

СПОСІБ ДІАГНОСТИКИ ПОРОГУ ТОЛЕРАНТНОСТІ ДО ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Корисна модель відноситься до медицини, а саме до спортивної медицини, і може бути використана безпосередньо для виявлення порогу толерантності до фізичних навантажень за динамікою діастолічної функції серця спортсменів.

Одним з ключових питань спортивної медицини є рання діагностика ознак фізичного перенапруження серцево-судинної системи. В останні часи з'явилися праці, що доводять можливість використання в якості ранніх ознак перенапруження серцевої діяльності симптомів порушення релаксації міокарду, тобто діастолічної функції серця при цьому у таких пацієнтів фракція викиду може зберігатися на нормальному рівні [1,2]. Оскільки продуктивність роботи серця залежить не лише від його здатності викидати кров в аорту в систолу, але й від його можливості заповнюватися кров'ю в діастолу, критерієм порушеної діастолічної функції є збільшення тиску наповнення лівого шлуночка.

Відомий спосіб оцінки порогу толерантності до фізичних навантажень [Exercise Standards for Testing and Training: A Scientific Statement From the American Heart Association / G. F. Fletcher, P. A. Ades, P. Kligfield [et al.] / Circulation. – 2013. – Vol. 128. – P. 873-934.], в якому при виконанні роботи на велоергометрі зі східчастим зростанням навантаження визначають ознаки фізичного перенапруження. Поріг толерантності встановлюють за скаргами пацієнта, зовнішніми ознаками втоми, частотою серцевих скорочень, динамікою артеріального тиску та електрокардіографічними ознаками перенапруження. Порогом толерантності вважають рівень фізичного навантаження, при якому з'являються перші ознаки перенапруження.

Недоліками відомого способу є те, що в якості ознак порогу толерантності не використовуються показники, які безпосередньо характеризують кардіогемодинамічні зрушення при фізичних навантаженнях, тому являються більш пізніми щодо перенапруження міокарду. Це має імовірніше прогностичне значення у спортивній практиці і не може розкрити повноту змін кардіогемодинаміки під час виконання інтенсивних фізичних навантажень.

Найбільш близьким серед об'єктів аналогічного призначення за сукупністю істотних ознак до корисної моделі, що заявляється, є спосіб діагностики діастолічної недостатності лівого шлуночка серця [Diastolic Stress Echocardiography: A Novel Noninvasive Diagnostic Test for Diastolic Dysfunction Using Supine Bicycle Exercise Doppler Echocardiography / J. W. Ha, J. K. Oh, P. A. Pelikka [et al.] // Journal of the American Society of Echocardiography. – 2005. – Vol. 18 (1). – P. 63-68.], в якому ехокардіографічні показники діастолічної функції лівого шлуночка серця після застосування дозованого фізичного навантаження на велоергометрі порівнювались з даними спокою. Спосіб застосовували для діагностики прихованої діастолічної дисфункції лівого шлуночка у пацієнтів з задишкою, що з'являлась при фізичних навантаженнях, при збереженій систолічній функції лівого шлуночка в спокої. Початкове навантаження на велоергометрі встановлювали на рівні 25 Вт та збільшували його на 25 Вт відповідно до кожного наступного ступеня. Критеріями припинення навантаження вважали появу задишки. Оцінку діастолічної функції серця проводили за ехокардіографічними змінами співвідношення швидкості ранньодіастолічного потоку на мітральному клапані і швидкості ранньодіастолічного руху стулки мітрального клапану у спокої, після кожного ступеня навантаження та у відновному періоді.

Недоліками способу є те, що його результати правомірно застосовувати лише для пацієнтів з задишкою, що з'являється при фізичних навантаженнях; навантаження на велоергометрі підбиралось за протоколом, який не

враховував індивідуальні особливості пацієнта, зокрема його вагу; дослідження ехокардіографічних показників проводилось під час паузи між ступенями навантаження, що впливало на рівень гемодинамічних показників і спотворювало результати тестування; розрахунок отриманих показників проводили в період після закінчення дослідження. Крім того, в даному способі немає чіткої градації змін ехокардіографічних показників, що може свідчити про ступінь діастолічної дисфункції, що унеможлиблює використання даної методики для оцінки порогу толерантності. Також до недоліків можна віднести і те, що критеріями припинення дослідження було обрано суб'єктивну ознаку – задишку, яка самостійно не може в повній мірі свідчити про перенапруження діяльності серцево-судинної системи без врахування інших ознак фізичного перенапруження, що може призвести до розвитку гострих серцево-судинних ускладнень під час тестування.

В основу корисної моделі покладено задачу удосконалення способу діагностики порогу толерантності до фізичних навантажень за величиною діастолічної функції лівого шлуночка серця спортсменів, за рахунок введення додаткових критеріїв діагностики, що дозволить підвищити специфічність та чутливість ранньої діагностики перенапруження серцево-судинної системи внаслідок дії неадекватних функціональним можливостям організму спортивних тренувань.

Поставлена задача вирішується шляхом визначення порогового рівня діастолічної функції лівого шлуночка серця за величиною приросту співвідношення швидкості ранньодіастолічного потоку на мітральному клапані і швидкості ранньодіастолічного руху стулки мітрального клапану після кожного ступеня навантаження на велоергометрі у спортсменів за даними ехокардіографічного дослідження. Критерієм припинення навантаження, тобто порогом толерантності, є співвідношення обраних для аналізу показників на рівні 8 ум.од. та більше.

Загальними ознаками найближчого аналогу та способу, що заявляється, є визначення динаміки діастолічної функції серця за показником

співвідношення швидкості ранньодіастолічного потоку на мітральному клапані і швидкості ранньодіастолічного руху стулки мітрального клапану, при виконанні дозованого фізичного навантаження на велоергометрі за допомогою ехокардіографічного дослідження.

Відмінними ознаками способу, що заявляється, є встановлення чітко визначених критеріїв порогу толерантності за діастолічною функцією серця, проведення оцінки гемодинамічних зрушень безпосередньо під час виконання навантаження та індивідуальний підхід до підбору навантаження на велоергометрі, а також можливість використання способу для спортсменів. Запропонований спосіб діагностики дає змогу встановити величину резерву діастолічної функції серця, що може бути використано для діагностики рівня порогу толерантності до фізичних навантажень, прогнозування спортивних результатів, контролю впливу тренувально-змагальних навантажень в процесі річної підготовки та проведення відбору до занять спортом. Своєчасна діагностика зниження резерву діастолічної функції серця допоможе діагностувати захворювання з переважним ураженням міокарду на доклінічному етапі та запобігти розвитку гострого фізичного перенапруження серцево-судинної системи спортсменів.

Причинно-наслідковий зв'язок сукупності відмінних ознак з вищезазначеним технічним результатом дозволяє підвищити специфічність та чутливість діагностичного тесту.

Таким чином, сукупність ознак запропонованого рішення задачі, що втілена у використанні способу діагностики порогу толерантності до фізичних навантажень відповідає критерію «новизна» і поширюється на усі випадки її багаторазової реалізації.

Спосіб діагностики порогу толерантності до фізичних навантажень проводиться наступним чином. Діагностику проводять на ехокардіографічному апараті з можливістю сканування у М- та В-режимах, імпульсно-хвильовому та тканинному доплерівських режимах з використанням трансторакального фазованого датчика з частотою 2 МГц.

Ехокардіографію проводять у стані фізіологічного спокою, наприкінці кожного ступеня навантаження та з 3 до 5 хвилини відновного періоду в положенні пацієнта сидячи на велоергометрі. Діастолічну функцію лівого шлуночка серця оцінюють з апікальної чотирьохкамерної позиції за величинами трансмітрального потоку при імпульсно-хвильовій доплерографії й швидкості руху фіброзного кільця мітрального клапану в латеральній його частині при тканинній доплерографії у відповідності з рекомендаціями Європейської ехокардіографічної асоціації [3]. Для діагностики порогу толерантності використовують співвідношення показників максимальної швидкості раннього діастолічного потоку на мітральному клапані (E , см/с) та максимальної швидкості раннього діастолічного руху фіброзного кільця мітрального клапану (e' , см/с). Діагностично значущим вважають співвідношення $E/e' \geq 8$ ум. од.

Після дослідження ехокардіографічних показників у стані спокою спортсмен виконує дозоване фізичне навантаження на вертикальному велоергометрі. Початкове навантаження підбирається з урахуванням ваги пацієнта й дорівнює 0,5 Вт/кг. Навантаження на кожному ступені збільшується на 0,5 Вт/кг й триває 2 хвилини. Частота педалювання складає 60 обертів за хвилину. Наприкінці кожного ступеня навантаження оцінюється наявність ознак досягнення порогу толерантності за станом діастолічної функції лівого шлуночка серця, а також за іншими критеріями: клінічними (надмірна задишка, різка блідість, акроціаноз, надмірне потовиділення, напад стенокардії, відмова від подальшого виконання навантаження), функціональними (перевищення максимальної частоти серцевих скорочень (ЧСС), що розраховується за формулою $ЧСС = 85\% * (220 - \text{вік (у роках)})$, підвищення артеріального тиску до 250/120 мм.рт.ст) чи електрокардіографічними (депресія сегменту ST на 2 мм та більше, що фіксувалась на 80 мс після точки J, поява тяжких аритмій) ознаками порогу толерантності [4].

Оцінку порогу толерантності до фізичних навантажень проводять за рівнем навантаження на велоергометрі, при якому було досягнуто співвідношення $E/e' \geq 8$ ум. од.

Запропонований спосіб реалізує новий підхід до спортивного відбору та ранньої діагностики перенапруження серцево-судинної системи внаслідок дії неадекватних функціональним можливостям організму спортивних тренувань.

У відповідності з цим, відмінні ознаки дійсної корисної моделі є суттєвими, оскільки кожна з них перебуває у причинно-наслідковому зв'язку з досягненням вищезазначеного технічного результату, а їхня сукупність відповідає критерію «новизна».

Ефективність запропонованого способу ілюструється прикладом:

У спортсмена П., 16 років, кандидата в майстри спорту з плавання, під час проведення стрес-ехокардіографії при навантаженні 3 Вт/кг за ЧСС 162 уд/хв. було встановлено збільшення співвідношення E/e' до 8,2 ум. од. у порівнянні зі станом спокою, де воно складало 6,1 ум. од. Спроба перейти на наступний ступінь навантажень (3,5 Вт/кг) супроводжувалась збільшенням ЧСС до 185 уд/хв., що на 10 уд/хв. перевищило пороговий рівень за частотою серцевих скорочень. Результати стрес-ехокардіографії з фізичним навантаженням стали підставою для встановлення порогового рівня навантажень (3 Вт/кг) та корекції на основі цього тренованого режиму.

Отже, можливість відтворення об'єкта у контексті незалежного пункту формули інформує про відповідність технічного рішення умові «промислова придатність».

Література:

1. Exercise-induced changes of left ventricular diastolic function in postmenopausal amateur marathon runners: assessment by echocardiography and cardiac biomarkers / F. Knebel, S. Spethmann, S. Schattke [et al.] // European journal of preventive cardiology. – 2014. – Vol. 21 (6). – P. 782-790.

2. How to diagnose diastolic heart failure: a consensus statement on the diagnosis of heart failure with normal left ventricular ejection fraction by the Heart Failure and Echocardiography / Paulus W. J., Tschope C., Sanderson J. E. [et al.] // Eur. Heart J. – 2007. – Vol. 28. – P. 2539-2550.
3. Nagueh S. F. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography / S. F. Nagueh, C. P. Appleton, T. C. Gillebert [et al.] // Eur J Echocardiogr. – 2009. – Vol. 10. – P. 165–93.
4. Exercise Standards for Testing and Training: A Scientific Statement From the American Heart Association / G. F. Fletcher, P. A. Ades, P. Kligfield [et al.] / Circulation. – 2013. – Vol. 128. – P. 873-934.

Заявник:

Неханевич О. Б.