

# Metody oceny siły i wytrzymałości mięśniowej w kontekście doboru intensywności i oceny efektywności treningu oporowego w rehabilitacji kardiologicznej

Reliability of muscular strength and endurance tests in context of the resistance training intensity assessment and evaluation of training effects in cardiac rehabilitation

Monika Krzywicka-Michałowska, Piotr Dylewicz, Małgorzata Wilk

Katedra Rehabilitacji Kardiologicznej, Akademia Wychowania Fizycznego, Poznań

W ostatnich latach trening oporowy coraz częściej rozpatruje się jako korzystny również w kontekście rehabilitacji osób z chorobami układu sercowo-naczyniowego. Choć wciąż jeszcze budzi wątpliwości, przez wielu jest postrzegany jako trafne uzupełnienie treningu wytrzymałościowego. Wykazano bowiem, że prowadzi do pełniejszej poprawy jakości życia i ogólnej sprawności związanej z wieloma aspektami życia codziennego [1].

Pozytywne efekty zastosowania treningu oporowego wiążą się z koniecznością stworzenia bezpiecznych i wymiernych testów mierzących sprawność mięśniową, tak aby na ich podstawie dobierać optymalne obciążenia treningowe [2, 3].

Wytrzymałość mięśniowa to zdolność mięśni do utrzymania skurczu mięśniowego przez określony czas i możliwość wykonywania skurczów wielokrotnych. Dobra wytrzymałość mięśniowa jest ważnym elementem wpływającym na jakość życia pacjentów, ponieważ jest ona niezbędna w wykonywaniu nawet najprostszych codziennych czynności. Ćwiczenia kształtujące wytrzymałość mięśniową są podstawą programu rehabilitacji kardiologicznej opartego na treningach w formie marszu, Nordic Walking oraz ćwiczeniach na cykloergometrze. Siła mięśniowa to zdolność do wytworzenia pewnej, maksymalnej energii. Pomiarem siły mięśniowej jest wielkość maksymalnego ciężaru, jaki badany może podnieść podczas pojedynczego ruchu. Ćwiczenia kształtujące w sposób bezpośredni siłę mięśniową nie znajdują miejsca w obecnych standardach rehabilitacji kardiologicznej. Niemniej po-

miar siły mięśniowej jest niezbędnym elementem dawkowania obciążeń w treningu oporowym, kształtującym wszystkie wyżej wymienione elementy sprawności mięśniowej.

Ocena siły odbywa się na podstawie jej charakteru dynamicznego i statycznego. Do oceny siły statycznej służą dynamometry i tensometry. Jest ona wprost proporcjonalna do masy ciała badanego [3]. Podstawową metodą oceny siły dynamicznej mięśnia jest 1RM (*one repetition maximum*), czyli maksymalne jednorazowe obciążenie.

Przed przystąpieniem do testowania konieczna jest analiza względnych i bezwzględnych przeciwwskazań do przeprowadzenia testów siły mięśniowej zaproponowanych przez *American Collage of Sports Medicine* [2], które zamieszczono w tabeli 1.

Metodyka testu 1RM zakłada wykonanie przez badanego serii ( $\leq 4$ ) powtórzeń zadanego ruchu ze stopniowo zwiększonym oporem, do momentu, kiedy nie jest w stanie pokonać kolejnego ciężaru. Wówczas ostatnie w pełni wykonane powtórzenie jest wartością określającą 1RM. Wykonanie testu 1RM zakłada ściśle określone etapy, które przedstawiono w tabeli 2 [2, 4].

Zasadność przeprowadzenia bezpośredniego pomiaru 1RM u pacjentów poddanych rehabilitacji kardiologicznej nadal budzi wiele kontrowersji, ponieważ generalnie w tego typu badaniach dotyczących chorych podwyższonego ryzyka nie stosuje się maksymalnych obciążeń. W większości protokołów badań wysiłkowych nie stosuje się obciążeń większych niż te, które powodują przyspieszenie rytmu serca po-

---

## Adres do korespondencji:

mgr Monika Krzywicka-Michałowska, Zakład Rehabilitacji Kardiologicznej, ul. Uzdrowska 2, 60–480 Poznań, tel: +48 693446217, e-mail: mkrzywicka@awf.poznan.pl

Copyright © Polskie Towarzystwo Kardiologiczne

**Tabela 1.** Przeciwwskazania do przeprowadzenia testów siły mięśniowej i wskazania do przerywania testu już trwającego według *American Collage of Sports Medicine* [2]

Przeciwwskazania do przeprowadzenia testów	Wskazania do przerywania testu
Bezwzględne: ciśnienie skurczowe > 180 mm Hg i/lub rozkurczowe > 110 mm Hg Względne: ciśnienie skurczowe > 160 mm Hg i/lub rozkurczowe > 100 mm Hg	Spadek ciśnienia skurczowego > 10 mm Hg przy wzroście obciążenia wysiłkiem siłowym Wzrost ciśnienia: skurczowego > 250 mm Hg i rozkurczowego > 115 mm Hg Spłycony lub świszczący oddech Skurcze mięśni Objawy słabej perfuzji krwi (dezorientacja, ataksja, nudności, bladość, sinica, zimna i wilgotna skóra) Brak reakcji tętna na wzrastające obciążenia Zauważalne zmiany rytmu serca Prośba o zaprzestanie testu przez osobę badaną Zepsuty sprzęt pomiarowy

**Tabela 2.** Zasady przeprowadzenia testu 1RM wzorowane na zaleceniach *American Collage of Sports Medicine* [2, 4]

Zasady przeprowadzenia testu	Cel i metodyka
1. Rozgrzewka	Wykonanie kilku powtórzeń z obciążeniami submaksymalnymi w zakresie badanej grupy mięśni
2. Określenie 1RM	Maksymalnie w 4 kolejnych próbach z wzrastającym obciążeniem, stosując 3–5-minutowe przerwy między kolejnymi próbami
3. Wybór pierwszego obciążenia	Wartość odpowiadająca 50–70% przypuszczalnych możliwości osoby badanej
4. Ciężar	Stopniowo podnoszony o wartość ok. 2,5–20 kg do momentu, kiedy osoba badana nie może wykonać danego powtórzenia. Wszystkie powtórzenia powinny być wykonane z tą samą prędkością ruchu i w tym samym zakresie dla zaznaczenia spójności prób
5. Wynik	Ostatnie z pokonanych w pełnym zakresie i ze stałą prędkością obciążeń stanowi ostateczny 1RM

nad 85% przewidywanego maksymalnego. W przypadku testu 1RM trudność polega na oszacowaniu maksymalnych możliwości pacjenta i doborze kolejnych obciążeń [5].

W literaturze pojawiło się kilka propozycji kalkulowania obciążeń maksymalnych w na podstawie takich parametrów, jak masa ciała i inne cechy antropometryczne. Przykład stanowi ocena siły maksymalnej przy użyciu obciążenia będącego procentowym udziałem w masie ciała badanego (% BM, *body mass*) [3, 6].

Wartość 1RM można również przewidywać na podstawie innych niż masa ciała cech antropometrycznych badanego, takich jak: wzrost, obwody i długości poszczególnych części ciała [4, 7]. Niestety, korelacja tych czynników (siły z cechami antropometrycznymi) okazała się raczej słaba. Ponadto ostatnie badania wskazują, że na wynik pomiaru 1RM zdecydowanie większy wpływ niż cechy morfologiczne mają takie elementy, jak: doświadczenie sportowe, wytrenowanie i odpowiednia technika wykonania próby.

Kolejnym sposobem obliczania siły maksymalnej jest wykorzystanie matematycznych wzorów uwzględniających liczbę powtórzeń obciążeń submaksymalnych i ich wielkość. Zwrócono jednak uwagę, że przede wszystkim specyfika testu, rodzaj ćwiczenia, wzorec wykonania i indywidualny sposób wykonania przez osobę badaną mają największy wpływ na wynik 1RM, a tych nie można ująć we wzorze [6]. Zagrożenia wynikające z zastosowania testów z wielokrotnym powtarzaniem submaksymalnego obciążenia, ale aż do maksymalnego zmęczenia, są takie same jak w przypadku 1RM [5].

Ocena możliwości wykorzystania 1RM i jego pochodnych w kontekście wyznaczania obciążeń treningowych, a następnie analizy efektów treningowych w ramach rehabilitacji kardiologicznej, nie jest jednoznaczna. Przeprowadzanie tych testów wymaga doświadczenia, nie tylko w zakresie metodyki badania, ale także pracy z pacjentami kardiologicznymi podwyższonego ryzyka.

Pomiar 1RM jest z pewnością niezbędny w realizacji projektów badawczych, szczególnie jeśli ocenia się skuteczność poszczególnych programów treningowych. Natomiast w praktyce rehabilitacyjnej, gdzie obciążenia treningowe kształtują się na poziomie od małych do umiarkowanych, bardzo precyzyjne metody określające maksymalną siłę mięśniową nie są konieczne. Dlatego też nadal najbezpieczniejszą metodą doboru intensywności ćwiczeń wydają się być skale RPE (*Rating of Perceived Exertion*), np. skala Borga, bazujące na subiektywnych odczuciach pacjenta.

W badaniach wykonanych u młodych, zdrowych kobiet i mężczyzn wykazano, że 1RM można wyznaczyć z bardzo dużym prawdopodobieństwem, ekstrapolując wartości punktowe w 20-stopniowej skali Borga występujące przy kolejno zadawanych stopniowo zwiększanych obciążeniach submaksymalnych. Korelacja między wymienionymi testami (pośrednim i bezpośrednim) wyniosła odpowiednio dla testu *biceps curl* —  $r = 0,969$ , a dla *leg extension* —  $r = 0,922$  ( $p < 0,05$ ) [9].

W ostatnich latach pojawiły się także inne badania potwierdzające wartość prostej skali subiektywnego poczucia zmęczenia. Wykazano, że maksymalny RPE (poziom subiektywnego zmęczenia) występuje przed fizjologicznymi symptomami wyczerpania organizmu i może być traktowany jako wykładnik bardzo wczesnej zapobiegawczej reakcji wskazującej na konieczność zmniejszenia intensywności wykonywanego wysiłku fizycznego [10]. W ten sposób powszechnie stosowana w ocenie intensywności treningu rehabilitacyjnego, szczególnie u najtrudniejszych pacjentów, u których nie można kierować się częstotliwością rytmu serca, licząca już ponad 50 lat, prosta skala uzyskała jeszcze większą wiarygodność.

**Konflikt interesów:** nie zgłoszono

## Piśmiennictwo

1. Ruiz JR, Sui X, Lobelo F et al. Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. *BMJ*, 2008; 337: 92–95.
2. ACSM's 8<sup>th</sup>. Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Williams and Wilkins, Philadelphia 2008.
3. Rodrigues Pereira MI, Chagas Gomes PS, Bhambhani Y. Maximum number of repetitions in isotonic exercises: influence of load, speed and rest interval between sets. *Rev Bras Med Esport*, 2007; 13: 260–263.
4. Niewiadomski W, Laskowska D, Gąsiorowska A, Cybulski G, Strasz A, Langfort J. Determination and Prediction of One Repetition Maximum (1RM): Safety Considerations. *J Hum Kin*, 2008; 19: 109–120.
5. Shaw CE, McCully KK, Posner JD. Injuries during the one repetition maximum assessment in the elderly. *J Cardiopulm Rehab*, 1995; 15: 283–287.
6. Rodrigues Pereira MI, Chagas Gomes PS. Muscular strength and endurance tests: reliability and prediction of one repetition maximum — review and new evidences. *Rev Bras Med Esport*, 2003; 5: 336–346.
7. Kravitz L, Akalam C, Nowicki K, Kinzey SJ. Prediction of one repetition maximum in high-school power lifters. *J Strength Cond Res*, 2003; 17: 167–172.
8. Braith RW, Graves JE, Leggett SH, Pollock ML. Effect of training on the relationship between maximal and submaximal strength. *Med Sci Sports Exerc*, 1993; 25: 132–138.
9. Eston R, Evans HJL. The validity of submaximal ratings of perceived exertion to predict one repetition maximum. *J Sports Sci Med*, 2009; 8: 567–573.
10. Tucker R. The anticipatory regulation of performance: the physiological basis for pacing strategies and the development of a perception-based model for exercise performance. *Br J Sports Med*, 2009; 43: 392–400.