Корисна модель належить до медицини, а саме спортивної медицини, фізичної реабілітації, кардіології та сімейної медицини і може бути використана для оцінки функціональних можливостей кардіо-респіраторної системи, як основної системи життєзабезпечення, у практично здорових фізично нетренованих молодих осіб.

Фізична працездатність(ФП) є однією із основних характеристик "динамічного", тобто функціонального здоров'я людини [1] і характеризує здатність людини до прояву максимального фізичного зусилля при м'язовій роботі в динамічному режимі. Фізична працездатність є мірилом життєздатності організму і фактично визначає спроможність людини до виконання професійних, побутових, тренувальних навантажень, що здійснюються без перенапруги киснево-транспортної системи [2].

Відомо, що з віком показник фізична працездатність прогресивно знижується, що може бути причиною обмеження професійної придатності людей у багатьох професіях уже навіть у середньому віці. Визначено також, що навіть у високо економічно розвинених країнах, зниження фізичної працездатності виникає навіть раніше, ніж очікуване за віком, що свідчить за прискорені темпи старіння [2].

Лонгітудинальні дослідження встановили високий ступінь негативної кореляційної залежності між рівнем фізичної працездатності і поширеністю серцево-судинних захворювань. Тому з метою профілактики виникнення останніх необхідно підвищувати рівень загальної аеробної фізичної працездатності тим особам, в кого вона знижена.

Існують різні підходи до визначення фізичної працездатності, але ВООЗ рекомендувала до широкого використання у молодих людей віком до 30 років пробу на велоергометрі - тест PWC_{170}. Методика проведення проби PWC_{170} передбачає виконання досліджуваним двох фізичних навантажень зростаючої потужності і визначення потужності навантаження у ватах (Вт) або кілограмометрах за хвилину (кГм/хв), яку досліджуваний може виконати з пульсом 170 уд/хв.

Аналіз літературних джерел показав, що до теперішнього часу не існує єдиного обґрунтованого підходу до оцінки визначеного показника PWC_{170} у молодих нетренованих осіб.

Так існує спосіб оцінки фізичної працездатності [3], який констатує лише граничні значення коливань абсолютних величин PWC_{170}, які зустрічаються у нетренованих обстежених. Вони складають у чоловіків 115-182 Вт, а у жінок 75-125 Вт. Різниця крайніх величин означеного діапазону складає 59 % у чоловіків і 67 % у жінок, що є дуже високою і знижує точність і інформативність указаного способу. Спосіб передбачає також поряд із абсолютними значеннями PWC_{170} оцінку відносного показника фізичної працездатності, тобто PWC_{170} на 1 кг маси тіла. Цей показник за даними авторів має становити для чоловіків 2,5 Вт/кг, а для жінок - 1,7 Вт/кг. Оціночні відносні величини фізичної працездатності фактично мають єдине значення, не передбачаючи можливих коливань. Спосіб побудований без урахування розмаху можливих коливань величин маси тіла. Результати наших досліджень виконаних у молодих людей показали, що маса тіла у обстежених чоловіків в середньому складала 72,4±0,67 кг і знаходилась в межах від 55 до 90 кг, що могло відповідати розрахованим за відносним показником величинам PWC_{170} від 137 до 225 Вт, у жінок в середньому по групі обстежених маса тіла складала 59,4±0,64кг і коливалась від 48 до 84 кг, що могло відповідати величинам PWC_{170} від 82 до 143 Вт. Тобто при оцінці ФП за указаним способом її показники у осіб з надмірною масою тіла штучно занижуються, а у осіб із недостатньою масою - відповідно підвищуються.

На відміну від попереднього інший спосіб [4], крім посилання на коливання абсолютних значень PWC_{170} в таких самих межах містить границі коливань значень відносного показника (PWC_{170}/кг) для осіб обох статей. Для чоловіків вони складають 12-17 кГм/хв/кг, або 2,0-2,83 Вт/кг, для жінок - 8-14 кГм/хв/кг, або 1,33-2,33 Вт/кг. Недоліком способу, як і попереднього, є відсутність урахування величини маси тіла у обстежених, що призводить до заниження оціночного рівня фізичної працездатності у осіб з надмірною масою і відповідного завищення - при наявності зниженої маси. Тобто різниця граничних значень показника PWC_{170}/кг маси тіла складає для чоловіків 41,5 %, для жінок 75 % і тому навіть якщо припустити, що ці особи мають приблизно однакову масу тіла не представляється можливим достовірно визначити характер і ступінь змін функціональних можливостей кардіо-респіраторної системи. Наприклад: для чоловіків з масою тіла 75 кг абсолютна величина ФП, розрахована за нижньою границею визначених авторами способу відносних величин складає 150 Вт, одночасно як за верхньою границею - відповідно 212 Вт. Розрахований нами останній показник, без сумніву, може бути характерним лише для осіб з високими функціональними можливостями кардіо-респіраторної системи, в той час, як показник 150 Вт відповідає середньому значенню фізичної працездатності. Для жінок з масою тіла 60 кг межі абсолютних значень PWC_{170} коливаються від 80 до 140 Вт. Розраховане нами перше значення показника фізичної працездатності для жінок молодого віку, безумовно, відображає знижені функціональні можливості, в той час, як друге - середні величини фізичної працездатності.

Отже спосіб не дозволяє достеменно диференціювати осіб з низькими і високими функціональними можливостями і суттєво різниться в оціночних градаціях за абсолютними і відносними значеннями показника фізичної працездатності, тобто є недостатньо точним і інформативним.

Найближчим аналогом (прототипом) способу, що заявляється є спосіб [5], що пропонує шкалу оцінки функціональних можливостей за показником PWC_{170}/кг, тобто дозволяє характеризувати рівень фізичної працездатності у нетренованих чоловіків і жінок віком від 17 до 25 років як такий, що відповідає низькому, нижчому за середній, середньому, вищому за середній і високому рівням. В указаному способі оцінка рівня фізичної працездатності здійснюється за відносною величиною показника PWC_{170}. В результаті особи з різною масою тіла при однакових абсолютних величинах PWC_{170} потрапляють в різні оціночні градації. Так при абсолютному значенні PWC_{170}, що складає 180 Вт і відносному значені PWC_{170} 2,4 Вт/кг, чоловіки з масою тіла 75 кг потрапляють в градацію нижчого за середній рівня фізичної працездатності, при тому самому значенні PWC_{170} і масі тіла 65 кг - до вищого за середній рівня, а при масі тіла 85 кг - до низького рівня. Така закономірність прослідковується і у жінок. При PWC_{170}, що складає 120 Вт, відносний показник фізичної працездатності у жінок з масою тіла 48 кг відповідає градації високого, а з масою тіла 65 кг - середнього рівня функціональних можливостей. Тому спосіб оцінювання за відносним показником є доволі приблизним.

Наші дослідження показали, що у молодих нетренованих осіб кореляційна залежність між показником маси тіла і величиною PWC_{170} практично відсутня. Крім того гранична вікова межа авторами способу надана тільки для осіб віком до 25 років, хоча тест може використовуватись у обстежених більш старшого віку, а саме до 30 років. Тобто цей спосіб також має низьку точність і інформативність.

В основу корисної моделі поставлена задача розробки такого способу оцінювання PWC_{170} у молодих нетренованих людей, який враховує міжкласові проміжки варіаційних рядів абсолютних значень PWC_{170} у Вт і дає змогу оцінити показник за кількісною шкалою, а в разі його зниження ще і за функціональним біологічним віком і адекватно відображає можливості кардіо-респіраторної системи.

Технічний результат від використання корисної моделі буде полягати у підвищенні точності і інформативності способу оцінки PWC_{170}, ранньому виявленні зниження функціональних можливостей кардіо-респіраторної системи і кількісній характеристиці ступеня зниження фізичної працездатності через оцінку функціонального біологічного віку, використанні раціональних підходів до корекції виявлених порушень з метою здійснення первинної профілактики серцево-судинних захворювань і оцінці ефективності реабілітаційних заходів.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі, який включає визначення абсолютної величини PWC_{170} при виконанні велоергометричних навантажень і розрахунок її величини на 1 кг маси тіла, згідно з корисною моделлю проводять визначення абсолютних величин PWC_{170} з урахуванням типу реакції артеріального тиску (АТ), оцінюють абсолютні величини з використанням міжкласових проміжків варіаційних рядів і характеризують їх величини як такі, що відповідають середньому рівню, якщо величини PWC_{170} у чоловіків і жінок знаходяться в межах відповідно 145-175 Вт і 116-137 Вт, вищому за середній - при значеннях 176-206 Вт і 138-159 Вт, високому - при значеннях 207 Вт і більше та 160 Вт і більше; значення величин PWC_{170} в межах 114-144 Вт і 94-115 Вт відповідають рівню нижчому за середній, 83-113 Вт і 72-93 Вт - низькому, нижче 83 Вт та нижче 72 Вт - дуже низькому рівню фізичної працездатності і при всіх значеннях PWC_{170} нижчих за середній рівень фізичної працездатності розраховують біологічний вік (БВ) обстежених за формулами:

для чоловіків БВ = паспортний вік + (145-PWC_{170} фактична): 2

для жінок БВ = паспортний вік + (116-PWC_{170} фактична): 2

Значення 145 і 116, що містяться у формулі, являють собою нижню границю середнього рівня фізичної працездатності для чоловіків і жінок, яка взята нами у розрахунки з метою уникнення гіпердіагностики при визначенні темпів старіння. Запропоновану кількісну оціночну шкалу абсолютних значень PWC_{170} отримали наступним чином. Були обстежені 286 практично здорових нетренованих осіб обох статей у віці 20-30 років: 158 чоловіків та 128 жінок. Діапазон коливань абсолютних величин PWC_{170} був дуже значним і складав у чоловіків від 52 до 237 Вт, у жінок від 50 до 179 Вт. Кількісні показники були оброблені методами варіаційної статистики з розрахунком середньої величини варіаційного ряду (M), середньої похибки ряду (±m), середньоквадратичного відхилення (δ), а також була проведена кореляція між показниками віку і маси тіла - з одного боку і абсолютними значеннями PWC_{170} - з другого боку. Установлено відсутність кореляційної залежності між аналізованими показниками: у чоловіків коефіцієнти кореляції склали відповідно r=0,067 і r=0,156, у жінок - r=0,008 і r=0,87. Середньо групові значення PWC_{170} становили у чоловіків 134,7±2,9 Вт, значення δ=37,2 Вт, коефіцієнт мінливості склав 27, 6 %, у жінок середньо групові значення дорівнювали 101,0±2,5 Вт, значення δ=28,8 Вт, коефіцієнт мінливості склав 28,4 %. Отримані дані свідчили за суттєву неоднорідність показника PWC_{170} у обстежених обох статей в цілому по групі, що не дозволило використати показник середньоквадратичного відхилення для визначення і характеристики загально відомих градацій фізичної працездатності. Тому для шкалювання результатів PWC_{170} ми використали міжкласові проміжки варіаційних рядів, які були нами виділені у чоловіків і жінок. Вони склали відповідно 30 Вт і 21 Вт. Аналіз абсолютних величин PWC_{170} після установлення визначених нами шести рівнів свідчив за те, що групи стали однорідними (коефіцієнт мінливості становив від 4,1 % до 7,0 %).

Передумовою для спроби оцінювання результату тесту PWC_{170} через біологічний вік людини послужили наступні дані. Відомо, що фізична працездатність неухильно знижується у віці від 30 до 80 років майже на 70 процентів. Крім того відомо, що зменшення ФП з віком може бути навіть більш суттєвим і раннім, ніж очікуване, що свідчить за прискорені темпи старіння. Відомо також, що здатність виконувати фізичні навантаження знижується раніше, ніж розумова працездатність [2].

Проведені нами аналіз належних величин фізичної працездатності для молодих нетренованих осіб за тестом PWC_{170} [6] показав, що зниження її величини складає приблизно 2 Вт на один рік життя як у чоловіків, так і у жінок, що і обумовило наявність цифри "2" у вище наведених формулах БВ.

Відмінними особливостями способу, що заявляється є те, що оцінку PWC_{170} проводять за абсолютними величинами, визначеними з урахуванням реакції артеріального тиску за створеною оціночною шкалою побудованою з використанням міжкласових проміжків варіаційних рядів. Спосіб оцінки, крім того, дозволяє виділити осіб із зниженими можливостями кардіо-респіраторної системи. Оціночна шкала, крім того, дозволяє у осіб, із зниженими можливостями виразити ступінь зниження фізичної працездатності через визначення функціонального БВ і рекомендувати програми фізичних тренувань, направлені на корекцію виявлених порушень.

За рахунок використання запропонованого способу значно підвищується точність і інформативність оцінки PWC_{170} у практично здорових осіб.

За літературними даними такий спосіб оцінки PWC_{170} невідомий.

Запропонований спосіб здійснюється наступним чином.

Визначають фактичну величину PWC_{170} за велоергометричним тестом шляхом використання двох стандартних зростаючих за потужністю, навантажень. Для молодих нетренованих осіб вони складають 50 і 100 Вт для чоловіків і 25 і 75 Вт для жінок. Крім визначення частоти серцевих скорочень (ЧСС), вимірюють АТ і визначають тип відповідної гемодинамічної реакції [7].

За формулами розраховують фактичну величину PWC_{170} у Вт. При нормальній та гіпотонічній реакціях АТ за формулою

$PWC_{170}=W1+(W2-W1)x(170-f1)/(f2-f1)$, де

W1 - потужність першого навантаження, Вт

W2 - потужність другого навантаження, Вт

f1 - ЧСС при першому навантаженні, уд/хв

f2 - ЧСС при другому навантаженні, уд/хв

При гіпертонічній реакції систолічного АТ [8] за формулою

PWC_{170}=297,5xW2/ПД2, де

W2 - потужність другого навантаження, Вт.

ПД2 - подвійний добуток (у.о.): ЧСС х систолічний АТ/100.

Співставляють фактичну величину PWC_{170} з установленими межами градацій і оцінюють її, як таку, що відповідає середньому рівню при знаходженні показника у чоловіків і жінок в межах відповідно 145-175 Вт і 116-137 Вт, вищому за середній - при значеннях 176-206 Вт і 138-159 Вт, високому - при значеннях 207 Вт і більше та 160 Вт і більше; значення величин PWC_{170} в межах 114-144 Вт і 94-115 Вт відповідають рівню нижчому за середній, 83-113 Вт і 72-93 Вт, низькому, нижче 83 Вт та нижче 72 Вт дуже низькому рівню фізичної працездатності.

При всіх значеннях абсолютних величин PWC_{170}, які є нижчими за нижню межу середнього рівня фізичної працездатності розраховують функціональний біологічний вік за формулами: для чоловіків БВ = паспортний вік + (145-PWC_{170} фактична): 2, для жінок БВ = паспортний вік + (116-PWC170 фактична): 2.

Запропонований нами спосіб оцінки PWC_{170} у молодих нетренованих людей простий, короткотривалий, доступний для використання в установах охорони здоров'я, в тому числі в первинній його ланці, дозволяє здійснити індивідуальний підхід в оцінці функціонального стану кардіо-респіраторної системи та намітити заходи по корекції виявлених порушень з включенням фізичної реабілітації.

Спосіб може бути проілюстрований наступними конкретними прикладами.

1. Обстежений 25 років, вага 81 кг

При виконанні першого навантаження 50 Вт: ЧСС 104 уд/хв, АТ 120/70 мм рт. ст.

При виконанні другого навантаження 100 Вт: ЧСС 132 уд/хв, АТ 140/70 мм рт. ст.

Тип гемодинамічної реакції на пробу - нормотонічний. PWC_{170}=50+(100-50)x(170-104)/(132-104)=168 Вт

Висновок: середній рівень фізичної працездатності, біологічний вік відповідає паспортному.

2. Обстежений 20 років, вага 95 кг

При виконанні першого навантаження 50 Вт: ЧСС 120 уд/хв, АТ 150/80 мм рт. ст.

При виконанні другого навантаження 100 Вт: ЧСС 156 уд/хв, АТ 200/50 мм рт. ст. Тип гемодинамічної реакції на пробу - гіпертонічний

ПД2=156x200/100=312 у.о.

PWC_{170}=297,5x100/312=95 Вт

БВ=20+(145-95)/2=45років

Висновок: низький рівень ФП, відповідає БВ 45 років

3. Обстежена 23 років, вага 62 кг

При виконанні першого навантаження 25 Вт: ЧСС 114 уд/хв, АТ 120/50 мм рт. ст.

При виконанні другого навантаження 75 Вт: ЧСС 154 уд/хв, АТ 140/70 мм рт. ст

Тип гемодинамічної реакції на пробу - нормотонічний. PWC_{170}=25+(75-25)x(170-114)/(154-114)=95 Вт

БВ=23+(116-95)/2=33 роки

Висновок: нижчий за середній рівень ФП, відповідає БВ 33 роки.

За період з 2005 до 2010 року на базі кафедри фізичної реабілітації та спортивної медицини Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця були проведені обстеження 286 практично здорових осіб (158 чоловіків і 128 жінок) віком 20-30 років.

Знижені функціональні можливості кардіо-респіраторної системи визначені нами у 65,2 % чоловіків і 74,9 % жінок. За рівнями фізичної працездатності вони розподілялись наступним чином: дуже низький рівень фізичної працездатності мали 5,1 % чоловіків і 10,1 % жінок, низький відповідно - 24,7 % і 36,7 %, нижчий за середній - 35,4 % і 28,1 %. Біологічний вік обстежених в означених групах склав у чоловіків 67, 44 і 31 рік, у жінок - 50, 38 і 29 років. Тобто хоча знижені показники фізичної працездатності в цілому у жінок зустрічалися частіше, ніж у чоловіків, темпи старіння останніх були більш значними.

Серед заходів по корекції виявлених порушень основну увагу слід приділити тренуванням, направленим на збільшення загальної аеробної витривалості. По суті справи це є профілактикою виникнення серцево-судинних захворювань у молоді в подальшому.

Джерела інформації:

1. Аулик И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте. М.: Медицина, 1990. - 191 с.

2. Старение и работоспособность/ Доклад исследовательской группы ВОЗ. Серия технических докладов № 835. Женева. - 1995. - 71 с.

3. Карпман В.Л., Белоцерковський З.Б., Гудков И.А. Исследование физической работоспособности у спортсменов. М.: ФиС, 1988. - 93 с.

4. Граевская Н.Д., Долматова Т.И. Спортивная медицина /Курс лекций и практические занятия. М.: Советский спорт, 2005. - С. 184-193.

5. Спортивная медицина // Руководство для студентов и врачей // Под ред. проф. Сокрута В.Н, акад. Казакова В.Н. Донецк: Каштан, 2009. - С. 64-67.

6. Преварский Б.П. Определение физической нагрузки для проведения велоэргометрии и степэргометрии в клинической практике. /Методические рекомендации. - К., 1981. - 25 с.

7. Шаповалова В.А., Халтагарова В.М., Шимеліс І.В. Спосіб визначення реакції артеріального тиску при велоергометричному навантаженні. Деклараційний патент на винахід, Україна, № 59808 А 61В5/02, 15.09.2003, бюл. № 9.

8. Шаповалова В.А., Халтагарова В.М., Шимеліс І.В. Спосіб визначення фізичної працездатності. Деклараційний патент на винахід, Україна, № 54197 А, А61В 5/02, 17.02.2003, бюл. № 2.