

2. Блавт О. З. Плавання як засіб реабілітації студентів, які займаються у спеціальних медичних групах (в умовах вузу) / О. З. Блавт, Л. П. Цьовх // Спортивна наука України, 2009. – № 2. – С. 42–54.
3. Булгакова Н. Ж. Оздоровительное, лечебное и адаптационное плавание : [учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений] / Н. Ж. Булгакова. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 432 с.
4. Дмитриев Р. А. Предупреждение появления чувства страха у новичков в процессе обучения плаванию / Р. А. Дмитриев // Плавание : ежегодник – 1985 / сост. З.П.Фирсов. – М.: ФиС, 1985. – С. 41–42.
5. Дубогай О. Д. Методика фізичного виховання студентів спеціальних медичних груп / О. Д. Дубогай, А. В. Цьось, М. В. Евтушок. – Луцьк : Східно-європейський Національний університет імені Лесі Українки, 2012. – С. 276–277
6. Карась Т. Ю. Методика оздоровлення студенток підготовительної медичинської групи середнього спеціального навчального закладу з використанням плавання / Т. Ю. Карась // Вестник науки и образования – 2007. – №1. – С.118–122.
7. Короп Ю. О. Плавати повинен кожний / Ю. О. Короп, С. Ф. Цвек. – К. : Здоров'я, 1995. – С. 17–23.
8. Корягін В. М. Плавання як засіб реабілітації студентів із захворюваннями серцево-судинної системи, які займаються у спеціальних медичних групах, в умовах вузу / В. М. Корягін, О. З. Блавт, Л. П. Цьовх // Слобожанський науково-спортивний вісник: наук.-теорет. Журнал. – Харків : ХДАФК, 2009. – № 2. – С. 99–104.
9. Мосунов Д. Ф. Преодоление критических ситуаций при обучении плаванию ребенка-инвалида : учебно-методическое пособие / Д. Ф. Мосунов, В. Г. Сазыкин. – М. : Советский спорт, 2002. – 152 с.
10. Паравян Г. А. Методика навчання плаванню новачків, страждаючих водобоязню / Г. А. Паравян // Плавание: ежегодник. – 1980. – Вып. 2. – С. 25–28.
11. С. Handbook for the teacher of swimming [Text] / C. Hardy – London : Pelham, 1987. – 134 p.
12. Hill M. In pursuit of excellence : student guide to sports development / Michael Hill. – London; New York: Roulledge, 2007. – VIII, 124 p. (Student sports studies).
13. Holmer I. Physiology of swimming man [Text] / I. Holmer. - Stockholm, 1974. – 55 p.
14. Sparker D. Swimming for all [Text] / D. Sparker. – London, 1985. – 109 p.
15. Thomas D. G. Teaching swimming [Text] : steps to success / D. G. Thomas. – Champaign, 1989. – 154 p.

Філіппов М.М., Сосновський В.В.

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ

ПОРІВНЯННЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ РІЗНИХ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СПОРТСМЕНІВ

Вступ. В спорті показники фізичної працездатності використовуються для визначення стратегії тренувального процесу, відбору кращих спортсменів, характеристики ефективності тренувальних заходів тощо. Найбільш поширеними є методичні підходи, які базуються на встановленні певної (наприклад PWC_{170}) потужності роботи та визначенні прямими і непрямими методами значень досягнень максимального споживання кисню (МСК). В останні десятиріччя отримав розповсюдження ще один метод - «гістерезисний», який враховує певне співвідношення ЧСС із зміною по заданому циклу потужності роботи і дає можливість здійснювати оцінку адаптаційних резервів організму спортсменів Мета. Проаналізувати інформативність найбільш поширених методів визначення фізичної працездатності. Методи. Прямі і непрямі методи визначення PWC_{170} та МСК, «гістерезисний» метод. Прилади і обладнання: реєстратор ЧСС «Polar, Фінляндія», газоаналізатор MX 6202 (Україна), волюметр 45084 (Німеччина), велоергометр (Monark, Швеція,) двокоординатний самописець ДКС-2 (Росія). Результати. Показано, що для нетренованих підлітків і дорослих осіб значення PWC_{170} та МСК, що отримані розрахунковими методами, не мають суттєвих розбіжностей із безпосередньо зареєстрованими величинами, для спортсменів бажано використовувати прямі методи. «Гістерезисний» метод може використовуватися для оцінки фізичної працездатності спортсменів та бути рекомендованим для застосування при функціональних дослідженнях.

Ключові слова. Спортсмени, фізична працездатність, прямі та непрямі методи PWC_{170} та МСК, «гістерезисний» метод.

Filippov M.M., Sosnovsky V.V. Comparison different methods for determining the physical performance of athletes.

Introduction. In sports physical performance indicators used to determine the strategy of the training process, selecting the best athletes characteristics efficacy of training activities and more. The most common are methodological approaches that are based on identifying specific (PWC_{170}) and determining the capacity of direct and indirect methods of achieving values of maximum oxygen consumption (MOC). In recent decades, received another distribution method - "histerezis" which takes into account the specific relationship of heart rate change of a given cycle of power and makes it possible to assess adaptation reserves of athletes Goal. To analyze the information content of the most common methods for determining physical performance. Methods. Direct and indirect methods of determining PWC_{170} and MOC, "histerezis" method. Instruments and equipment, heart rate recorder «Polar, Finland», analyzer MX 6202 (Ukraine) volumeter 45084 (Germany), ergometer (Monark, Sweden) two-coordinate recorder SSC-2 (Russia). Results. Shown that untrained teenagers and adults PWC_{170} value and MOC derived calculation methods have no significant different directly from the registered values, for athletes advisable to use direct methods. "Histerezis" method can be used to assess physical performance of athletes and be recommended for use in functional studies.

Key words. Athletes, physical capacity, direct and indirect methods PWC_{170} and MOC, "histerezis" method.

Вступ. Дослідження фізичної працездатності має велике значення як для практики спорту і оздоровчої фізкультури, так і

для визначення функціональних можливостей організму при наукових дослідженнях. В спорті за показниками фізичної працездатності будують стратегію тренувального процесу, здійснюють відбір кращих спортсменів для участі в змаганнях, визначають слабкі ланки в функціонуванні організму при м'язовій діяльності, характеризують ефективність тренувальних заходів тощо.

На сьогоднішній день існує велика кількість методичних підходів і тестів для визначення не тільки фізичної працездатності, але і окремих її компонентів. Найбільш поширеними з середини минулого століття і по сьогоднішній день є методичні підходи, які базуються на встановленні певної (наприклад PWC_{170}) потужності роботи та визначенні прямими і непрямими методами значень досягнення максимального споживання кисню (МСК).

Одним із основних фізіологічних показників, які використовуються при встановленні фізичної працездатності, є частота серцевих скорочень (ЧСС). Для визначення працездатності найбільш поширені два підходи. В першому - фіксують ЧСС при досягненні певної потужності роботи, при цьому чим вища ЧСС, тим нижча працездатність і навпаки. Другий підхід враховує ту потужність роботи, яка досягається при певній ЧСС.

В останні десятиріччя отримав розповсюдження ще один метод - «гістерезисний», який враховує певне співвідношення ЧСС або іншого фізіологічного показника із зміною по заданому циклу потужності роботи (підвищення від нуля до заданої величини, а потім з такою ж швидкістю зниження до нуля) і дозволяє, крім значень механічної потужності та її похідних, характеризувати ефективність мобілізації фізіологічних резервів, енергетичного рівня організму і загальної фізичної працездатності, дає можливість здійснювати оцінку адаптаційних резервів організму спортсменів [1,2].

Мета дослідження. Здійснити порівняльну характеристику інформативності найбільш поширених методів визначення фізичної працездатності.

Методи і організація. Проводили порівняння прямих і непрямих підходів для визначення PWC_{170} та МСК, аналізували зміст «гістерезисного» методу оцінки адаптаційних резервів організму.

Використовували наступні прилади і обладнання: реєстратор ЧСС «Polar, Фінляндія»), газоаналізатор MX 6202 (Україна), волюметр 45084 (Німеччина), велоергометр (Mopark, Швеція,) двохкоординатний самописець ДКС-2 (Росія).

Результати. Найбільш простим і поширеним методом визначення фізичної працездатності є встановлення потужності роботи, що виконується при ЧСС 170 скор./хв., тобто тест PWC_{170} . Зазвичай використовують методу, за якою встановлюють потужність роботи на основі лінійної залежності між змінами потужності при двох навантаженнях, які супроводжуються відповідно ЧСС 125-130 та 140-150 скор./хв. Потім графічним шляхом або з допомогою формули В.П.Карпмана [3] розраховують значення потужності, що можуть відповідати ЧСС 170 скор./хв. Такий підхід був рекомендований ще в 60-ті роки минулого сторіччя у зв'язку з тим, що пряме визначення потужності при ЧСС 170 скор./хв. не було рекомендовано ВОЗ для застосування із хворими особами. Звісно, для спортсменів таких обмежень немає, але в практиці використовують, як правило, непрямий метод PWC_{170} .

Ми провели порівняльну характеристику визначення PWC_{170} з допомогою цих двох підходів. Було обстежено дві групи підлітків 13-14 років (13 нетренованих і 16 спортсменів-велосипедистів) і дві групи дорослих 19-24 років (14 і 15 осіб, відповідно). За 100% приймали ті значення, що були зареєстровані (табл.1). Видно, що розраховані значення потужності відрізнялися від зареєстрованих тим більше, чим більш дорослими і тренуваними були обстежені. У дорослих спортсменів розбіжності досягали більше 16%, що свідчить про перевагу використання для них прямих методів визначення потужності роботи за тестом PWC_{170} .

Наступним етапом наших досліджень було порівняння величин МСК, що отримані у спортсменів експериментальним шляхом в лабораторних умовах, з розрахунковими значеннями за формулою: $МСК = 1,7 \times PWC_{170} + 1240$ [4,5], яка найбільш поширена в спортивній практиці. Проведені дослідження показали, що для нетренованих підлітків і дорослих отримані значення не мали суттєвих відмінностей ($P < 0,05$).

Таблиця 1

Показники потужності зареєстровані при ЧСС170 скор./хв і розраховані

Показники Групи	Зареєстрована потужність		Розрахована потужність		Δ, %
	Кгм/хв	Вт	Кгм/хв	Вт	
Нетреновані підлітки	930±7,8	150±1,27	901±6,94	147±1,13	3,12
Нетреновані чоловіки	1125±8.3	183±1,32	1061±9,4	173±1.51	5.71
Юні спортсмени	1232±6.9	201±1,1	1101±7.3	180±1,2	10,7
Дорослі спортсмени	1760±7.8	287±1,3	1470±8.7	240±1,4	16,5

У юних спортсменів, тим паче у дорослих, значення МСК, які були отримані в лабораторних умовах, виявилися нижчими, ніж розраховані за вказаною формулою. Різниця склала від 12-14 до 18-21%, відповідно. Тобто, у тих випадках, коли розрахункові значення МСК використовуються для аналізу переваг аеробних процесів у спортсменів, які конкурують у відборі кращих, а також коли вони включаються в аналіз наукових інтерпретацій, після яких фахівці формулюють певні висновки, можна вважати такими, що не відповідають дійсності.

Серед способів оцінки резервів адаптації організму особливе місце посідає метод тестування фізичної працездатності, коли в процесі роботи реєструється взаємозв'язок змін ЧСС і потужності виконуваної роботи, які потім графічно зображуються у вигляді так званої петлі гістерезису [1,2].

Тестування проводиться у такій послідовності: рівномірно підвищують потужність (наприклад, кожну хв. на 33 Вт) до точки реверсу (наприклад, 230 Вт) із поверненням (із заданою швидкістю) до нуля. З допомогою двохкоординатного самописця або

графічно будується петля гістерезису (приклад представлений на рис. 1). Початок зниження потужності (реверс) задається або за досягненням певної потужності роботи (наприклад, 230 Вт), або за значенням фізіологічного параметру (наприклад, ЧСС = 150 скор./хв).

На підставі аналізу петлі гістерезису "потужність - ЧСС» здійснюється оцінка різних компонентів як фізіологічної реакції організму, так і характеристик, що визначають потужність роботи (рис. 2). У структурі петлі виокремлюють кілька діагностичних ділянок (фаз), за аналізом різних компонентів яких і оцінюють адаптаційні можливості організму.

Основними фазами є наступні:

1. Гетероакселераційна - ділянка АБ, характеризує процес впрацювання, що обумовлений вихідним станом організму.
2. Ізоакселераційна фаза - ділянка БВ, характеризує сталість збільшення ЧСС у відповідь на приріст потужності. Котангенс кута нахилу цієї ділянки від ізолінії до осі «Х» відображає індивідуальний характер функціональних резервів організму.
3. Гетероакселераційна фаза ВД, відображає динаміку використання функціональних резервів організму на початковому етапі зниження потужності. Кінцева точка цієї ділянки характеризує максимальне значення фізіологічного параметру.
4. Ізоакселераційна фаза ДЕ, характеризує сталість зміни фізіологічного параметру при зниженні потужності роботи. Котангенс кута нахилу ділянки ДЕ до осі «Х» відображає характер функціонального стану організму, який визначається потужністю роботи, швидкістю відновлювальних процесів і станом адаптованості організму

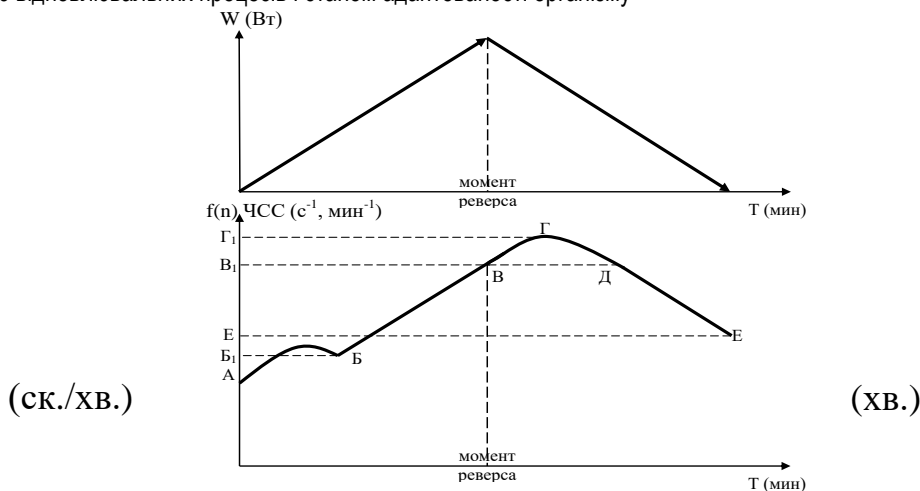


Рис.1 Динаміка потужності виконуваної роботи (верхня частина малюнку) та ЧСС (нижня частина малюнку) в процесі тестування.

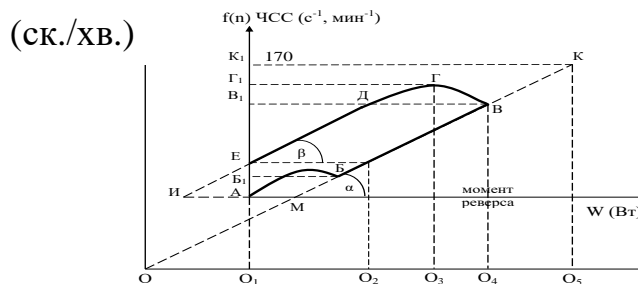


Рис. 2. Петля гістерезису в абсолютній системі координат

Оскільки усі точки обох ізоакселераційних фаз БВ і ДЕ характеризуються сталістю фізіологічного параметру при зміні потужності роботи, то відповідно, що площа, яка обмежена петлею гістерезису, буде відповідати «внутрішній роботі» організму (навантаженню). Якщо б організм не був змушений здійснювати внутрішню роботу, нисхідна частина петлі співпала б з висхідною. Сама петля відображає першу похідну мобілізації функціональних резервів адаптації організму, тоді як його площа - другу похідну цієї мобілізації [1].

Графічне зображення петлі гістерезису дає можливість виділити ряд показників, що характеризують особливості мобілізації функціональних резервів організму в процесі термінової адаптації до фізичної роботи, а також оцінити компоненти фізичної працездатності. Усі результати тестування згруповані логічно і піддаються комп'ютерній обробці із застосуванням кластерного аналізу

Виділяються наступні показники тестування.

I. Показники, що характеризують функціональну пробу:

1. швидкість зміни потужності механічної роботи представляє собою постійну величину - плавно на 33 Вт на хвилину;
2. потужність реверсу характеризує функціональну пробу, якщо момент реверсу заздалегідь планується за значенням потужності механічної роботи;
3. значення фізіологічного параметру (наприклад, ЧСС = 150 скор./хв.) в момент реверсу: характеризує функціональну пробу, якщо реверс встановлюється за значенням фізіологічного показника.

II. Показники, що характеризують напруження організму за значенням фізіологічного параметру:

1. початкове ЧСС, на рис.2 - точка А;

2. порогове ЧСС - точка Б1: характеризує початок ізоакселераційної навантажувальної фази;
3. ЧСС в момент реверсу - точка В1;
4. максимальне ЧСС - точка Г1;
5. ЧСС у момент закінчення роботи - точка Є;
6. середнє значення ЧСС за весь період виконуваної роботи.

III. Показники ефективності мобілізації резервів:

1. швидкість розподілу стану напруження організму в процесі роботи - визначається площею АБВГДЕА, характеризує мобілізацію функціональних резервів організму;
2. швидкість розподілу напруження - визначається площею ВГДВ.
3. період інерції - коли після реверсу ще спостерігається підвищення ЧСС і характеризує час інерційності регуляторних механізмів;

IV. Показники енергетичних процесів організму):

1. зовнішня робота, що відповідає нормованому значенню фізіологічного параметру (наприклад, одному серцевому скороченню) при зростанні потужності роботи (являє собою котангенс кута α - відношення ОО4 до О1В);
2. зовнішня робота, що відповідає нормованому значенню фізіологічного параметру при закінченні роботи. Являє собою котангенс кута β - відношення ІА до АЕ);
3. напруженість організму перед навантаженням - відрізок ОО;
4. напруженість організму в момент реверсу - відрізок ОО4);
5. рівень напруженості організму в момент припинення фізичної роботи - відрізок ОО2;
6. максимальний рівень напруженості організм - половина довжини;
7. приріст рівня напруженості організму під впливом функціональної проби - ОО2 - ОО1;
8. коефіцієнт корисної дії мобілізації функціональних резервів організму (ККД,%, визначається відношенням О1О4 до половини довжини петлі);
9. значення рівня активації організму в стані перед роботою - відрізок АМ;
10. значення рівня активації організму при закінченні фізичної роботи - відрізок ІА, характеризує рівень напруження організму.

Момент реверсу потужності роботи може здійснюватися або при досягненні запланованої величини потужності, або при досягненні певного значення фізіологічного параметру. Найбільш адекватним при тестуванні осіб, які явно відрізняються за рівнем адаптованості, слід вважати використання другого варіанту, тому що в цьому випадку фізіологічна ціна навантаження буде однаковою для всіх категорій осіб, що проходять тестування. Для зіставлення результатів тестування в цьому випадку враховується зовнішня механічна робота, яка визначається значенням всіх показників, що залежать від обсягу її виконання (довжина, площа петлі і їх похідні).

Для доказу інформативності даного методу були проведені синхронні побудови петель гістерезису ЧСС та показників газообміну (споживання кисню і виділення вуглекислого газу), які показали, що переважна більшість параметрів петлі гістерезису серцевої діяльності з високим ступенем корелюють з параметрами газообміну ($r = 0,80-0,97$). Проведений інтеркореляційний аналіз показав, що описані вище параметри петлі гістерезису майже не пов'язані один з одним (коефіцієнти кореляцій не перевищують 0,3), що вказує на їх самостійну інформативність і можливість з їх допомогою оцінювати різні сторони системної мобілізації функціональних резервів організму при м'язовій діяльності.

Висновки. 1. Порівняння прямих і непрямих методів визначення фізичної працездатності нетренованих осіб та спортсменів показало, що для нетренованих розбіжності не мають суттєвого значення, тоді як для спортсменів бажано використовувати прямі методи.

2. Проведений аналіз «гістерезисного» методу дозволяє стверджувати, що він може використовуватися для оцінки фізичної працездатності спортсмена, адаптованості організму до фізичного навантаження та бути рекомендованим для застосування при функціональних дослідженнях спортсменів.

Література

1. Давиденко Д.М., Філіппов М.М. Метод оцінювання показників, що характеризують резервні можливості організму спортсменів, за аналізом залежності: параметри механічної роботи – зміна фізіологічного параметру/Д.М. Давиденко, М.М. Філіппов // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. – 2011. – №20(1). – С.20-29.
2. Yakovlyev G.M. The new methodical approach in the study of adaptation of the circulatory system to the cyclic exertion / G.M. Yakovlev, V.P. Andrianov, N.K. Forest // Characteristics of the functional reserves of the athlete. - L.: GIFK by P.F. Lesgafta, 1982. - P. 83-88.
3. Karpman V. L. PWC170- test definitions for Physical work capacity /V.L.Karpman, Z.B. Belotserkovskyy, B.H. Lyubyna // J. Theor. and pract. Fiz. cult., 1969, №10. - P. - 37-39.
4. Karpman V. L. Indirect method on of maximum oxygen consumption of athletes Peak qualifications V.L.Karpman, Y.A.Hudkov, H.A.Koydunova // J. Theor. and prfct. Fiz. cult., 1972, №10. - P. - 37-41.
5. Мурза В.П. Методи функціональних досліджень у фізичній реабілітації та спортивній медицині. Навчальний посібник /В.П. Мурза, М.М. Філіппов. –Київ: Ун-т «Україна», 2001.- 95с.

Філіппов М.М.

Національний університет фізичного виховання і спорту України, м. Київ

ФІЗІОЛОГІЧНІ УМОВИ ПОЕТАПНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОГО СПОЖИВАННЯ КИСНЮ У СПОРТСМЕНІВ

Вступ. Відомо, що спортсмени можуть досягти максимальних для людини значень споживання організмом кисню (МСК), але ще не повністю з'ясовані умови, що забезпечують відповідність доставки кисню працюючим м'язам,