

Ergospirometria jako unikatowe narzędzie w diagnostyce różnicowej duszności pochodzenia sercowego u pacjentów poddawanych rehabilitacji kardiologicznej

Cardiopulmonary exercise testing as a useful tool in differential diagnosis in patients undergoing cardiac rehabilitation

Dominika Szalewska¹, Arkadiusz Szalewski², Piotr Niedożytko¹

¹Klinika Rehabilitacji Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego

²Szpital Specjalistyczny w Kościerzynie, Oddział Rehabilitacji, Placówka w Dzierżążnie

STRESZCZENIE

Rehabilitacja kardiologiczna to ważny etap leczenia większości chorób układu sercowo-naczyniowego. Udowodniono jej wpływ na wydłużenie życia u pacjentów po zawale serca i z niewydolnością serca. Podstawową metodą stosowaną w usprawnianiu pacjentów obciążonych chorobami układu sercowo-naczyniowego jest wytrzymałościowy trening fizyczny, którego intensywność ustala się na podstawie maksymalnego testu wysiłkowego na bieżni ruchomej lub cykloergometrze rowerowym. W planowaniu usprawniania szczególnie trudne jest ustalenie przyczyny duszności u pacjenta z różnymi współistniejącymi chorobami serca i odróżnienie jej od duszności pochodzenia „płucnego” lub spowodowanego unieruchomieniem czynnościowym. Celem pracy było omówienie przydatności ergospirometrii w różnicowaniu duszności pochodzenia sercowego: w chorobie niedokrwiennej serca, z niewydolnością serca, wadą zastawkową i wadą wrodzoną serca. Ergospirometria jest cennym, jednak wciąż niedocenianym narzędziem do różnicowania przyczyn duszności u pacjentów poddawanych kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej. Znajomość charakterystycznych zmian w parametrach oddechowych obserwowanych

podczas testu wysiłkowego ułatwia podjęcie decyzji klinicznych i zaplanowanie kinezyterapii.

Choroby Serca i Naczyń 2013, 10 (4), 220–223

Słowa kluczowe: ergospirometria, rehabilitacja kardiologiczna, niewydolność serca

ABSTRACT

Cardiac rehabilitation is the important stage in treatment of patients with cardiovascular diseases and its positive impact on the prognosis has been proven in many clinical trials. Intensity and heart rate zone of endurance training is established in the exercise testing on bicycle ergometer or treadmill. The frequent challenge in prescribing exercise is the establishment of the cause of dyspnea in patients with many comorbidities. The aim of the manuscript is to report usefulness of cardiopulmonary exercise testing in differential diagnosis of dyspnea in patients with coronary artery disease, heart failure, valvular diseases and congenital heart defects.

Cardiopulmonary exercise testing is very valuable, but still underestimated tool in assessing the reason of dyspnea in patients undergoing cardiac rehabilitation. The knowledge of characteristic for each patophysiological status features in the test helps to set the diagnosis and prescribe the individual program of kinesiotherapy.

Choroby Serca i Naczyń 2013, 10 (4), 220–223

Key words: cardiopulmonary exercise testing, cardiac rehabilitation, heart failure

Adres do korespondencji:

dr n. med. Dominika Szalewska
Klinika Rehabilitacji
Gdański Uniwersytet Medyczny
ul. Dębinki 7, 80–211 Gdańsk
e-mail: dziel@gumed.gda.pl

WPROWADZENIE

Rehabilitacja kardiologiczna stanowi konieczny etap leczenia większości chorób układu sercowo-naczyniowego. Jej wpływ na wydłużenie życia u pacjentów po zawale serca i z niewydolnością serca udowodniono w wielu badaniach klinicznych [1–3]. Podstawową metodą stosowaną w usprawnianiu pacjentów obciążonych chorobami układu sercowo-naczyniowego jest wytrzymałościowy trening fizyczny, którego intensywność ustala się na podstawie maksymalnego testu wysiłkowego na bieżni ruchomej lub cykloergometrze rowerowym. Jedno z wyzwań, przed którym staje lekarz kierujący pacjenta na kinezyterapię, to diagnostyka różnicowa duszności, którą chory zgłasza podczas testu. Szczególnie trudne jest ustalenie przyczyny duszności u osoby z różnymi współistniejącymi chorobami serca i odróżnienie jej od duszności pochodzenia „płucnego” lub spowodowanego unieruchomieniem czynnościowym.

Cel pracy to omówienie przydatności ergospirometrii, czyli badania wysiłkowego z analizą pochłanianych i wydalanych gazów z dróg oddechowych, w różnicowaniu duszności pochodzenia sercowego w chorobie niedokrwiennej serca, w niewydolności serca, w przypadku wady zastawkowej i wrodzonej wady serca.

PODSTAWY PATOFIZJOLOGICZNE

Ponieważ układ sercowo-naczyniowy odgrywa podstawową rolę w transporcie gazów, to większość chorób tego układu, tj. choroba wieńcowa, arytmie przedsionkowe i komorowe, kardiomiopatie, wady zastawkowe i wrodzone wady serca, powoduje zmiany w przepływie $V'O_2$, $V'CO_2$ w drogach oddechowych i w częstoci rytmu serca (HR, *heart rate*).

Prawie we wszystkich wymienionych dysfunkcjach układu sercowo-naczyniowego, z wyjątkiem bloków przedsionkowo-komorowych, podczas testu wysiłkowego obserwuje się bardziej stromą krzywą narastania HR niż u osób zdrowych. Wynika to z dodatniej zależności między HR a tętniczo-żylną ekstrakcją tlenu w celu zwiększenia transportu tlenu potrzebnego do wykonania wysiłku. Chociaż, z powodu obniżonej objętości wyrzutowej serca, krzywa zależności HR– $V'O_2$ jest w większości przypadków bardziej stroma niż w populacji zdrowej, to u pacjentów przyjmujących leki beta-adrenolityczne, z chorobą niedokrwinną serca z objawami z zakresu prawej tętnicy wieńcowej, z kardiomiopatią ze współistniejącym zaburzeniem przewodzenia zatokowo-predsionkowego lub z blokiem

przedsionkowo-komorowym krzywa może być mniej stroma z powodu nieadekwatnie niskiego przyrostu HR podczas wysiłku fizycznego [4].

W chorobach serca, z powodu względnie niskiego przyrostu pojemności minutowej serca podczas wysiłku, stężenie tlenu we krwi żyłnej osiąga wartości minimalne, a różnica tętniczo-żylna $[C(a-v)O_2]$ — wartości względnie wysokie przy niskim obciążeniu pracą. W konsekwencji puls tlenowy $[C(a-v)O_2 \times SV]$ (ang. *O₂ pulse*) przyjmuje wartość stałą, utrzymującą się na niskim poziomie, bez obserwowanego u osób zdrowych przyrostu podczas wysiłku fizycznego.

Przyrost $V'O_2$ wraz z obciążeniem pracą (WR, *work rate*) jest mniejszy przy szczytowym obciążeniu, co odzwierciedla zwiększony wydatek energetyczny na drodze przemian beztlenowych z powodu upośledzonego transportu tlenu i jego wykorzystania na „obwodzie”.

Na podstawie badań wiadomo, że u pacjentów z niewydolnością serca na podłożu dysfunkcji skurczowej lewej komory dochodzi do zachwiania równowagi (ang. *mismatch*) w zakresie stosunku wentylacji do perfuzji płuc, szczególnie pod postacią wysokich wartości $V'a/Q$ [5]. Konsekwencją tych zaburzeń są zwiększony stosunek objętości fizjologicznej martwej przestrzeni do objętości życiowej płuc (V_d/V_t) i zwiększona wentylacja, w celu utrzymania homeostazy w zakresie pH. Potrzeba utrzymania homeostazy pH przy zwiększonych wartościach V_d/V_t jest celem najważniejszym, szczególnie w przypadku zwiększania stężenia i przepływu $V'CO_2$ w odpowiedzi na narastającą kwasicę mleczanową, co skutkuje zwiększoną odpowiedzią wentylacyjną płuc, by usunąć nadmiar kwasu (CO_2) i jest jednym z ważnych czynników odpowiedzialnych za uczucie duszności u pacjentów z niewydolnością serca [4].

U pacjentów z chorobami serca często rozwija się kwasica metaboliczna już przy niskich wartościach HR, co może się przerodzić w stan przewlekły i skutkować dusznością spoczynkową. Jeśli towarzyszy temu niskie $PaCO_2$, to niezbędna jest szybsza wentylacja do utrzymania danego $V'O_2$.

Testy wysiłkowe o stałym obciążeniu pracą mogą być szczególnie przydatne do oceny odpowiedzi układu sercowo-naczyniowego na poszczególne etapy wysiłku fizycznego u pacjentów z chorobami serca. Jeśli obciążenie pracą przekracza próg mleczanowy, to $V'O_2$ nie osiągnie stanu stabilnego w ciągu 3 minut. Przyrost $V'O_2$ między 3. a 6. minutą wysiłku ($V'O_2$ 6–3) koreluje z nasileniem wysiłkowej kwasicy metabolicznej.

Charakterystyczne wskaźniki w ergospirometrii w chorobie niedokrwiennej serca

Do charakterystycznych wskaźników w ergospirometrii u pacjenta z chorobą niedokrwinną serca należą:

- zmiany niedokrwienne w zapisie elektrokardiograficznym (EKG);
- prawidłowe $\Delta V'O_2/\Delta WR$ przy niskim obciążeniu wysiłkiem; krzywa narastania może być bardziej płaska powyżej progu beztlenowego niż u osób zdrowych;
- obniżony maksymalny puls tlenowy; *plateau* krzywej pojawiające się równocześnie ze zmianami w EKG;
- nieliniowa korelacja $HR-V'O_2$, bardziej stroma niż u osób zdrowych po osiągnięciu $V'O_{2peak}$;
- wysoka rezerwa oddechowa (BR, *breathing reserve*) (> 20%);
- kwasica metaboliczna przy końcu wysiłku fizycznego i po jego zakończeniu;
- czasami nagły powysiłkowy wzrost pulsu tlenowego.

Charakterystyczne wskaźniki w ergospirometrii w przewlekłej niewydolności serca

Charakterystycznymi wskaźnikami w ergospirometrii u pacjenta z przewlekłą niewydolnością serca są:

- obniżony szczytowy $V'O_2$;
- przyrost $V'O_2$ wraz z WR mogący się stopniowo zmniejszać tuż przed osiągnięciem szczytowego $V'O_2$;
- obniżony maksymalny puls tlenowy;
- stroma krzywa korelacji $HR-V'O_2$ z niską maksymalną HR;
- możliwa obecność oddechu periodycznego i pojawienie się „wzoru oddychania” 45- do 90-sekundowych cykli przy niskim WR; oddychanie periodyczne słabiej widoczne przy szczytowym obciążeniu wysiłkiem;
- paradoksalny wzrost pulsu tlenowego zaraz po zakończeniu wysiłku;
- słaba „kinetyka” $V'O_2$ i duży przyrost $V'O_2$ (6–3) powyżej progu beztlenowego podczas testu wysiłkowego ze stałym obciążeniem;
- podwyższone wartości V_d/V_t , $V'e/V'CO_2$ na progu beztlenowym i zwiększenie nachylenia krzywej $V'E$ vs $V'CO_2$, zależnie od stopnia nasilenia choroby.

Charakterystyczne wskaźniki w ergospirometrii w przypadku istotnej hemodynamicznie wady zastawkowej serca

Wśród charakterystycznych wskaźników w ergospirometrii u pacjenta z istotną hemodynamicznie wadą zastawkową serca należy wymienić:

- obniżone $\Delta V'O_2/\Delta WR$;
- niskie szczytowe $V'O_2$;
- próg beztlenowy przy niskim obciążeniu wysiłkiem;
- niski i nienarastający puls tlenowy;
- stromą krzywą nachylenia $HR-V'O_2$;
- słabą „kinetykę” $V'O_2$ i duży przyrost $V'O_2$ (6–3) powyżej progu beztlenowego podczas testu wysiłkowego ze stałym obciążeniem.

Charakterystyczne wskaźniki w ergospirometrii w przypadku wrodzonej wady serca

Wady z przeciekiem prawo–lewym:

- niskie szczytowe $V'O_2$;
- próg beztlenowy przy niskim obciążeniu wysiłkiem;
- zwiększona wartość $V'E/V'CO_2$ na progu beztlenowym;
- pierwsza faza wzrostu $V'O_2$ obniżona przy towarzyszącym zwiększonym oporze płucnym lub oporze zastawkowym;
- słaba „kinetyka” $V'O_2$ i duży przyrost $V'O_2$ (6–3) powyżej progu beztlenowego podczas testu wysiłkowego ze stałym obciążeniem;
- nagłe zwiększenie częstotliwości oddechów i spadek $PET CO_2$ w przypadku sinicznej wady serca; wzrost $V'E$ i spadek $PET CO_2$ korelujące z rozmiarem przecieku prawo–lewego;
- nasilenie tętniczej hipoksemii wraz z narastaniem obciążenia;

Wady z przeciekiem lewo–prawym:

- niskie szczytowe $V'O_2$;
- próg beztlenowy przy niskim obciążeniu wysiłkiem;
- zwiększona wartość $V'E/V'CO_2$ na progu beztlenowym;
- prawidłowe wartości utlenowania krwi podczas testu wysiłkowego [4, 6].

WNIOSKI

Ergospirometria jest cennym, jednak wciąż niedocenianym narzędziem do różnicowania przyczyn duszności u pacjentów poddawanych kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej. Znajomość charakterystycznych zmian w parametrach oddechowych obserwowanych podczas testu wysiłkowego ułatwia podjęcie decyzji klinicznych i zaplanowanie kinezyterapii.

PIŚMIENNICTWO

1. Piepoli M.F., Corrà U., Benzer W. i wsp. Secondary prevention through cardiac rehabilitation: from knowledge to implementation. A position paper from the Cardiac Rehabilitation Section of the European

- Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil.* 2010; 17: 1–17.
2. Fernhall B. Long-term aerobic exercise maintains peak VO₂, improves quality of life, and reduces hospitalisations and mortality in patients with heart failure. *J. Physiother.* 2013; 59: 56.
 3. O'Connor C.M., Whellan D.J., Lee K.L. i wsp. Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA* 2009; 301: 1439–1450.
 4. Wasserman K. Principles of exercise testing and interpretation. 4th edition. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia 2005: 115–118.
 5. McMurray J.V., Adamopoulos S., Anker S.D. i wsp. Grupa Robocza 2012 Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego (ESC) ds. Rozpoznania oraz Leczenia Ostrej i Przewlekłej Niewydolności Serca działająca we współpracy z Asocjacją Niewydolności Serca ESC (HFA). Wytyczne ESC dotyczące rozpoznania oraz leczenia ostrej i przewlekłej niewydolności serca na 2012. *Kardiol. Pol.* 2012; 70 (supl. II).
 6. Balady G.J., Arena R., Sietsema K. i wsp. Clinician's guide to cardiopulmonary exercise testing in adults: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2010; 122: 191–225.