\dot{V}O_2$ 51,9–55,4 % від $\dot{V}O_{2max}$)

Б ($\dot{V}O_2$ 80,1–93,2 % від $\dot{V}O_{2max}$)

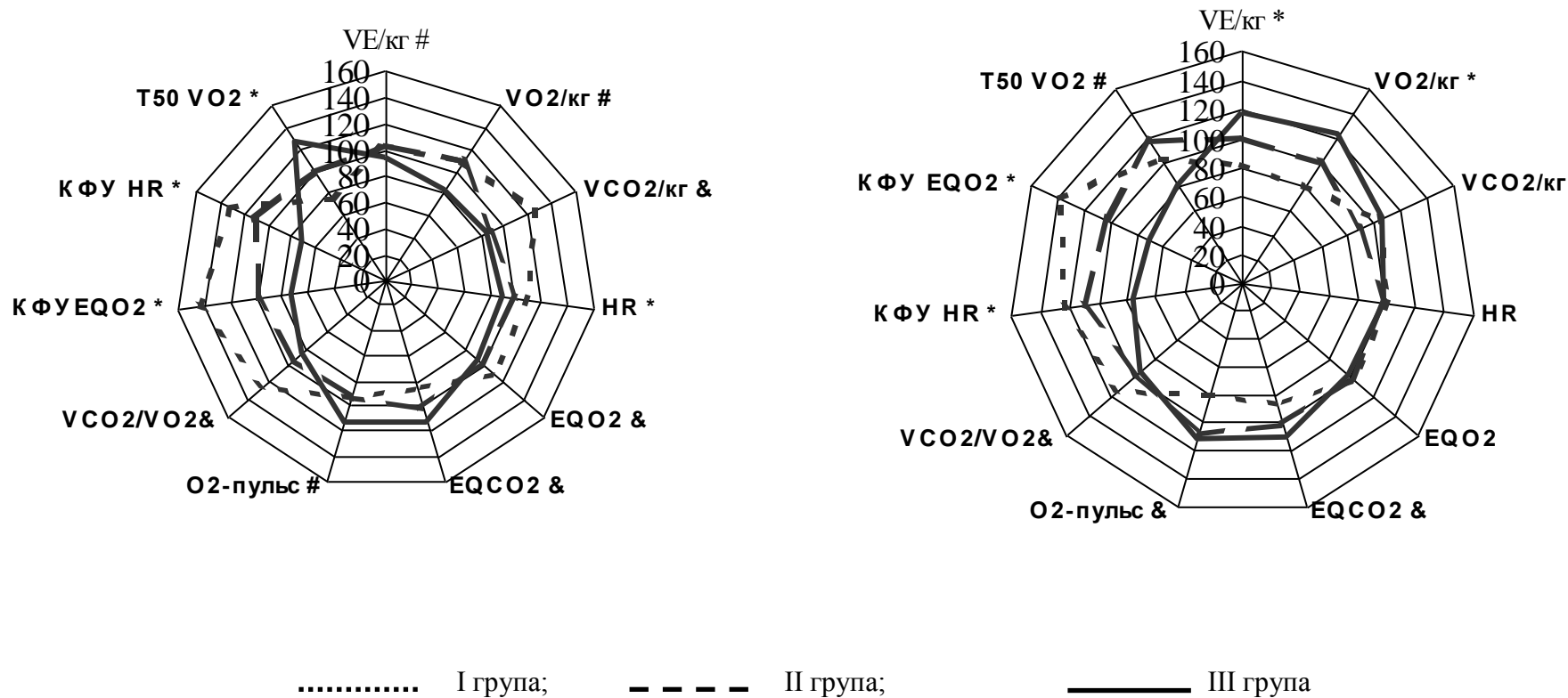


Рис. 1. Відмінності характеристик реакції кардіореспіраторної системи (у % відносно середніх даних для всіх спортсменів) за умов навантажень різної аеробної потужності – середньої (А) і максимальної (Б), у кваліфікованих спортсменів із різним рівнем фізіологічної реактивності: I група – високий рівень фізіологічної реактивності, біг на 100 м; II група – середній рівень фізіологічної реактивності, біг на 800 м; III група – знижений рівень фізіологічної реактивності, біг на 5000 м.

Примітки: * – вірогідні відмінності між усіма групами ($p < 0,05$); # – вірогідні відмінності III групи відносно I і II; & – вірогідні відмінності III групи відносно I; @ – вірогідні відмінності III групи відносно II ($p < 0,05$)

У спортсменів зі зниженим рівнем фізіологічної реактивності на дію подразника середньої сили відзначено знижений рівень відповідної реакції КРС, а зі збільшенням сили подразника – підвищення рівня відповідної реакції. Зниження чутливості реакцій КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул у цьому випадку відображає збільшення її функціональних можливостей і ступінь такого зниження чутливості до CO_2 тісно пов'язаний зі збільшенням максимального рівня споживання O_2 та деякими іншими проявами максимальних можливостей кардіореспіраторної системи й фізичної працездатності за умов навантаження максимальної аеробної потужності. Згідно з літературними даними, знижена відповідь на подразнення середньої сили й максимальна реакція на екстремальний стимул властива особам із гарною фізичною підготовкою та спортсменам із високою спортивною працездатністю [7; 8; 1].

У спортсменів із середнім рівнем фізіологічної реактивності відзначалося поступове збільшення сили відповідної реакції кардіореспіраторної системи в міру збільшення сили подразника. В. А. Березовський і Т. В. Серебровська [4; 9] подібний тип реакції виявили в здорових нетренованих людей зрілого віку.

Отже, у спортсменів із різним рівнем фізіологічної реактивності кардіореспіраторної системи на зрушення дихального гомеостазису відрізняє різне співвідношення «стимул–реакція». Отримані результати узгоджуються з наведеними вище даними літератури, якщо вважати, що в ряді «діти – підлітки – нетреновані люди – кваліфіковані спортсмени» найвищий рівень чутливості КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул відрізняє дітей і підлітків, а знижений – кваліфікованих спортсменів із високим рівнем фізичної працездатності [1; 7; 8]. Але відзначені вище закономірності змін співвідношення «стимул реакція» залежно від рівня фізіологічної реактивності, властиві тільки для характеристик відповідної реакції кардіореспіраторної системи за рівнем легеневої вентиляції, споживання O_2 , частоти серцевих скорочень, а також швидкості розгортання функціональних реакцій. Відзначимо, що незалежно від сили діючого подразника в спортсменів із високим рівнем чутливості КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул за умов дії подразника різної сили завжди відзначався підвищений рівень активності анаеробних гліколітичних процесів в енергозабезпеченні, знижений рівень економічності й стійкості функціонування кардіореспіраторної системи, порівняно зі спортсменами зі зниженим і середнім рівнями фізіологічної реактивності. Потрібно, враховувати й можливий гальмуючий ефект гіпоксії навантаження на центральну нервову систему, її пригнічувальну дію на центральні структури дихального центру [7; 3]. Вважають, що зниження чутливості реакцій кардіореспіраторної системи до гіпоксії та гіперкапнії й більша їх стійкість є важливим фактором стійкості функціональних реакцій організму спортсменів за умов тривалого напруженого фізичного навантаження максимальної аеробної потужності.

Відзначався позитивний взаємозв'язок між характеристиками чутливості та загальної реактивності КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул із рівнем реакцій КРС і швидкістю їх розгортання за умов аеробного навантаження середньої потужності (VO_2 51,86–55,39 % від VO_2max) і негативний взаємозв'язок із рівнем реакції кардіореспіраторної системи за умов фізичних навантажень максимальної аеробної потужності (VO_2 85,92–93,33 % від VO_2max). Протилежний характер взаємозв'язку відзначався між рівнем чутливості й реактивності кардіореспіраторної системи на зрушення дихального гомеостазису в стані спокою та показниками, що характеризували рівень економічності й стійкості функціональних систем, а також позитивний взаємозв'язок із показниками питомої ваги анаеробних гліколітичних процесів в енергозабезпеченні фізичного навантаження як середньої, так і максимальної аеробної потужності. У процесі адаптації простежено такий характер оптимізації фізіологічної реактивності (чутливості та стійкості) кардіореспіраторної системи до зрушень дихального гомеостазису, який може виступати як механізм формування потужності дихальної компенсації метаболічного ацидозу, що забезпечував би ефективність основних факторів, які визначають рівень фізичної працездатності й енергетичних процесів.

Отримані дані підтверджують, що спеціалізований розвиток тих чи інших сторін енергозабезпечення навантаження накладає відбиток на реактивні властивості КРС, і вказують на модифікацію ролі кардіореспіраторної системи при пристосуванні до навантажень різного характеру енергозабезпечення – змінюється співвідношення її значення в постачанні працюючих м'язів киснем і в їх «очищенні» від метаболітів. Така модифікація полягає і в підвищенні чутливості й загальної реактивності КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул та ацидемію при виконанні швидкісно-силових тренувальних навантажень анаеробного характеру, і в зниженні чутливості – при використанні засобів тренувань, спрямованих на розвиток аеробних можливостей і підвищення рівня витривалості спортсменів.

Висновки. Кваліфікованих спортсменів із різним типом фізіологічної реактивності (за чутливістю й стійкістю реакцій кардіореспіраторної системи на адекватні гуморальні стимули), які спеціалізуються на різних за часом подолання змагальних дистанціях, відрізняє різне співвідношення «стимул–реакція» за умов фізичних навантажень різного характеру.

Високий рівень фізіологічної реактивності організму визначає високий рівень реакції КРС в умовах дії подразника слабкої сили (аеробне навантаження низької й середньої потужності) та знижений рівень реакції на дію подразника великої сили (аеробне навантаження максимальної потужності), що зумовлює більш швидку реакцію кардіореспіраторної системи в початковій частині фізичної аеробного навантаження середньої потужності й знижену – в умовах навантаження максимальної аеробної потужності.

У спортсменів зі зниженим рівнем фізіологічної реактивності більш виражена реакція спостерігалася при значно більшій силі подразника та знижена швидкість розгортання функціональних реакцій при аеробному навантаженні середньої потужності.

Знижений рівень фізіологічної реактивності на зрушення дихального гомеостазису сприяє мобілізації без пригнічення реакцій кардіореспіраторної системи, а в умовах тривалого навантаження максимальної аеробної потужності знижена чутливість реакцій кардіореспіраторної системи до гіперкапнії в спортсменів-бігунів на довгі дистанції (5000 м) сприяли мобілізації аеробних можливостей більш тривалий час без пригнічення швидкості розгортання функціональних реакцій.

Перспективи подальших досліджень. Визначити найбільш сприятливі умови для максимальної мобілізації функціональних та енергетичних можливостей у спортсменів із різною чутливістю й стійкістю функціональних реакцій до дії гіперкапнічного стимулу.

Джерела та література

1. Березовский В. А. Индивидуальная реактивность системы дыхания человека и ее оценка / В. А. Березовский, Т. В. Серебровская // Физиологический журнал. – 1988. – Т. 34, №6. – С. 3–7.
2. Гаркави Л. Х. Диагностика и коррекция состояния организма с позиций периодической закономерности развития адаптационных реакций / Л. Х. Гаркави, Е. Б. Квакина // Проблемы нейрокибернетики: диагностика и коррекция функционального состояния. – Ростов н/Д, 1989. – С. 3–12.
3. Дыхательный центр / М. В. Сергиевский, Н. А. Меркулова, Р. Ш. Гавдарахманов, В. Е. Якунин, О. С. Сергеев. – М. : Медицина, 1975. – 183 с.
4. Казначеев В. П. Адаптация и конституция человека / В. П. Казначеев, С. В. Казначеев // Сиб. отд-ние, Ин-т клин. и экспериментальной медицины. – Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1986. – 119 с.
5. Мищенко В. С. Функциональные возможности спортсменов / В. С. Мищенко. – Киев : Здоров'я, 1990. – 200 с.
6. Мищенко В. С. Физиологические критерии оценки индивидуальных проявлений специальной выносливости спортсменов / В. С. Мищенко, Р. Э. Сердас, И. А. Горшков, Е. Н. Лысенко // Механизмы развития выносливости спортсменов / Сборник научных трудов. – Киев : КГИФК, 1993. – С. 5–24.
7. Мищенко В. С. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной физической тренировке в спорте / В. С. Мищенко, Е. Н. Лысенко, В. Е. Виноградов. – Киев : Наук. світ, 2007. – 351 с.
8. Lysenko Olena. Cardiorespiratory responseveness and manifestations of energy potential for elite athletes / O. Lysenko // Research Yearbook. Studies in Physical Education and Sport. – 2007. – Vol. 13. – № 2. – P. 235–238.
9. Russell A. The Precision of Estimating the Total Energy Demand: Implications for the Determination of the Accumulated Oxygen Deficit / A. Russell, P. Rossignol, S. Kai Lo // J. of Exercise Physiology online. – 2000. – Vol. 3. – № 2. – 10 p.
10. Shephard R. J. Endurance in Sport: of the encyclopedia of sports medicine / R. J. Shephard, P. O. Astrand. – Oxford : Blackwell scient. Publ., 1992. – 656 p.

Анотації

У спортивній фізіології набуває значення розробка критеріїв індивідуальної корекції процесу адаптації кваліфікованих спортсменів до напружених тренувальних навантажень виходячи із закону «силових відношень», які пов'язані з фізіологічною реактивністю організму. На підставі досліджень характеру реакцій кардіореспіраторної системи (КРС) на гіперкапнію й фізичні навантаження в 54 спортсменів (бігунів на 100, 800 і 5000 м) проаналізовано особливості реактивності КРС на зрушення дихального гомеостазису, а також рівень і кінетичні характеристики її реакції на фізичні навантаження. Виявлено позитивну залежність між чутливістю КРС на CO_2-H^+ -стимул, рівнем і швидкістю їх розгортання в умовах аеробного навантаження середньої потужності, а також негативний зв'язок в умовах аеробного навантаження максимальної потужності. Зворотна

залежність відзначалася між чутливістю КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул і рівнем економічності та стійкості функціонування, а також позитивний зв'язок із рівнем активності анаеробних процесів в енергозабезпеченні навантажень.

Ключові слова: реактивність, кардіореспіраторна система, кваліфіковані спортсмени, гіперкапічні зрушення дихального гомеостазису, фізичні навантаження.

Елена Лысенко. Физиологическая реактивность и соотношение «стимул-реакция» в условиях физических нагрузок различного характера. В спортивной физиологии приобретает значение разработка критериев индивидуальной коррекции процесса адаптации квалифицированных спортсменов к напряженным тренировочным нагрузкам, исходя из закона «силовых отношений», которые связаны с физиологической реактивностью организма. На основании исследований характера реакций кардиореспираторной системы (КРС) на гиперкапнию и физическую нагрузку у 54 спортсменов (бегунов на 100, 800 и 5000 м) проанализированы особенности реактивности КРС на сдвиги дыхательного гомеостазиса, а также пределы и кинетические характеристики ее реакции на физические нагрузки. Выявлена положительная связь между характеристиками чувствительности КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул и уровнем, скоростью развертывания реакций в условиях аэробной нагрузки средней мощности, а также отрицательная связь в условиях аэробной нагрузки максимальной мощности. Обратная зависимость отмечалась между уровнем чувствительности КРС на $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимул и уровнем экономичности, устойчивости функционирования, а также положительная связь с уровнем активности анаэробных процессов в энергообеспечении нагрузок.

Ключевые слова: реактивность, кардиореспираторная система, квалифицированные спортсмены, гиперкапнические сдвиги дыхательного гомеостазиса, физические нагрузки.

Elena Lysenko. Physiological Reactivity and Value «Stimulus-response» in Terms of Physical Activity of Various Kinds. In sports physiology becomes important to develop criteria for individual correction process of adaptation to the stress athletes qualified training loads based on the law «power relations» that are associated with physiological reactivity. Based on the character of the cardiorespiratory system responses (FSU) for physical activities and hypercapnia in 54 athletes (runners 100, 800 and 5000 meters) the peculiarities reactivity Raman shear respiratory homeostasis and the level of kinetic characteristics and its response to exercise. The positive correlation between Raman sensitivity to $\text{CO}_2\text{ H}^+$ -stymul, level and speed of their deployment in terms of average power aerobic activity and a negative relationship in terms of aerobic exercise maximum power. An inverse relationship was observed between the Raman sensitivity to CO_2 and H^+ -stymul level of efficiency and sustainability of, and positive relationship with the level of activity of anaerobic processes in the energy supply pressures.

Key words: reactivity, cardiorespiratory system, skilled athletes hiperkapnichni respiratory homeostasis changes, exercise.