

КРИТЕРІЇ АДАПТАЦІЇ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ І ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМ ЮНИХ СПОРТСМЕНІВ

Юрій ПОЛАТАЙКО

Прикарпатський національний університет імені В. Стефаника

Встановлено, що під впливом спортивного тренування покращуються функціональні можливості юних спортсменів, ростуть показники аеробної продуктивності організму, підвищується ефективність функціонування дихальної системи [2, 3, 5, 7, 8, 9]. Однак спортивна практика свідчить про те, що можуть бути такі режими тренування, що не сприяють у межах фізіологічної норми реалізації резервних можливостей організму. Це відбувається при прискореному (форсованому) режимі тренувань, прагненні на досягнення найвищого спортивного результату на кожному етапі вікового розвитку молодого спортсмена [6].

Виходячи з концепції про велику пластичність зростаючого організму, "сенситивних" періодів розвитку, існує можливість негативного впливу інтенсивних спортивних навантажень для формування потенціалу найважливіших функціональних систем організму в процесі біологічного розвитку, що поєднується з напруженнями фізичними і психічними навантаженнями, що складають суть тренувального процесу.

Ціль нашої роботи полягала у визначенні особливостей вікової динаміки розвитку кардіореспіраторної системи (КРС) юних спортсменів і у виявленні критеріїв оптимальності цього процесу при багаторічному спортивному тренуванні, спрямованому на розвиток витривалості в таких циклічних видах спорту як плавання і легка атлетика.

У дослідженнях брали участь 46 спортсменів у віці 9-18 років (учні спортивних шкіл і члени юнацьких збірних команд з вказаних вище видів спорту та 29 дорослих спортсменів високої кваліфікації у віці 20-25 років. Контрольну групу склали школярі і студенти аналогічного віку, що не займаються спортом.

Для вирішення поставлених завдань використовувався комплексний метод дослідження показників зовнішнього дихання, газообміну і кардіогемодинаміки [4] використанням ММС "Бекман" (США) і "Радіометр" (Данія).

Фізичні навантаження різної інтенсивності і тривалості (від 15 секунд до 2 годин) проводилися на велоергометрі "Монарк" (Швеція). Інтенсивність фізичного навантаження виражалася в одиницях потужності і стосовно "критичної" потужності, а також у величині споживання O_2 (%) від індивідуального максимального споживання кисню (МСК).

З метою вивчення фізіологічних механізмів регуляції дихання і кровообігу і з огляду на те, що для системи дихання найбільш адекватними стимулами є CO_2 , рН, O_2 і зміни артеріального тиску крові, основні тестові процедури передбачали використання зазначених стимулів.

Гіпоксичний і гіперкапнічний стимули створювалися при диханні газових сумішами з різним вмістом O_2 і CO_2 чи під час "зворотного дихання" [1,4].

Нашими дослідженнями встановлено, що зміна функціональних показників кардіореспіраторної системи (КРС) у залежності від віку, маси і поверхні тіла в цілому має подібний характер.

Наші дані свідчать про виразний вплив спортивного тренування на споживання кисню (СК) в умовах спокою. Разом з тим слід зазначити загальну тенденцію до зниження питомої величини споживання O_2 у міру збільшення віку обстежуваних. Аналогічна тенденція виявляється і за іншими показниками, що характеризує економізацію КРС. Відзначається зниження вентиляційного (ВЕ) і гемодинамічного (ГЕ) еквівалента

частоти дихання (ЧД) і частоти серцевих скорочень (ЧСС), $P_A O_2$, легеневої вентиляції і серцевого викиду. Швидке і значне зниження СК (на кг маси чи m^2 поверхні тіла) у стані спокою в юних спортсменів до рівня, характерного для спортсменів зрілого віку, навряд чи може бути беззастережно віднесене до позитивних явищ. Відомо, що необхідною умовою повноцінного розвитку організму, що формується, є високий рівень метаболізму. З метою зіставлення темпів енергетичної економізації спокою і швидкості зміни ряду факторів продуктивності КРС (її потужності, стійкості, рухливості) проведені дослідження, об'єктом яких були кваліфіковані юні спортсмени, розподілені на дві групи залежно від віку, у якому вони починали спортивну спеціалізацію.

Наші дані виявляють чітку спрямованість в ефективності впливу першого періоду фізичного збільшення обсягу й інтенсивності м'язових навантажень у різних вікових групах на темп і абсолютну величину приросту функціонального потенціалу КРС. Ці дані свідчать про те, що юні спортсмени, що почали активні заняття спортом відносно рано й перші 2-3 року досягли найбільш високих спортивних результатів, у підсумку до 17-19 років не відрізняються по показниках потужності КРС від тих спортсменів, що вступили в активний спорт пізніше - у 15-16 років. Так, наприклад, юні плавці, що почали спортивну спеціалізацію в 12 років, не мають переваги за рівнем розвитку відносної (на кг маси тіла) потужності КРС у порівнянні з юними спортсменами з II групи. Це свідчить про те, що природні фактори вікового розвитку виявляються більш значимими для формування функціонального потенціалу системи дихання, ніж інтенсивне м'язове тренування.

Є підстави припускати, що значне зниження вже у віці 14-15 років відносного (на кг маси тіла) СК у стані спокою, відображаючи високий рівень спортивної вимогливості і функціональної потужності системи дихання, вказує на те, що вплив м'язового тренування на витривалість знаходиться за оптимальними для даного віку межами. Нерідко на цьому тлі сповільнюються і темпи спортивного удосконалювання.

Ми вважаємо за можливе використовувати величину споживання O_2 (у $ml \cdot xh^{-1} \cdot kg^{-1}$) як один з критеріїв оптимальності впливу інтенсивного спортивного тренування на зростаючий організм.

Отримані дані дозволяють вважати фізіологічно нераціональної величини СК у спокої нижче $3,3-3,5 ml \cdot xh^{-1} \cdot kg^{-1}$ для юних плавців і легкоатлетів у віці 14-15 років. Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що оптимальний вік досягнення таких величин економізації енерговитрат у спокої знаходиться в діапазоні 17-19 років. У цьому віці практично цілком реалізується потенціал вікового розвитку КРС.

Для порівняння вікової динаміки КРС і рівнів її граничної продуктивності за критеріями аналізу структури функціональної підготовленості спортсменів, що спеціалізуються в циклічних видах спорту, було проведене обстеження легкоатлетів високої кваліфікації у віці 16-18 років і 20-25 років.

Отримані дані свідчать про високий функціональний потенціал КРС. Проте, спортсмени в цьому віці за більшістю показників потужності, стійкості, економічності системи дихання суттєво уступають дорослим спортсменам. Це виявляється при порівнянні максимальних величин систолічного і дихального об'ємів, кисневої ємності крові, питомого рівня граничної потужності фізичного навантаження, параметрів анаеробної продуктивності.

Однак можна відзначити, що в юнаків у віці 16-18 років реакція КРС як на стартові, так і на білякритичні рівні потужності фізичного навантаження трохи підвищена щодо рівнів споживання кисню в порівнянні зі спортсменами у віці 20-25 років. Як показує порівняльний аналіз, така "гіперкінетична" реакція є природною особливістю, фізіологічним відображенням потреби збільшення надійніших

характеристик системи. У визначеній мірі вона є додатковим чинником компенсації недосконалості регуляції кисневого режиму організму. Це призводить до меншої (на 3-7 %) економічності КРС спортсменів-юнаків у віці 16-18 років у порівнянні з дорослими спортсменами. За співвідношенням величини поступаючого в альвеоли транспортованого O_2 з величиною O_2 , що споживається організмом, нами визначені рівні потужності фізичного навантаження, при яких зберігається близька до найвищої сумарна економічність КРС: для спортсменів у віці 16-18 років і 20-25 років зазначені рівні складають, відповідно, $68 \pm 3 \%$ і $77 \pm 4 \%$ від МСК.

У юних спортсменів (у тренуванні яких регулярно переважали навантаження з високим компонентом анаеробного гліколітичного енергозабезпечення) були виявлені низькі показники не тільки економічності, але й потужності КРС. У цих спортсменів виробляються специфічні риси регуляції дихання, центральної гемодинаміки і транспорту газів кров'ю, що за своїм характером можна віднести до "гіпокінетичних". При цьому функціональні реакції при рівнях навантаження, близьких до МСК, мали більш виражене запізнювання (постійну частку) на початку фізичного навантаження чи в перехідних періодах зміни його інтенсивності. Такі ж зміни, тобто зниження потужності, економічності, рухливості функціональних реакцій КРС, спостерігалися й у дорослих спортсменів при значному збільшенні в тренувальному процесі частки навантажень анаеробної гліколітичної спрямованості. Однак у юних спортсменів ці зміни наставали в коротший термін. У цьому, можливо, виявляється більш виражена пластичність зростаючого організму.

Отож шляхи адаптації КРС і збільшення її потенціалу в процесі багаторічного тренування юних спортсменів у циклічних видах спорту повинні бути орієнтовані на створення оптимальних умов для формування потужнісних і мобілізаційних характеристик функціональних реакцій, спрямованих на доставку кисню до працюючих органів, уникаючи поглиблення тенденції "звикання" до недостачі кисню і надлишку недоокислених продуктів обміну.

Отримані дані свідчать, що симптоми "звикання" до зрушень внутрішнього середовища організму, що можуть трактуватися і як підвищення стійкості до них, призводять насамперед до відносного зменшення функціональної реактивності КРС. Якщо для зростаючого організму кваліфікованих спортсменів це можна розглядати як один з найважливіших механізмів реалізації резервів системи, то для зростаючого організму це може бути чинником, що знижує можливості максимальної реалізації потенціалу вікового розвитку системи під впливом спортивного тренування. У зв'язку з цим для вивчення критеріїв оптимальності впливу тренування ми проаналізували зміни стану чутливих елементів системи при їхній стимуляції адекватними подразниками. Такий методичний підхід дозволяє диференціювати механізми функціональних пристосувальних змін в організмі спортсменів.

З огляду на те, що для КРС адекватними регуляторними стимулами є вуглекислота, рН, кисень і зміни тиску в артеріальному руслі, більшість функціональних тестів передбачало застосування зазначених стимулів.

Дослідження показали, що є природні вікові відмінності чутливості реакцій на збільшення парціального тиску CO_2 в альвеолярному повітрі. Про роль CO_2 чутливості дихання свідчить зіставлення вентиляторної реакції при збільшенні $P_A CO_2$ до 50 мм рт. ст. (MOD_{50}) з максимальною величиною МОД при фізичному навантаженні. Якщо у віці 10 років (T_{50}) МОД складає 44 % від цієї величини, то в 15-16 років - лише 28 %. З віком знижується чутливість вентиляторної реакції на гіпокапнію: у 9-10-літніх дітей зниження МОД при зменшенні $P_A CO_2$ на 1 мм рт. ст. складає $6,6 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1} CO_2$, тоді як у 16-літніх підлітків - лише $4,2 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$.

Отримані дані показують, що ступінь зниження чутливості легеневої вентиляції до CO_2 , що спостерігається в дорослих спортсменів, що спеціалізуються в циклічних видах спорту, часто досягається вже у віці 15-16 років у випадку попереднього, триваючи 2-4 років, інтенсивного тренування в плаванні чи легкій атлетиці. Так, під впливом 2-3 років такого тренування приріст МОД при збільшенні $P_A \text{CO}_2$ на 1 мм рт. ст. у юних плавців і легкоатлетів у віці 15-16 років був майже в два рази менше, ніж у нетренованих підлітків того ж віку, - відповідно, 1,26 і 2,15 л·мм рт. ст.

Вікове зниження загальної реакції КРС на CO_2 , що спостерігається, зумовлене, очевидно, переважно роллю первинної реакції периферичних артеріальних хеморецепторів. У наступний віковий період роль первинної реакції зростає і до 16-18 років досягає такого ж рівня, як і в 9-10 років.

У юних спортсменів, що спеціалізуються в циклічних видах спорту (особливо в плавців), питома вага первинної реакції на 15-20 % вища, ніж у спортсменів інших видів спорту. Аналіз показує, що зниження реакції на CO_2 викликане в юних спортсменів зниженням чутливості не тільки артеріальних, але і центральних хеморецепторів.

Відомо, що спортивне тренування закономірно призводить до зниження чутливості організму до гіпоксії, відображаючи збільшення загальної кисневої буферної здатності організму. Разом з тим, у юнаків зниження чутливості до гіпоксії реакції легеневої вентиляції і центральної гемодинаміки відображає збільшення надійності КРС лише в тому випадку, якщо супроводжується збільшенням аеробної потужності організму.

Фізіологічний зміст зниженої чутливості КРС до $\text{CO}_2\text{-H}^+$ і до гіпоксії полягає в збільшеній здатності тканин утилізувати кисень при меншому його парціальному тиску. Тому зниження чутливості до гіпоксії є ніби індикатором оптимальності адаптивних змін КРС юних спортсменів. Разом з тим, у міру розвитку стану тренуваності юних спортсменів, для того, щоб викликати однаковий рівень функціональної відповіді КРС, в організмі повинні виникати більш виражені гіпоксичні, гіперкапнічні й ацидемічні стимули.

Таким чином, ми проаналізували вікову динаміку основних показників, що відображають чутливість, загальну продуктивність і стійкість функціональних реакцій кардіореспіраторної системи юних спортсменів.

Підсумовуючи результати проведених досліджень, а також використовуючи дані літератури, ми спробували представити загальну схему динаміки формування потенціалу КРС юних плавців і легкоатлетів під впливом вікового розвитку і тренувальних впливів. Потенціал КРС розглянутий у співвідношенні з динамікою й інтенсивністю формування такого важливого фактора граничної продуктивності КРС і енергозабезпечення роботи, як стійкість функціональних систем. При зіставленні даних ми виходили з того, що можливий ступінь зрушень дихального гомеостазису і зниження чутливості до цих зрушень, що супроводжує зростання тренуваності, може базуватись, з одного боку, на високому функціональному потенціалі системи, а з іншого боку - може свідчити про ступінь вичерпання резервів розвитку можливостей кардіореспіраторної системи. При цьому розвиток функціональної стійкості відображає реалізацію наявного потенціалу системи. Контроль оптимальності адаптації до напружених тренувальних навантажень припускає врахування співвідношення розвитку фізіологічних властивостей. Виникнення функціональної стійкості ґрунтується на зниженні чутливості КРС, що призводить до зниження продуктивності її відповіді на повторювані тренувальні впливи. Це призводить до зниження резерву подальшого розвитку потужнісних характеристик і потенціалу системи. Внаслідок цього подальше тренування при відсутності коректувань його спрямованості стає усе більш орієнтованим на реалізацію наявного потенціалу системи,

а не на його розвиток. Найінтенсивніше формування такого потенціалу відбувається до 15-16 років і збігається за швидкістю розвитку зі збільшенням функціональної стійкості КРС і зниженням чутливості рецепторних утворень системи.

При оптимальній динаміці найзначніша інтенсивність реалізації потенціалу системи в процесі напруженого тренування повинна бути характерна для наступного вікового періоду - від 17-18 років до віку вищих спортивних досягнень. Саме в цей період досягається близький до найвищого рівень надійності системи регуляції функцій КРС.

Ця схема, не претендуючи на повну закінченість, вказує на фізіологічні закономірності, що впливають з даної роботи, і можливі напрямки подальшого дослідження критеріїв оптимальності вікового розвитку функціональних можливостей юних спортсменів.

Висновки

1. Спортивне тренування на витривалість супроводжується функціональною економізацією кардіореспіраторної системи в спокої.
Знижуються питомі (на м² поверхні чи кг маси тіла) величини споживання кисню, легеневої вентиляції і центральної гемодинаміки, транспорту кисню кров'ю.
2. Спортивне тренування прискорює вікове зниження чутливості системи КРС до гіпоксії, гіперкапнії, гіпокапнії, що виявляється у віці 10-12 і 15-16 років.
3. Одним з факторів реалізації резервних можливостей організму юних спортсменів у процесі вікового розвитку є збільшення переносимості зрушень дихального гомеостазису і нагромадження метаболітів анаеробного метаболізму при інтенсивній м'язовій діяльності. Це супроводжується збільшенням ступеня утилізації O₂ і ефективності дихальної компенсації метаболічного ацидозу.
4. Природні фактори фізичного розвитку є визначальними для вікових морфо-функціональних змін у кардіореспіраторній системі юних спортсменів, що спеціалізуються в циклічних видах спорту. Найбільш виражений вплив спортивного тренування на основні компоненти функціональних можливостей КРС (потужності, економічності, стійкості, рухливості) відбувається у віці 11-15 років.
5. Критерієм оптимальності вікового розвитку функціональних можливостей КРС юних спортсменів є відповідність ступеня і динаміки економізації цієї системи, зниження її фізіологічної реактивності на зрушення дихального гомеостазису (до гіпоксичного і CO₂-H⁺ стимулів) приросту потужнісних характеристик функціональних можливостей КРС і аеробної продуктивності організму в процесі виконання довгострокових тренувальних програм.
6. Відхилення від оптимального характеру динаміки вікового розвитку КРС юних спортсменів пов'язані з раннім формуванням гіпокінетичних типів реагування на фізичні навантаження вже у віці 14-16 років, що особливо характерно для форсованих режимів тренування витривалості. Цілеспрямований оптимізуючий вплив багаторічних тренувальних програм повинний бути орієнтованим на акцентований розвиток потужності і рухливості функцій КРС аж до індивідуального віку морфо-функціонального дозрівання цієї системи.

Література

1. Агаджанян, Н.А., Елфимов А.И. *Функции организма в условиях гипоксии и гиперкапнии.* - М.: Медицина, 1986. - 272 с.

2. Булгакова Н.Ж. Отбор и подготовка юных спортсменов (пловцов). - М.: ФиС, 1978. - 152 с.
3. Колчинская А.З. Кислородные режимы организма детей и подростков. - К.: Наукова думка, 1973. - 270 с.
4. Лисенко О. М. Фізіологічна реактивність кардіореспіраторної системи і особливості проявлення фізичної працездатності кваліфікованих спортсменів // Автореф. дис. канд. біол. наук. - К., 2002. - С. 20.
5. Мищенко В.С. Функциональные возможности спортсменов. - К.: Здоров'я, 1990. - 200 с.
6. Мотылянская Р.Е. Возрастные проблемы спортивной медицины // Теория и практика физической культуры. - №5, 1975. - С. 35-38.
7. Платонов В.Н. Современная спортивная тренировка. - К.: Здоров'я, 1980. - 336 с.
8. Сонькин В.Д. Развитие энергетического обеспечения мышечной деятельности подростков // Физиология человека. - Т. 14, 1988. - С. 255-268.
9. Тихвинский С.Б., Хрущев С.В. Детская спортивная медицина. - М.: Медицина, 1991. - 560 с.

CRITERION OF ADAPTATION CARDIORESPIRATORY SYSTEM OF THE JUVENILE SPORTSMEN

Yuri POLATAIKO

Pecarpathian National University named after Vasyl Stefanyk

Abstract. In work is shown, that the sports training on endurance is accompanied functional economization of the cardiorespiratory system (CRS) in rest shown in downstroke of specific sizes (on m^2 of a surface or kg of mass of a body) of consumption of oxygenium, pulmonary ventilation and central hemodynamics, transport of oxygenium by the blood.

Key words: cardiorespiratory system, hemodynamics, pulmonary ventilation.

ЗМІНИ ГОРМОНАЛЬНОГО СТАТУСУ У ЮНИХ СПОРТСМЕНОК ВНАСЛІДОК ПОРУШЕННЯ МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛУ

Марія РАДЗІЄВСЬКА, Василь ФОЙГТ, Тетяна ДИБА,
Ніна РАДЗІЄВСЬКА*, Наталя ДЮПІНА**

Київський міський педагогічний університет ім. Б.Д. Грінченка

**Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця*

*** Національний університет фізичного виховання і спорту України*

Актуальність. Проблема синдрому склерозованих яєників одна з актуальних у сучасній гінекології, оскільки дуже часто спричинює безпліддя у пацієнток дітородного віку [1-6].

Ефективність лікування синдрому склерозованих яєників значною мірою залежить від ранньої діагностики і корекції порушень менструальної функції та інших проявів захворювання [3, 4].