

Методи визначення рівня економічності системи енергозабезпечення м'язової діяльності.

Визначення рівня економічності функціонування системи енергозабезпечення м'язової діяльності має важливе значення в системі медико-біологічного контролю за функціональною. Методи визначення рівня економічності системи енергозабезпечення м'язової діяльності 164 підготовленістю спортсменів. Цей показник характеризує не тільки потенційні можливості того або іншого спортсмена, але і розвиток у нього здібності до оптимальної реалізації даних можливостей у процесі виконання фізичних навантажень. Відомо, що інтегральним параметром, який відбиває економічність роботи системи енергозабезпечення, є поріг анаеробного обміну (ПАНО), при якому організм переходить з найекономічнішого аеробного шляху енергозабезпечення м'язової діяльності на менш економічний анаеробний, а також величина частоти серцевих скорочень на рівні ПАНО (ЧСС<sub>пано</sub>). Відомо також, що чим вищою є величина ПАНО (визначувана в % від значень МСК) і значення ЧСС<sub>пано</sub>, тим більш тривалий час спортсмен може працювати у вигідних для нього аеробних умовах енергозабезпечення. Це сприяє більш пізньому зниженню фізичної працездатності, появи виражених ознак стомлення тощо. Безумовно, в цьому випадку спортсмен довше виконує м'язову роботу на оптимальному рівні і має нагоду для досягнення високого спортивного результату. Одним із способів визначення рівня економічності системи енергозабезпечення м'язової діяльності організму є методика, запропонована Н.І. Волковим із співавторами. Відповідно до даного методу функціональної діагностики, реципієнт виконує на велоергометрі фізичне навантаження зростаючої потужності. На кожному ступені зростання навантаження методом газометрії реєструються значення поточного споживання кисню ( $V_{O_2}$ ) і виділення вуглекислого газу ( $V_{CO_2}$ ). На основі даних показників розраховується інтегральний параметр - величина не метаболічного "надлишку" вуглекислого газу ( $Exc.CO_2$ ), а потім графічним способом визначається величина порогу анаеробного обміну (ПАНО), залежно від значень  $Exc.CO_2$  і потужності виконаного навантаження. Оцінка рівня економічності. Методи визначення рівня економічності системи енергозабезпечення м'язової діяльності 165 функціонування системи енергозабезпечення м'язової діяльності здійснюється шляхом порівняння отриманих величин ПАНО з такими, що є характерними для спортсменів різної спеціалізації і нетренованих людей. Величина не метаболічного "надлишку" вуглекислого газу визначається за формулою:  $Exc.CO_2 = \Delta R \cdot V_{O_2}$  де  $Exc.CO_2$  - величина

не метаболічного “надлишку” вуглекислого газу, мл/хв/кг;  $\Delta R$  – приріст респіраторного коефіцієнта, у.о.;  $Vo_2$  – величина фактичного споживання кисню, мл/хв/кг. Величина приросту респіраторного коефіцієнта складає:  $\Delta R = R_{раб.} - 0,75$ , при  $R_{раб.} = V_{со2} / Vo_2$  де  $\Delta R$  - величина приросту респіраторного коефіцієнта, у.о.;  $R_{раб.}$ - величина дихального коефіцієнта, у.о.;  $Vo_2$  – величина споживання кисню, мл/хв/кг;  $V_{со2}$  – величина виділення вуглекислого газу, мл/хв/кг. Як вже було відзначено вище, оцінку величини порогу анаеробного обміну авторами даної методики було запропоновано проводити графічним способом: при потужності нижче ПАНО спостерігаються тільки незначні коливання  $Exs.CO_2$ , при більш високій потужності починається швидке експоненціальне зростання цього показника. З точки перелому лінії, яка поєднує експериментальні крапки, опускається перпендикуляр до осі абсцис і на місці перетину її відлічується потужність ПАНО, яка виражається у ватах або Методи визначення рівня економічності системи енергозабезпечення м'язової діяльності 166 відсотках від значень максимального споживання кисню (МСК). У нетренованих людей значення ПАНО складає від 30 до 50% від МСК, у спортсменів – більше 50% від МСК. Наведені значення свідчать про оптимальний рівень економічності системи енергозабезпечення м'язової діяльності даних категорій людей. Не дивлячись на достатню репрезентативність цього методу визначення ПАНО, недоліки даного підходу полягають у: необхідності спеціалізованого обладнання (використання методу газометрії), неможливості отримання інформації щодо частоти серцевих скорочень на порозі анаеробного обміну, тривалості проведення тесту, складності розрахунку інтегральних показників тощо. Цей метод може бути використаний тільки достатньо кваліфікованими фахівцями в галузі спортивної медицини і фізіології і лише при етапному медико-біологічному контролі за функціональним станом спортсменів. Отримання ж оперативної інформації про стан економічності системи енергозабезпечення, що не вимагає застосування складної апаратури, виснажуючих фізичних навантажень і тривалого тестування за допомогою даної методики неможливо. З відомих методів визначення величин ПАНО і ЧССпано вимогам простоти тестування і високої інформативності відповідає, на нашу думку, методика експрес-діагности С.А. Душаніна. Відповідно до методики С.А. Душаніна, у реципієнта в стані відносного спокою реєструється диференціальна електрокардіограма (ЕКГ) в грудних відведеннях V2 і V6. На основі визначення амплітуд зубців R і S в даних відведеннях (в мм), маси тіла реципієнта (в кг) розраховуються основні інтегральні показники економічності функціонування системи енергозабезпечення м'язової діяльності - поріг анаеробного обміну (ПАНО) і частота серцевих скорочень

на рівні ПАНО (ЧСС пано).  $ПАНО = ((V6 / MT) / (V6 / MT) + V2) \cdot 100$

Методи визначення рівня економічності системи енергозабезпечення м'язової діяльності 167  $ЧСС_{пано} = ПАНО + V6 + V2$ , де ПАНО – величина порогу анаеробного обміну (в % від ВМСК); V6 – співвідношення  $R \cdot 100 / R + S$  у відведенні V6 %; MT – маса тіла (кг); V2 – співвідношення  $R \cdot 100 / R + S$  у відведенні V2 %; R - амплітуда зубця R на диференціальній ЕКГ (мм); S - амплітуда зубця S на диференціальній ЕКГ (мм); ЧССпано – частота серцевих скорочень на рівні ПАНО (уд/хв). За даними С.А. Душаніна, в нормі у дорослої здорової людини величина ПАНО складає близько 50%, а ЧССпано – до 150 уд/хв. У спортсменів, залежно від кваліфікації і рівня підготовленості, значення ПАНО складає від 60% і більш, а ЧССпано – більше 150 уд/хв. Наведені значення ПАНО і ЧССпано свідчать про оптимальний рівень економічності системи енергозабезпечення даних категорій людей. Навіть короткий аналіз методики С.А. Душаніна доводить можливість її застосування тренерами і спортсменами, оскільки він дозволяє достатньо швидко і безболісно визначити найважливіші функціональні показники, які характеризують стан системи енергозабезпечення м'язової діяльності. Проте, і цей метод не позбавлений певних недоліків, головними з яких є: необхідність наявності спеціально модифікованих електрокардіографів і спеціальної методичної підготовки персоналу для реєстрації диференціальної ЕКГ. Нами була розроблено власну методику визначення ефективності функціонування системи енергозабезпечення м'язової діяльності, засновану на застосуванні стандартного велоергометричного тесту РWC170. Безперечною перевагою даного методичного підходу є його простота, доступність для практичних тренерів і спортсменів і висока інформативність. Не менш важливим є і те, що розроблену нами методику визначення ПАНО і ЧСС на

Методи визначення загальної метаболічної ємності організму 168

рівні ПАНО можна використовувати при поточному медико-біологічному контролі за функціональним станом спортсменів. Відповідно до запропонованим нами методу основні величини економічності функціонування системи енергозабезпечення пропонується розраховувати за такими формулами:

$ПАНО = ВМСК / (ВМСК + АЛАК_{\epsilon})$

$ВМСК = (1,7 \cdot aPWC170 + 1240) / MT$

$ЧСС_{пано} = ПАНО + АЛАК_{\epsilon} + ЛАК_{\epsilon}$

де ПАНО – поріг анаеробного обміну % від ВМСК; ВМСК – відносна величина максимального споживання кисню, мл/хв/кг (розраховується за формулою В.Л. Карпмана); АЛАК<sub>ε</sub> – величина алактатної анаеробної ємності % (розраховується за запропонованою нами формулою); aPWC170 – абсолютна величина загальної фізичної працездатності, кгм/хв/кг; MT – маса тіла реципієнта, кг; ЧССпано – частота

серцевих скорочень на рівні ПАНО, уд/хв; ЛАКє – величина лактатної анаеробної ємності % (розраховується за запропонованою нами формулою). З метою оцінки рівня економічності функціонування системи енергозабезпечення м'язової діяльності, нами, на основі значного експериментального матеріалу, було розроблено спеціальні шкали оцінки, які враховують стать, вік і ступінь тренуваності реципієнтів. Високий ступінь простоти і репрезентативності розробленої нами методики роблять її вельми перспективною для практичного використання під час комплексної діагностики функціональної підготовленості організму.