

Pawlina Mateusz, Ziętara Karolina, Raksa Karolina, Nowakowska Katarzyna, Lewkowicz Martyna. Maximizing the efficiency of resistance training. *Journal of Education, Health and Sport*. 2022;12(7):16-23. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2022.12.07.002> <https://apcz.umk.pl/JEHS/article/view/JEHS.2022.12.07.002> <https://zenodo.org/record/6535643>

The journal has had 40 points in Ministry of Education and Science of Poland parametric evaluation. Annex to the announcement of the Minister of Education and Science of December 21, 2021. No. 32343. Has a Journal's Unique Identifier: 201159. Scientific disciplines assigned: Physical Culture Sciences (Field of Medical sciences and health sciences); Health Sciences (Field of Medical Sciences and Health Sciences).

Punkty Ministerialne z 2019 - aktualny rok 40 punktów. Załącznik do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 21 grudnia 2021 r. Lp. 32343. Posiada Unikatowy Identyfikator Czasopisma: 201159. Przypisane dyscypliny naukowe: Nauki o kulturze fizycznej (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu); Nauki o zdrowiu (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu).

© The Authors 2022;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland
Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author (s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non commercial license Share alike. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.
The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 25.04.2022. Revised: 09.05.2022. Accepted: 10.05.2022.

Maximizing the efficiency of resistance training

Mateusz Pawlina¹, Karolina Ziętara¹, Karolina Raksa¹, Katarzyna Nowakowska¹,
Martyna Lewkowicz¹

¹ Student, Faculty of medicine, Medical University of Lublin

ORCID ID and an email address:

Mateusz Pawlina: <https://orcid.org/0000-0001-7354-4883>, mateuszpawlina14@gmail.com

Karolina Ziętara: <https://orcid.org/0000-0002-6754-9263>, kar.zietara@gmail.com

Karolina Raksa: <https://orcid.org/0000-0001-5571-1035>, karolinaraksa@op.pl

Katarzyna Nowakowska: <https://orcid.org/0000-0002-7980-767X>,

k.nowakowska98@gmail.com

Martyna Lewkowicz: <https://orcid.org/0000-0002-2839-2435>,

lewkowicz0martyna@gmail.com

ABSTRACT

Introduction and objective: Resistance training is the main intervention that can develop an individual's strength and muscle mass. When executed regularly, it provides significant health benefits. The aim of this study is to analyze the current level of knowledge on maximizing the efficiency of resistance training in the context of muscle hypertrophy and increase in muscle strength.

Materials and methods: PubMed and Google Scholar databases were searched. The criteria for qualifying the article for the review were the following keywords: hypertrophy, resistance training, muscle strength, and efficiency. 10 articles from 2017 to 2022 were analyzed.

Description of the state of knowledge: To optimize the way of performing RT, its assumptions should be individually adapted to the exercising person. In the conventional model of muscle hypertrophy, three main factors are distinguished: muscle tension, metabolic stress, and muscle damage. Maintaining greater mechanical muscle tension during training primarily promotes an increase in its strength while increasing metabolic stress is responsible for the intensification of hypertrophy. In terms of hypertrophy, it has been observed that more series of exercises per week means greater gains in muscle mass. Multi-joint exercises involve more muscle mass than single-joint exercises.

Summary: To control the effectiveness of training 1RM should be measured before and after the training cycle. Performing exercises with a high load ($RM \leq 7$) may be the most effective training method for people with limited time resources. To maximize the efficiency of training, only multi-joint exercises may be used.

Key words: hypertrophy; resistance training; muscle strength; efficiency

WPROWADZENIE I CEL PRACY

Trening oporowy (RT – resistance training), nazywany także siłowym, połączony z odpowiednią dietą, stanowi podstawową metodę zwiększania masy mięśniowej, na drodze indukcji hipertrofii mięśni. Proces ten zaznacza się jako wzrost wartości osiowego przekroju poprzecznego stymulowanego mięśnia, uwidoczny badaniami obrazowych, takimi jak np. rezonans magnetyczny. Ze względów praktycznych, do samooceny efektywności treningu w kontekście hipertrofii mięśni najczęściej stosuje się pomiar obwodu kończyn [1].

Przekrój poprzeczny mięśnia, którego wzrost obserwuje się równolegle z hipertrofią komórek mięśniowych, jest ściśle związany z siłą jego działania [2]. Wyznacznikiem siły mięśni jest pomiar jednego maksymalnego powtórzenia (1RM – one repetition maximum), oznaczający największe obciążenie, z jakim osoba badana jest w stanie poprawnie wykonać jedno powtórzenie danego ćwiczenia [3]. Regularne stosowanie treningu oporowego zmniejsza ryzyko wystąpienia chorób układu sercowo-naczyniowego, oraz cukrzycy typu 2. u osób w średnim wieku [1]. U młodych dorosłych odnotowuje się także pozytywny wpływ RT na funkcje poznawcze mózgu [4]. Z wyżej wymienionych przyczyn, trening oporowy powinien być stosowany jako interwencja istotnie poprawiająca stan zdrowia ćwiczącego.

Ważnym zagadnieniem odnoszącym się do treningu oporowego jest kwestia jego efektywności. Maksymalizacja stosunku efektów RT do czasu wykonywania, pozwala utrzymać wysoki poziom motywacji do podejmowania wysiłku, osobom którym codzienne

obowiązki utrudniają wygospodarowanie odpowiedniej ilości czasu na sesje treningowe. Korelacja ta przyczynia się do zwiększenia liczby osób długotrwale wykonujących RT, tym samym przynosząc większe korzyści systemowi ochrony zdrowia, poprzez obniżenie ryzyka wystąpienia chorób cywilizacyjnych w populacji [5].

Celem niniejszej pracy jest analiza aktualnego poziomu wiedzy dotyczącej maksymalizacji efektywności treningu oporowego w kontekście hipertrofii mięśni oraz wzrostu ich siły, ze szczególnym zwróceniem uwagi na aspekty związane z planem treningowym, techniką oraz rodzaj stosowanych ćwiczeń.

MATERIAŁ I METODY

Dokonano niesystematycznego przeglądu piśmiennictwa naukowego, według słów kluczowych w języku angielskim: hypertrophy, resistance training, muscle strength, efficiency. Przeszukano bazy danych: PubMed, Google Scholar. Przeanalizowano 10 artykułów z okresu od 2017 do 2022. Do analizy zakwalifikowano zarówno badania przeglądowe, jakościowe jak i ilościowe. Kryteria kwalifikacji rekordów do przeglądu stanowiły: tytuł, treść abstraktu, tematyka związana z treningiem oporowym.

OPIS STANU WIEDZY

Metody monitorowania efektów treningu oporowego

Hipertrofia mięśni jest warunkowana zmiennymi egzo- i endogennymi. Do pierwszych z nich zalicza się sposób wykonywania RT, dietę i suplementację, a także stosowanie hormonów anabolicznych, wśród drugich natomiast wymienia się: genom, czynniki epigenetyczne, czynniki związane z proteomiką [1]. Wymienione czynniki warunkują tempo regeneracji po wykonanym treningu oporowym, w związku z czym analogiczny schemat RT, wykonany u innych ćwiczących przynosić może różne skutki. W celu zmaksymalizowania optymalizacji treningu, sposób jego wykonywania należy indywidualnie dostosowywać do uwarunkowań ćwiczącego, a wszelkie jego zmiany poddać ocenie i ewaluacji, tak aby wskazać schemat treningu przynoszący najkorzystniejsze efekty [3].

Przed rozpoczęciem cyklu treningowego, dla każdego planowanego ćwiczenia, zalecana jest ocena siły badanego, z wykorzystaniem pomiaru 1RM. Proces ten pozwala

ustalić z jakim obciążeniem ćwiczący powinien wykonywać określone ćwiczenie. Standardy dobrej praktyki zalecają powtórny, synonimiczny pomiar po zakończeniu cyklu treningowego, oceniający efektywność w zakresie zwiększenia siły mięśniowej trenującego. Z uwagi na znaczne obciążenie wykorzystywane w pomiarze zwiększa się ryzyko kontuzji w czasie jego wykonania, dlatego też zaleca się ocenę maksymalnego obciążenia, z jakim ćwiczący jest w stanie wykonać 3 powtórzenia danego ćwiczenia. Pozwala to na zmniejszenie sił działających na układ ruchu, co z kolei ogranicza ryzyko kontuzji, pozwalając zwiększyć częstotliwość oceny efektywności treningu z wykorzystaniem opisanej metody [3].

Praktyczne zastosowanie w ocenie zalecanego obciążenia dla danego ćwiczenia, może mieć pomiar prędkości ruchu sztangi. Istnieje stała zależność między szybkością ruchu gryfu, a procentem z 1RM, uzyskana wartość równa jest obciążeniu wykorzystanemu podczas wykonywania ćwiczenia. Opisana wyżej metoda wykorzystana jest w procesie autoregulacji obciążenia w każdym kolejnym treningu. Jej wykorzystanie w treningu oporowym pozwala na uniknięcie nadmiernego zmęczenia uwarunkowanego ciężarem, bądź też sytuacji zastosowania zbyt małego obciążenia, optymalnie stymulującego hipertrofię mięśniową [3].

Dobór ilości powtórzeń i obciążenia

W konwencjonalnym modelu hipertrofii mięśni wyróżnia się trzy główne czynniki: napięcie mięśnia, stres metaboliczny oraz uszkodzenie mięśniowe. Zwiększone mechaniczne napięcie mięśnia w czasie treningu promuje wzrost jego siły, natomiast zwiększenie stresu metabolicznego odpowiada za intensyfikację hipertrofii. W zależności od potrzeb ćwiczącego, RT można ukierunkować w dwie, odmienne drogi. Pierwszą z nich jest skupienie się przede wszystkim na hipertrofii mięśni, drugą położenie większego nacisku na rozwój siły mięśniowej. Używanie wysokich obciążeń (>85% 1RM) w połączeniu z małą ilością powtórzeń (1-5) i długim czasem odpoczynku pomiędzy seriami (ok. 3min) zapewnia większe naprężenie mięśnia, a co z tym związane, wzrost siły kosztem mniejszej hipertrofii. Trening skoncentrowany na osiągnięciu jak największych przyrostów masy mięśniowej powinien indukować znaczący stres metaboliczny, a więc składać się z serii po 6 – 12 powtórzeń wykonywanych z obciążeniem w zakresie 60 – 80% 1RM oraz krótkich przerw (ok. 60 s) między seriami [2].

Wykazano, że wykonywanie RT z wysokimi obciążeniami jest istotne przede wszystkim dla osób dążących głównie do zwiększenia siły mięśni. Lopez et al. w 2020 roku przeprowadzili metaanalizę 28. badań, porównując wpływ ćwiczeń z małym (>15 RM), umiarkowanym (9 – 15 RM) i dużym (\leq 8 RM) obciążeniem na siłę i hipertrofię mięśni.

W badaniu wykazano, iż RT z wykorzystaniem dużego ($P < 0,001$) i umiarkowanego obciążenia ($P < 0,003$) zwiększa siłę mięśni w większym stopniu, niż z użyciem małego ciężaru. Nieistotna statystycznie różnica ($P = 0,068$) zaobserwowana została przy porównaniu wpływu na siłę mięśni RT z dużym obciążeniem do RT z umiarkowanym obciążeniem. Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic w hipertrofii mięśni między użyciem dużego i małego, dużego i umiarkowanego oraz umiarkowanego i małego obciążenia [6].

Metaanaliza 20. badań przeprowadzona Carvalho et al. miała za zadanie porównać wpływ wykonywania RT z bardzo małymi (>35 RM), małymi (16-35 RM), umiarkowanymi (8-15 RM) oraz dużymi obciążeniami (≤ 7 RM) na hipertrofię i siłę mięśni przy założeniu, że dla wszystkich badanych schematów RT równa jest objętość treningowa, definiowana jako: *ilość powtórzeń w serii x ilość serii x wykorzystywane obciążenie*. Wykazano, że RT prowadzony z dużymi obciążeniami prowadzi do większego wzrostu siły mierzonego jako przyrost parametru 1RM, niż RT z małymi obciążeniami, o tej samej objętości treningowej. Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic w hipertrofii w zależności od używanego obciążenia [7]. W celu zachowania optymalnego stosunku efektywności treningu do czasu jego wykonywania, należy stosować wysokie obciążenia, umożliwiające zrealizowanie maksymalnie 7 powtórzeń z danym obciążeniem, czyli 7 RM. Wyżej opisana metoda wykonywania RT gwarantuje optymalny kompromis między rozwojem siły mięśni, promowaniem ich hipertrofii oraz czasem treningu. Wykazano także zależność zmniejszonej ilości powtórzeń wykonywanych podczas RT ze zmniejszeniem odczuwanego przez ćwiczącego dyskomfortu, umożliwiając indukcję odpowiedniego poziomu stresu metabolicznego w komórkach mięśniowych, niezbędnego do stymulacji ich hipertrofii [5].

Dobór ćwiczeń

Główny podział ćwiczeń stosowanych w RT opiera się na liczbie zaangażowanych stawów podczas ich wykonywania. Wyróżniamy ćwiczenia jednostawowe (izolowane) oraz wielostawowe. Angażują one odpowiednio jeden staw i więcej niż jeden staw. Paoli et al. przeprowadzili badanie na grupie 36 młodych mężczyzn, których losowo podzielono na dwie grupy. Badani w pierwszej grupie wykonywali jedynie ćwiczenia izolowane, natomiast badani z drugiej grupy – tylko wielostawowe. Objętość treningowa oraz ilość sesji treningowych dla obu grup stanowiła 3 sesje RT tygodniowo przez okres 8 tygodni. W badaniu wykazano, iż respondenci wykonujący ćwiczenia wielostawowe osiągnęli większy przyrost siły mięśniowej (mierzony przez zmianę w 1RM), a także większy wzrost pułapu tlenowego w porównaniu do osób wykonujących ćwiczenia jednostawowe [7]. Badacze

zauważają, iż obecnie mało prawdopodobne wydaje się, aby dołączenie ćwiczeń izolowanych do RT prowadzonego z użyciem wyłącznie ćwiczeń wielostawowych miało istotny wpływ na poprawę efektywności treningu. Ćwiczenia wielostawowe angażują większą masę mięśniową niż ćwiczenia jednostawowe, co pozwala przy wykorzystaniu podobnej ilości czasu stymulować większą grupę mięśni za pomocą ćwiczeń wielostawowych niż izolowanych. Z wyżej przedstawionych zależności wynika fakt maksymalizowania efektywności RT przez stosowanie wyłącznie ćwiczeń wielostawowych [5].

Technika wykonywania ćwiczeń

Zgodnie z obowiązującym modelem rekrutacji jednostek motorycznych, są one aktywowane w określonej kolejności – początkowo jednostki małe, następnie w miarę wzrostu obciążenia mięśnia większe. Włókna mięśniowe typu I budują jednostki rozpoczynające ruch. W sytuacji, gdy ich siła jest niewystarczająca do kontynuowania ruchu, rekrutowane są jednostki motoryczne wyższego progu obciążenia, składające się z włókien typu II. W związku z powyższym wielu fizjologów sportu sugeruje, że wykonywanie ćwiczenia do momentu załamania mięśniowego zwiększa przyrost siły i masy mięśniowej, ponieważ tylko w ten sposób rekrutacji ulegają wszystkie dostępne jednostki motoryczne [9].

Grgic et al. przeprowadzili metaanalizę 15 badań, której celem było zbadanie wpływu RT wykonywanego do chwili załamania mięśniowego na hipertrofię i rozwój siły mięśni. Wykazano, iż hipertrofia oraz przyrost siły mięśniowej ćwiczących do upadku mięśniowego, nie były większe w statystycznie istotnym stopniu, niż u badanych, którzy nie ćwiczyli do momentu załamania mięśniowego [9].

Objętość treningowa

Jedną z kluczowych zmiennych warunkujących efektywność RT jest objętość treningowa. W 2018 r. Schoenfeld et al. przeprowadzili badanie w którym oceniali wpływ objętości treningowej na wzrost masy i siły mięśni. Respondentów płci męskiej (34 osoby) podzielono losowo na 3 grupy. Badani pierwszej grupy (n = 11) wykonywali jedną serię każdego ćwiczenia w czasie trwania jednej sesji treningowej, w drugiej (n = 12) i trzeciej grupie (n = 11) wykonywano odpowiednio 3 serie i 5 serii. Badani każdej z grup uczestniczyli w 3 sesjach treningowych tygodniowo przez 8 tygodni. Każda z serii liczyła 8 – 12 powtórzeń danego ćwiczenia. Wykazano, że badani z pierwszej grupy osiągnęli wzrost siły mięśni w trakcie trwania badania, podobny do ćwiczących z grupy drugiej i trzeciej. Oznacza to, że badani poświęcający na trening średnio 39 minut tygodniowo osiągnęli efekty, które nie

odbiegały znacząco od tych ćwiczących 5 razy dłużej w ciągu tygodnia z uwagi na pięciokrotnie większą ilość wykonywanych serii. W zakresie hipertrofii, zaobserwowano, że większa ilość serii ćwiczeń wykonywanych w tygodniu oznacza większy przyrost masy mięśniowej [10].

PODSUMOWANIE

1. W celu kontrolowania efektywności treningu oraz jego optymalnego dopasowania do potrzeb ćwiczącego, należy dokonywać pomiaru 1RM przed rozpoczęciem i po zakończeniu cyklu treningowego.
2. Wykonywanie ćwiczeń z dużym obciążeniem (≤ 7 RM) może być najbardziej efektywną metodą treningową dla osób o ograniczonych zasobach czasowych.
3. W celu maksymalizacji efektywności treningu, można korzystać wyłącznie z ćwiczeń wielostawowych.
4. Ćwiczenie do momentu załamania mięśniowego nie zwiększa efektywności wykonywanego RT.
5. Uzyskanie jak największej objętości treningowej jest konieczne do maksymalizacji hipertrofii mięśni, ale nie ma istotnego wpływu na efektywność przyrostu siły mięśniowej.

References

1. Joannis S, Lim C, McKendry J, Mcleod JC, Stokes T, Phillips SM. Recent advances in understanding resistance exercise training-induced skeletal muscle hypertrophy in humans. *F1000Res.* 2020 Feb 24;9:F1000 Faculty Rev-141. doi: 10.12688/f1000research.21588.1. PMID: 32148775; PMCID: PMC7043134.
2. Krzysztofik M, Wilk M, Wojdała G, Gołaś A. Maximizing Muscle Hypertrophy: A Systematic Review of Advanced Resistance Training Techniques and Methods. *Int J Environ Res Public Health.* 2019 Dec 4;16(24):4897. doi: 10.3390/ijerph16244897. PMID: 31817252; PMCID: PMC6950543.
3. Helms ER, Kwan K, Sousa CA, Cronin JB, Storey AG, Zourdos MC. Methods for Regulating and Monitoring Resistance Training. *J Hum Kinet.* 2020 Aug 31;74:23-42. doi: 10.2478/hukin-2020-0011. PMID: 33312273; PMCID: PMC7706636.
4. Wu CH, Karageorghis CI, Wang CC, Chu CH, Kao SC, Hung TM, Chang YK. Effects of acute aerobic and resistance exercise on executive function: An ERP study. *J Sci*

- Med Sport. 2019 Dec;22(12):1367-1372. doi: 10.1016/j.jsams.2019.07.009. Epub 2019 Jul 24. PMID: 31445953.
5. Iversen VM, Norum M, Schoenfeld BJ, Fimland MS. No Time to Lift? Designing Time-Efficient Training Programs for Strength and Hypertrophy: A Narrative Review. *Sports Med.* 2021 Oct;51(10):2079-2095. doi: 10.1007/s40279-021-01490-1. Epub 2021 Jun 14. PMID: 34125411; PMCID: PMC8449772.
 6. Lopez P, Radaelli R, Taaffe DR, Newton RU, Galvão DA, Trajano GS, Teodoro JL, Kraemer WJ, Häkkinen K, Pinto RS. Resistance Training Load Effects on Muscle Hypertrophy and Strength Gain: Systematic Review and Network Meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2021 Jun 1;53(6):1206-1216. doi: 10.1249/MSS.0000000000002585. Erratum in: *Med Sci Sports Exerc.* 2022 Feb 1;54(2):370. PMID: 33433148; PMCID: PMC8126497.
 7. Carvalho L, Junior RM, Barreira J, Schoenfeld BJ, Orazem J, Barroso R. Muscle hypertrophy and strength gains after resistance training with different volume-matched loads: a systematic review and meta-analysis. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2022 Apr;47(4):357-368. doi: 10.1139/apnm-2021-0515. Epub 2022 Jan 11. PMID: 35015560.
 8. Paoli A, Gentil P, Moro T, Marcolin G, Bianco A. Resistance Training with Single vs. Multi-joint Exercises at Equal Total Load Volume: Effects on Body Composition, Cardiorespiratory Fitness, and Muscle Strength. *Front Physiol.* 2017 Dec 22;8:1105. doi: 10.3389/fphys.2017.01105. PMID: 29312007; PMCID: PMC5744434.
 9. Grgic J, Schoenfeld BJ, Orazem J, Sabol F. Effects of resistance training performed to repetition failure or non-failure on muscular strength and hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *J Sport Health Sci.* 2022 Mar;11(2):202-211. doi: 10.1016/j.jshs.2021.01.007. Epub 2021 Jan 23. PMID: 33497853.
 10. Schoenfeld BJ, Contreras B, Krieger J, Grgic J, Delcastillo K, Belliard R, Alto A. Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but Not Strength in Trained Men. *Med Sci Sports Exerc.* 2019 Jan;51(1):94-103. doi: 10.1249/MSS.0000000000001764. PMID: 30153194; PMCID: PMC6303131.