

**AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO
IM. BRONISŁAWA CZECHA W KRAKOWIE**



mgr Andrzej Kozubowski

**WPLYW EKSPERYMENTALNEGO TRENINGU SIŁOWEGO
NA POZIOM WYBRANYCH PARAMETRÓW MORFOLOGICZNYCH
I FUNKCJONALNYCH ORGANIZMU OSÓB
REKREACYJNIE ĆWICZĄCYCH KULTURYSTYKĘ**

Praca Doktorska

Promotor pracy

Dr hab. Krzysztof Kaganek prof. AWF

Promotor pomocniczy

Dr Mirosław Kost

Kraków, 2023

Spis treści

Wykaz skrótów	4
Wstęp	5
Rozdział 1. Teoretyczne podstawy problematyki badań	8
1.1. Rys historyczny ćwiczeń siłowych.....	8
1.2. Warianty kształtowania siły w rekreacyjnej kulturystyce.....	11
1.3. Uzasadnienie podjętej problematyki badań.....	25
1.4. Cel pracy i pytania badawcze.....	27
Rozdział 2. Materiał i metody badań	29
2.1. Osoby badane i ich charakterystyka.....	29
2.2. Program i metodyka badań.....	30
2.3. Opis ćwiczeń programu eksperymentalnego.....	32
2.4. Narzędzia i techniki badań.....	35
2.4.1. Ocena podstawowych parametrów somatycznych.....	35
2.4.2. Ocena poziomu wydolności tlenowej.....	35
2.4.3. Testy sprawności fizycznej.....	36
2.5. Metody opracowania statystycznego.....	37
Rozdział 3. Wyniki badań własnych	38
3.1. Różnice pomiędzy I a II grupą.....	38
3.1.1. Wyniki badań parametrów morfologicznych grupy I i II.....	38
3.1.2. Wyniki pomiarów obwodów grupy I i II.....	38
3.1.3. Wyniki pomiarów sprawności fizycznej.....	40
3.2. Różnica pomiędzy wynikami badań I a II w grupie I.....	41
3.2.1. Wyniki badań parametrów morfologicznych grupy I.....	41
3.2.2. Wyniki pomiarów obwodów dla I grupy.....	41
3.2.3. Wyniki pomiarów sprawności fizycznej dla I grupy.....	42
3.3. Różnica pomiędzy wynikami badań I a II w grupie II.....	44
3.3.1. Wyniki badań parametrów morfologicznych grupy II.....	44
3.3.2. Wyniki pomiarów obwodów grupy II.....	44
3.3.3. Wyniki pomiarów sprawności fizycznej grupy II.....	45
3.4. Różnica pomiędzy wynikami badań II a III w grupie Ib.....	47
3.4.1. Wyniki badań parametrów morfologicznych grupy Ib.....	47
3.4.2. Wyniki pomiarów obwodów grupy Ib.....	47

3.4.3. Wyniki pomiarów sprawności fizycznej w grupie Ib.....	48
3.5. Różnica pomiędzy wynikami badań II a III w grupie Ib.....	50
3.5.1. Różnica wyników badań parametrów morfologicznych grupy Ib.....	50
3.5.2. Różnica wyników pomiarów obwodów w grupie Ib.....	50
3.5.3. Różnica wyników pomiarów sprawności fizycznej w grupie Ib.....	51
3.6. Efektywność interwencji.....	53
3.7. Czynniki kształtujące efektywność niezależnie od grupy.....	64
3.7.1. Czynniki kształtujące zmianę wyników wydolności tlenowej VO_{2max}	64
3.7.2. Czynniki kształtujące zmianę wyników przejścia do siadu z leżenia tyłem.....	65
3.7.3. Czynniki kształtujące zmianę wyników podciągania na drążku.....	66
3.7.4. Czynniki kształtujące zmianę wyników zwisu na drążku.....	67
3.7.5. Czynniki kształtujące zmianę wyników wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM.....	68
3.7.6. Czynniki kształtujące zmianę wyników wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej z ciężarem 30 kg.....	69
3.7.7. Czynniki kształtujące zmianę wyników przysiadu klasycznego ze sztangą 1RM 70.....	70
3.7.8. Czynniki kształtujące zmianę wyników biegu wahadłowego.....	71
3.7.9. Czynniki kształtujące zmianę wyników skłonu dosiężnego w siadzie.....	72
3.7.10. Czynniki kształtujące zmianę wyników skoku w dal z miejsca.....	73
3.8. Korelacje pomiędzy zmiennymi.....	74
3.8.1. Korelacja Spearmana pomiędzy zmiennymi morfologicznymi a wynikami testów sprawności fizycznej w grupie I.....	74
3.8.2. Korelacja Spearmana pomiędzy zmiennymi morfologicznymi a wynikami testów sprawności fizycznej w grupie II.....	75
Rozdział 4. Dyskusja	76
Wnioski	82
Piśmiennictwo	84
Spis tabel	93
Spis rycin	95
Streszczenie	96
Abstrakt	99
Aneks	101

Wykaz skrótów

1RM – (ang. one repetition maximum) - jedno powtórzenie z maksymalnym oporem zewnętrznym

ACSM - American College of Sport Medicine

FBW – (ang. Full Body Workout) - trening całego ciała w trakcie jednej sesji

GMC - General Medical Council

HGH – (ang. Human Growth Hormone) - hormon wzrostu

IGF-1 - insulinopodobny czynnik wzrostu

IL-6 - interleukina 6

Kg - kilogram (jednostka masy w SI)

MMA - Maksymalna moc aerobowa

NSCA - The National Strength and Conditioning Association

NASM - National Academy of Sports Medicine

SD – (ang. Standard Deviation) - odchylenie standardowe

X – średnia arytmetyczna

Wstęp

Trening sportowy, zgodnie ze słowami T. Ulatowskiego, dąży do rozwoju fizycznych i psychicznych cech zawodnika, które zapewniają osiągnięcie jak najlepszego wyniku sportowego (Naglak i wsp. 1999).

Zgodnie z powyższym, trening sportowy odróżnia od rekreacyjnego cel, do osiągnięcia którego dąży dana osoba. W pierwszym wypadku chodzi o maksymalny wynik, a w drugim znaczenie ma uzyskanie efektu zdrowotnego, rekreacyjnego i często rehabilitacyjnego (Zuzda i wsp. 2010).

Według H. Kuńskiego trening rekreacyjny, czyli zdrowotny, to proces mający na celu takie dobranie ćwiczeń, które spowoduje uzyskanie efektów psychofizycznych pozwalających na przeciwdziałanie zmniejszaniu się zdolności adaptacyjnych organizmu do wysiłku fizycznego (Kuński 2002). Koncepcja Kuńskiego jest związana z tzw. Health-Related Fitness, którą to opisał szeroko W. Osiński (Osiński 2000): „Celem sprawności fizycznej jest pozytywne zdrowie fizyczne, które warunkuje niskie ryzyko wystąpienia problemów zdrowotnych. Osiągnięcia zaś mają na celu zdolność angażowania się w codzienne zadania z adekwatną energią oraz satysfakcjonujące uczestnictwo w wybranych sportach” (Osiński 2000).

Ćwiczenia rekreacyjne oraz trening siłowy nabierają znaczenia we współczesnym świecie (Engstrom i wsp. 2004). Uczestnictwo w zajęciach rekreacyjnych wpływa pozytywnie na samopoczucie psychiczne i fizyczne. Regularne ćwiczenia, w czasie wolnym, zapewniają wiele korzyści zdrowotnych. Metodycznie wykonywane, zapobiegają lub leczą wiele chorób lub obniżają skutki takich dysfunkcji jak choroby serca, nadciśnienie, cukrzyca i osteoporoza (Gulam 2016).

Trening siłowy jest dostrzegalny w medycynie prewencyjnej jak i interwencyjnej za sprawą fizjoterapii. Zainteresowanie to trwa od około 20 lat. W szczególności trening siłowy jest wykorzystywany w geriatric. Badania wykazują, iż w ciągu 10 tygodni treningu oporowego, wartość beztłuszczowej masy ciała może zwiększyć się o około 1,4 kg, metabolizm spoczynkowy zwiększyć się o 7% oraz masa ciała obniżyć się o 1,8 kg (Westcott i wsp. 2012). Dodatkowo trening siłowy wpływa na zmniejszenie ryzyka utraty siły mięśniowej, obniżenia mobilności, obniżenia poziomu objawów chorób przewlekłych, na zwiększenie dobrostanu psychicznego, na poprawę jakości życia oraz na poprawę przewidywanej długości życia (Fragala i wsp. 2019). Geriatria nie jest jedyną specjalizacją, która sięga po te rozwiązania

(Maestroni i wsp. 2020). Ćwiczenia siłowe wg ACSM (American College of Sport Medicine) powinny być wykonywane przynajmniej dwa razy w tygodniu w intensywności 60-70% 1RM.

W kulturystyce rekreacyjnej istnieje wiele różnych koncepcji treningu siłowego, które pozwalają osiągnąć lepszą sylwetkę, poprawić zdrowie i samopoczucie. Jedną z popularniejszych koncepcji jest trening interwałowy, który polega na wykonywaniu intensywnych ćwiczeń z krótkimi przerwami pomiędzy nimi. Kolejną koncepcją jest trening pełnego zakresu ruchu, który skupia się na wykonywaniu ćwiczeń, które obejmują pełny zakres ruchu w danym stawie, co pomaga uniknąć kontuzji i przeciążeń (Kruszewski i wsp. 1997). Ważną koncepcją jest także trening uzupełniający, który skupia się na wzmocnieniu słabych obszarów ciała, poprawie równowagi mięśniowej oraz redukcji bólu i wzmożonego napięcia mięśniowego. Koncepcje treningu siłowego w kulturystyce rekreacyjnej są różnorodne i dostosowane do różnych celów i poziomów zaawansowania, a ich stosowanie zależy od indywidualnych potrzeb i preferencji.

W kulturystyce istnieje wiele popularnych systemów treningu siłowego, z których każdy ma swoje zalety i wady. Poniżej przedstawiam najpopularniejsze systemy (Pedersen i wsp. 2022, Castanheira i wsp. 2017):

1. Full body - polega na treningu całego ciała na jednej jednostce treningowej. Trening wykonywany jest 2-3 razy w tygodniu. System ten pozwala na równomierne rozwijanie siły i masy mięśniowej w całym ciele, ale wymaga umiejętności wyboru odpowiednich ćwiczeń i ich intensywności. Jest to system skierowany głównie dla początkujących.
2. Split system - polega na dzieleniu treningu na poszczególne partie mięśniowe, które trenuje się oddzielnie w ciągu tygodnia. Najczęściej stosowane są: split na 3,4 lub 5 dni treningowych. System ten pozwala na intensywny trening poszczególnych partii mięśniowych, ale wymaga większej organizacji i czasu poświęconego na trening.
3. Push-pull-legs - polega na podziale treningu na 3 główne partie: push (wyciskanie), pull (ciągnięcie) i nogi (legs). Trening podzielony jest na 3 dni, na których trenuje się oddzielnie poszczególne partie. System ten pozwala na równomierne rozwijanie siły i masy mięśniowej w całym ciele, ale wymaga organizacji i czasu poświęconego na trening.
4. 5x5 - polega na wykonywaniu ćwiczeń siłowych w 5 seriach po 5 powtórzeń każda. System ten pozwala na rozwijanie siły i masy mięśniowej w krótkim czasie, ale wymaga odpowiedniego doboru głównych, wielostawowych ćwiczeń.

Rozwój kulturystyki rekreacyjnej to z roku na rok zauważalny wzrost popularności tej formy aktywności fizycznej. Ludzie coraz bardziej zdają sobie sprawę z korzyści, jakie niesie ze sobą trening siłowy. Zwiększenie siły i wytrzymałości, poprawa jakości snu, zmniejszenie ryzyka chorób sercowo-naczyniowych i cukrzycy, a także wzrost samooceny i poczucia własnej wartości, to jedne z głównych zalet treningu siłowego.

Rozwój kulturystyki rekreacyjnej, w ostatnich latach, jest związany z rozwojem nowych metod treningowych, dostępnością sprzętu fitness w klubach sportowych oraz popularnością social media, gdzie osoby uprawiające kulturystykę rekreacyjnie dzielą się swoimi osiągnięciami i motywują innych do aktywności fizycznej.

Rozdział 1. Teoretyczne podstawy problematyki badań

1.1. Rys historyczny ćwiczeń siłowych

Kulturystyka widziana jest wielowymiarowo: w wymiarze społecznym, zdrowotnym, psychologicznym. Według Słownika Języka Polskiego, kulturystyka definiowana jest jako: „zespół ćwiczeń wykonywanych z odpowiednimi przyborami i na specjalnych przyrządach, zapewniających człowiekowi umiejętną sylwetkę oraz sprawność fizyczną (Słownik PWN 2020). Natomiast AJ Chappell definiuje kulturystykę jako sport oparty na trzech głównych filarach, które są oceniane w ramach zawodów. Pierwszy filar to muskulatura, czyli ilościowa ocena poszczególnych mięśni. Drugim filarem jest skład ciała, przez który należy rozumieć małą ilość tkanki tłuszczowej. Trzecim filarem jest symetria, czyli ocena jakościowa mięśni jako forma wartości estetycznej ciała (Chappell i wsp. 2018). Różne definicje kulturystyki, wynikają z braku jej dogłębnego poznania. Tym samym brakuje wspólnej definicji, w szczególności w polskiej przestrzeni językowej.

Od początku istnienia trening kulturystyczny był przedmiotem badań naukowych, w szczególności jego sportowy wymiar. Badania te pokazują między innymi, iż współczesna kulturystyka czerpie ze wzorów opracowanych w latach 30 XX wieku, w szczególności prac badawczych niemieckich, duńskich oraz szwedzkich naukowców (Andreasson i wsp. 2019).

W latach 30 XX w. rozwój tej dziedziny był hamowany przez medyczne towarzystwa, które polecały odpoczynek, w przeciwieństwie do budowania masy lub/i siły mięśniowej. Zalecenia medyczne zawierały gimnastykę lub/i higieniczny tryb życia (Andreasson i wsp. 2019). Gimnastyka oraz higieniczny tryb życia były związane symbolicznie ze starożytną Grecją. Pierwsi kulturysty, rozumiani jako siłacze, opisywani w literaturze, tj. Eugen Sandow czy jego trener Ludwig Durlacher (Louis Attila) zainspirowali się sylwetkami postaci z posągów w Atenach na Akropolu, które Sandow oglądał w oryginale podczas pobytu w Grecji. Eugen Sandow (1867-1925) nie mówił o sobie jako kulturysty. Wskazywał na swoje ambicje jako uosobienie dążenia do najpiękniejszej sylwetki, w odniesieniu do proporcji ciała. Pokazuje to jakościową ocenę mięśni w odniesieniu do symetrii ciała, co jest przedmiotem współczesnej oceny postawy, m.in. w zawodach kulturystycznych. Jego podobizna znajduje się na Sztandze Sandowa - statuetce, która została ufundowana przez kapitułę konkursu Mr. Olimpia na jego cześć. Sztanga ta jest przyznawana jako jedna z nagród, w prestiżowych zawodach kulturystycznych Mr. Olimpia (Heffernan i wsp. 2022). Jak dowodzi Conor Heffernan, ambicją Sandowa było nie tylko propagowanie antycznych wzorców sylwetki, ale również wartość zdrowotna (Heffernan i wsp. 2022).

Sadow żył 58 lat, zmarł w Londynie. Natomiast średnia długość życia mieszkańca tego miasta w 1920 roku wyniosła 51,5 roku. Może to być pewnym zobrazowaniem tezy Sandowa, że poprzez wzmożoną aktywność fizyczną można wpłynąć pozytywnie na długość życia.

Na przełomie lat 1930-1940 pojawiły się pierwsze zawody kulturystyczne. Wzorzec ciała Apolla, który przyświecał tym wydarzeniom, został „[...] wyparty przez ciała surferów z Kaliforni [...]” jak napisał Andreasson (Andreasson i wsp. 2019). Sadow współpracował z Ludwikiem Durlacher'em, który pomagał mu uzyskać odpowiednią sylwetkę, aby występować w show strongmanów (Heffernan i wsp. 2022).



Ryc. 1. Eugen Sandow w pozie posągowej z rozluźnionymi mięśniami, sztanga Sandowa

Ludwik Durlacher służył mu również pomocą podczas zakładania Instytutu Sandow'a (1907). Instytut miał za zadanie ocenę naukową metody Sandow'a, gdyż uważał on, że rezultaty zdrowotne ćwiczeń siłowych mogą być konkurencyjną metodą leczenia, w odniesieniu do medycyny konwencjonalnej. W 1912 roku popadł on w konflikt z Radą Medyczną Londynu (General Medical Council). Przyczyniło się to do zmniejszenia wpływu Instytutu oraz większą ostrożnością co do samej metody. Jednocześnie dzięki temu konfliktowi aktywność fizyczna przykuła uwagę zwykłych londyńczyków, co zostało odnotowane jako jeden z pozytywnych efektów tej sytuacji.

Sandow jest przykładem, który można ekstrapolować na przełom wieków XIX oraz XX. Przełom ten charakteryzował definicją zdrowia utożsamianą z siłą oraz tężyzną fizyczną. Natomiast dzisiaj zdrowie jest definiowane zgodnie z formułą bio-psycho-społeczną. Oznacza to odejście od dominującej, jednej zdolności motorycznej, na rzecz współdziałania kilku z nich w określonych ramach.

Współcześnie w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej jest około 200 amatorskich zawodów kulturystycznych (Helms i wsp. 2014). W Polsce takich zawodów jest ponad 50. Organem nadrzędnym w Polsce jest Polski Związek Kulturystyki, Fitness i Trójboju Siłowego. Jest on częścią Międzynarodowej Federacji Kulturystyki i Fitnessu (ang. International Federation of BodyBuilding and Fitness), który w latach 40 XX wieku założyli bracia Joe i Ben Weider w Kanadzie. Federacja ta zrzesza stowarzyszenia ze 183 krajów.

Kulturystykę można podzielić na:

1. kulturystykę naturalną,
2. kulturystykę klasyczną.

W przypadku anglosaskich norm kulturystykę można podzielić na:

- a) kulturystykę zawodową,
- b) naturalną, męski wygląd,
- c) wygląd klasyczny (Men's physique - kategoria od 2013),
- d) kulturystykę żeńską.

Tabela 1. Kategorie kulturystyki klasycznej

Kategoria (cm wzrostu)	Wzór na maksymalną wagę
<168	(Wzrost - 100) +0
<171	(Wzrost - 100) +2
<175	(Wzrost - 100) +4
<180	(Wzrost - 100) +7
180 < i < 188	(Wzrost - 100) +9
188 < i < 196	(Wzrost - 100) +11
196 <	(Wzrost - 100) +13

Kulturystyka klasyczna, inaczej zwana Classic Bodybuilding, to jedna z kategorii kulturystyki, która powstała jako odpowiedź na rosnącą krytykę wobec rosnącej masy ciała kulturystów, w kategorii kulturystyki zawodowej. W kulturystyce klasycznej zawodnicy są oceniani przez sędziów na podstawie ich proporcji i harmonijnej budowy ciała, zamiast na podstawie ogólnej masy mięśniowej. Kategoria ta skupia się na umiarze wielkości masy mięśniowej i estetyce, a zawodnicy są oceniani przez sędziów pod kątem takich elementów jak: proporcje między górną a dolną częścią ciała, mięśnie klatki piersiowej, mięśnie ramion i ud, linia talii, a także poziom definicji mięśniowej.

Kulturystyka amatorska: jest to kategoria dla początkujących i nieprofesjonalnych kulturystów, którzy rywalizują w lokalnych zawodach. Często amatorska kulturystyka dzieli się na różne klasy wagowe, w celu zapewnienia uczciwej rywalizacji między zawodnikami o podobnych warunkach fizycznych.

Kulturystyka zawodowa (Professional Bodybuilding): jest to najwyższy poziom kulturystyki, gdzie zawodnicy rywalizują na najważniejszych międzynarodowych zawodach, takich jak Mr. Olympia. Kulturystyka zawodowa przyciąga najbardziej utalentowanych i dobrze rozwiniętych zawodników z całego świata.

Kulturystyka bikini (Bikini Fitness): jest to kategoria kulturystyki skierowana do kobiet. Zawodniczki w tej kategorii charakteryzują się mniej rozbudowaną masy mięśniową niż w tradycyjnej kulturystyce, koncentrując się bardziej na smukłej sylwetce, estetyce i proporcjach.

Kulturystyka naturalna (Natural Bodybuilding): jest to odmiana kulturystyki, w której zawodnicy rywalizują bez stosowania dopingu lub sztucznych substancji dopingujących. W kulturystyce naturalnej przeprowadza się szczegółowe testy antydopingowe, aby zapewnić uczciwość rywalizacji.

Kulturystyka fitness (Fitness Bodybuilding): jest to forma kulturystyki, która łączy elementy kulturystyki z gimnastyką artystyczną. Zawodnicy prezentują sekwencje choreografii, połączone z elementami siłowymi i gimnastycznymi.

1.2. Warianty kształtowania siły w rekreacyjnej kulturystyce

Historia treningu siłowego opiera się na starożytnej Grecji oraz Egipcie (Stojiljković i wsp. 2013). Ten typu treningu był nadzorowany za pomocą *paidotribes* (gr. trener chłopców), którzy przygotowywali kamienie o różnym kształcie oraz masie, aby można było nimi wykonywać ćwiczenia siłowe (Stojiljković i wsp. 2013). Przykładem takich rozwiązań były hantle (*halteres*), wykonane ze skały i mające masę własną 1,5 kg oraz 2 kg., które służyły do

wydłużenia skoku w dal. W końcowym etapie tej aktywności były one wyrzucane na boki (Stojiljković i wsp. 2013). Skok wzwyż oraz skok w dal, dyscypliny olimpijskie, były tak właśnie trenowane. W muzeum archeologicznym w Atenach, znajduje się hantla o masie 4,629 kg.

Historia treningów sięga zapaśnika Milona z Krotonu, który był twórcą progresywnego obciążenia. Wykonywał on trening w oparciu o podnoszenie młodego byka. Milon kontynuował swoje treningi wraz z przybieraniem na masie przez byka. Wielu badaczy tematu wskazuje, że opowieści o Milonie są znacznie przesadzone, aczkolwiek badacze zgadzają się ze sobą, iż był on osobą o znacznej sile oraz kondycji fizycznej. Uprawianie treningu siłowego w starożytnej Grecji było popularne. Świadczą o tym bloki skalne używane do treningu o wymiarach 69x38x33 (centymetry) o masie 143 kg oraz o wymiarach 20x33x41(cm) o masie 45 kg, znalezione niedaleko góry Olimp, na których znajdowały się napisy, z których można było wyczytać kto je przeniósł lub podnosił (Stojiljković i wsp. 2013). Bloki skalne z podobnym datowaniem odkryto w Palestynie, Cesarstwie Rzymskim oraz w Chinach. W Chinach za dynastii Zhou (1045-256 p.n.e) żołnierze wykonywali testy siły zanim zostali przydzieleni do wojska. Pokazuje to jak bardzo przykładano wagę do siłowych aktywności.

Trening siłowy jest podstawowym narzędziem kształtowania hipertrofii mięśni, co w przypadku kulturystyki jest przedmiotem oceny. Pierwsze wzmianki dotyczące treningu siłowego można odnaleźć w książce Sir Thomasa Elyota z 1539 roku, który pokazał aktywność fizyczną w formie ćwiczeń, które mogą kształtować siłę mięśniową. Jego książka „The Castel of Helth”, była swoistym kompendium wiedzy dotyczącej diety, ćwiczeń, promocji zdrowia, prewencji chorób oraz utrzymania zdrowia (Kuropatnicki 2003, Kuropatnicki 2015). Wraz z powyższą zmianą doktryny aktywności fizycznej i schyłkiem scholastyki, szkoły niemieckie oraz francuskie, w 1544 roku, włączyły aktywności związane z treningiem oporowym do swoich programów nauczania. W 1896 roku trening siłowy został formalnie opisany, wraz z kąpielami w ciepłej wodzie, jako „Szkocki system” leczenia chorób serca (Leith 1896). Implikuje to około 130 letnie doświadczenia w treningach oporowych nie tylko pod kątem sylwetki, jak to ma miejsce w kulturystyce, ale również i zdrowia.

Pierwsza wzmianka naukowa, dotycząca programów użytkowanych do kulturystyki, była napisana w 1943 roku przez Roswella Gallaghery i pokazywała ona kształtowanie kończyn dolnych ćwiczeniami z obciążeniem na cykloergometrze (Gallagher i wsp. 1943). Dopiero od lat 80 pojawiają się prace naukowe dotyczące kulturystów oraz ich zdrowia (Spitler i wsp. 1980). Natomiast w 1978 roku powstało stowarzyszenie, które pomaga kształtować hipertrofię mięśni oraz promuje możliwości treningu siłowego (The National Strength and Conditioning

Association). Skupia ono 60 000 członków, w tym naukowców zajmujących się tematyką kształtowania siły w sporcie, trenerów personalnych oraz innych specjalistów związanych z przygotowaniem motorycznym jak i odnową biologiczną.

Koncepcje siły

Siła należy do zdolności motorycznych (Osiński 2007). Predyspozycjami dla siły są: wysokość ciała, beztłuszczowa masa ciała (ang. Lean Body Mass), struktura mięśni, proporcje ciała, maksymalna moc aerobowa (MMA) - Osiński, 2007. Natomiast Szopa i wsp. wskazują, iż do zdolności motorycznych należy zaliczyć: rozwijanie maksymalnej statycznej siły absolutnej, rozwijanie lokalnej siły statycznej, rozwijanie siły kwasomlekowej oraz czas ich dostępności, czas mobilizacji mięśni (Szopa i wsp. 2000).

Mechanizm hipertrofii

Mięśnie to struktury, które stanowią około 40-50% całościowej masy człowieka (Sartori i wsp. 2021). Fizjologicznie występują dwa rodzaje włókien (I - wolnokurczliwe oraz II - szybko kurczliwe). Występują również warianty IIa oraz IIb. Typ włókien I nazywany jest włóknami wolnokurczliwymi (Schoenfeld 2016). Są one odporne na męczliwość, odpowiedzialne za wydolność mięśnia. Aby uzyskać ich skurcz, potrzebne jest około 110 ms, co ogranicza możliwość produkcji pełnej mocy (Schoenfeld 2016). Są one bogate w mioglobinę (czerwone) oraz gęsto utkane kapilarami, wspomagają ćwiczenia aerobowe. Dodatkowo są one bogate w mitochondria, co powoduje znacznie większy potencjał w produkowaniu energii (Reyes i wsp. 2015). Typ włókien II, nazywany jest włóknami szybko kurczliwymi. Aby uzyskać skurcz włókien typu II, potrzeba około 50 ms. Obniżona ilość mioglobiny, jest związana z ich nieco białym wyglądem. Typ IIb należy do szybszych włókien niż IIa (Wilson i wsp. 2012, Methenitis i wsp. 2020). Typ IIb jest włóknem o metabolizmie glikolitycznym, jest znacznie bardziej podatne na zmęczenie w porównaniu do włókien IIa (Plotkin i wsp. 2021).

Proporcje włókien w poszczególnych mięśniach znacząco się różnią. Przykładowo mięsień płaszczkowaty składa się w 80% z I-ego typu włókien, natomiast trójgłowy ramienia składa się z około 60% włókien typu II (Schoenfeld 2016).

Trening siłowy fizjologicznie można podzielić na dwie fazy. Fazę wczesną oraz adaptacji. Faza wczesna może trwać kilka tygodni, natomiast faza adaptacji następuje w momencie hipertrofii mięśnia. Faza wczesnej adaptacji dotyczy koordynacji neuronalnej,

zwiększenia syntezy białek, umiejętności włączenia większej ilości włókien mięśniowych, odkodowania sygnału, synchronizacji włókien oraz dubletów (fizjologiczny proces adaptacji związany z treningiem siłowym, zawierający dwa impulsy elektryczne pojawiające się niedaleko od dwóch lokalizacji na mięśniu, włączające się w około 5 ms po sobie). Dublety są procesem adaptacji mięśnia do wysiłku. Udowadnia to fakt, iż po 12 tygodniowym treningu, ilość włókien, które działają w dubletach zwiększyła się o około 30 % (Schoenfeld 2016). Trening siłowy zatem nie jest wykonywany tylko w celach hipertrofii, jest to proces szerszy. Obejmuje on nie tylko zmianę strukturalną trenowanej części, ale również zmiany o charakterze neuronalnym, metabolicznym, krwiotwórczym itp. (Westcott i wsp. 2012).

Trening kulturystyczny głównie opiera się na estetyce, co warunkuje podejście do tego rodzaju aktywności. Estetyka na zawodach kulturystycznych, jest oceniana jako wygląd (wielkość, oraz jakość) poszczególnych mięśni. Hipertrofia z definicji jest to nazwa procesu oraz efektu zwiększenia objętości tkanki mięśniowej (Schoenfeld i wsp. 2016). Fizjologicznie hipertrofia jest mechanizmem adaptacyjnym zwiększającym masę komórki, tkanki lub organu, jednocześnie nie oznacza nacieku komórek, co definiuje się jako nowotwór (Walling i wsp. 2018). Hipertrofia następuje przez powstanie dodatkowej ilości sarkomerów, zwiększoną ilość niekurczliwych elementów oraz sarkoplazmę jak i aktywność komórek satelitarnych (Schoenfeld 2016). Powyższe zaburzenie homeostazy będzie powodować obniżenie strukturalnej jednorodności białek (m.in. dystrofiny i desminy, prowadzi do segmentarnej nekrozy komórek mięśniowych, zaburzenia lub zerwania tkanki łącznej (między innymi powięzi) - Damas i wsp. 2018. Zmiany te, jak pisze F. Dumas, prowadzą do zapaleń w obrębie tkanki mięśniowej, w przebiegu mechanizmu mechanicznego rozciągnięcia oraz zniszczenia receptorów wapnia (Damas i wsp. 2018). Hipertrofia może przebiegać bez zapaleń lub z ich następstwami (Damas i wsp. 2018). Synteza białek będzie prowadzona w fazie wstępnej adaptacji, dwutorowo. Pierwszy etap będzie zakładał skierowanie białek do odbudowy zniszczonych struktur, natomiast drugi do wzmacniania możliwości mięśni, czyli właśnie hipertrofii (Damas i wsp. 2018). W niektórych przypadkach, faza naprawy mięśni trwa około 3-4 tygodni. Oprócz promowania syntezy nowych białek dochodzi do stymulowania systemu autofagii - lizosomy oraz systemu utylizacji ubikwityny - proteasomów (Sartori i wsp. 2021). Rozkład białka stopniowo na aminokwasy odbywa się poprzez lizosomy oraz proteasomy co stymuluje rapamycynę (mTOR), która odpowiada za procesy anaboliczne i kataboliczne w mięśniach. Podczas tej stymulacji może dochodzić do syntezy białek. Proces hipertrofii nie jest jedynym procesem, w którym możemy obserwować tę sytuację, podczas atrofii mięśni również dochodzi do takiej sytuacji (Sartori i wsp. 2021). Dodatkowo, Fink i wsp. pokazali,

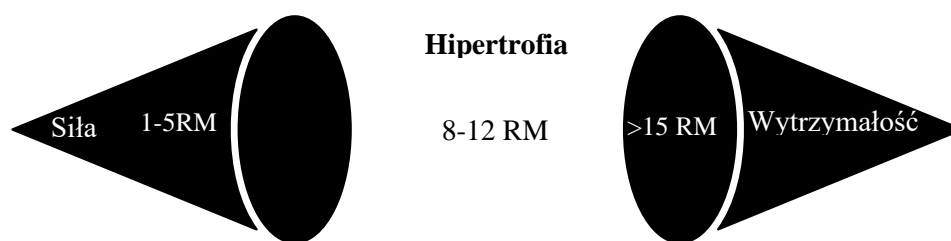
iż w przebiegu treningu siłowego, dochodzi do zwiększenia stężenia testosteronu, GH oraz IGF-1 (Fink i wsp. 2018). Dzięki syntezie białek mięśnie są przebudowywane co łączy się ze stanem zapalnym, w którym biorą udział cząsteczki sygnałowe. Interleukiny, cytokiny (inaczej cząstki sygnałowe), powstają przez stymulację komórek układu odpornościowego (Uciechowski i wsp. 2020). Procesy te wywołują nagły stan zapalny. Jednym z najważniejszych elementów tego procesu jest interleukina IL-6 (De Melo Mandureira 2022). Podczas wysiłków siłowych dochodzi do aktywności IL-6, który zwiększa transport glukozy do komórki oraz syntezę glikogenu (De Melo Mandureira 2022). IL-6 bierze udział w zwiększeniu ilości białek, które budują włókna mięśniowe. Proces ten jest obserwowany w praktyce. Przykładem może być pacjent z patologicznym ubytkiem siły mięśniowej, gdzie masa mięśniowa zostaje zamieniona na masę tłuszczową, przez co należy rozumieć sarkopenię (Alizadeh Pahlavani 2022). W przypadku powyższych pacjentów, miostatyny IL-6, IL-8 oraz leptyna są hamowane (Alizadeh Pahlavani 2022), dochodzi do nierównowagi gospodarki hormonalnej, przez co nie tworzą się nowe białka, tylko odkładane są w tym miejscu komórki tłuszczowe (Alizadeh Pahlavani 2022).

Klasyczne modele hipertrofii przytoczone powyżej należy uzupełnić o wiedzę dotyczącą mikrobiotu, który pozytywnie wzmacnia ten proces (Sartori i wsp. 2021). Przykładem tej dodatkowej regulacji są aminokwasy (np. glicyna, alanina), które są prekursorami cholinyl (Sartori i wsp. 2021). Cholina jest neuroprzekaźnikiem, który reguluje masę mięśniową (Moretti i wsp. 2020). Przez udział cholinyl w metabolizmie tłuszczu mięśniowego, białek mięśniowych, dochodzi do regulacji ich homeostazy oraz obniżenia stanów zapalnych (Moretti i wsp. 2020).

Rodzaje oraz charakterystyka treningu siłowego w kulturystyce

Analiza literatury dotyczącej treningu sportowego jednoznacznie wskazuje, iż tego typu trening winien zakładać wzrost siły mięśniowej, mocy mięśniowej i wytrzymałości. Rozwój każdej z tych cech warunkuje inne zastosowanie parametrów treningowych takich jak opór zewnętrzny, liczba powtórzeń, liczba serii oraz przerwa wypoczynkowa.

Kulturystyka zawodowa jak i rekreacyjna jest związana z hipertrofią mięśni (Alves i wsp. 2020), dla której liczba powtórzeń w serii wynosi 8-12, o czym pisze DeLorm (Schoenfeld i wsp. 2021). Anderson i Kearney jak i Stone, dokonali poprawek w tej teorii (Schoenfeld i wsp. 2021). Rycina nr 2 pokazuje właśnie te zależności dotyczące celu prowadzenia treningu, a potrzebną liczbą powtórzeń, aby uzyskać zamierzony efekt.



Ryc. 2. Zależności pomiędzy liczbą powtórzeń, a efektem treningowym

Wytyczne dotyczące hipertrofii mięśni, opisane przez trzy stowarzyszenia: American Collage of Sports Medicine (ACSM), National Strength and Conditioning Association (NSCA) oraz National Academy of Sports Medicine (NASM), opierają się na doktrynie DeLorma w kształtowaniu hipertrofii. Pomimo tego, tylko ostatnia z nich posiada kompleksowy program do zwiększenia hipertrofii. NASM opiera treningi na trzech poziomach, podzielonych na pięć faz. Poziom pierwszy to stabilizacja (I faza), poziom drugi to siła (II-IV fazy) natomiast poziom trzeci to moc (V faza). Budowa mięśni zaczyna się od III fazy, natomiast IV faza jest już przeznaczona pod budowę maksymalnej siły mięśniowej (NASM 2022).

Amerykańskie towarzystwo medycyny sportowej wydało wytyczne dotyczące utrzymania zdrowia fizycznego. Wytyczne te zawierają stosowanie ciężaru 60-70% 1RM w seriach, gdzie każda z tych serii zawiera 6-12 powtórzeń (Alves i wsp. 2020).

Tabela 2. Rekomendacje dotyczące treningu w kulturystyce (Fiatarraone i wsp. 2019)

Nazwa stowarzyszenia	Rekomendacje dotyczące treningu w kulturystyce	Ocena oraz wielkość obciążenia	Serie [x]	Liczba powtórzeń [xn]	Liczba razy w tygodniu [xn]	Sugerowany czas treningów [tygodnie]
American College of Sports Medicine [Fiatarraone i wsp. 2019]	Nie	Subiektywna ocena obciążenia (8 na 10 możliwych punktów w subiektywnie ocenionym obciążeniu) lub 60-70% 1RM	2-3	6-12	2	12
National Strength and Conditioning Association NSCA [NSCA i wsp. 2020].	Nie	Progresywne obciążenie 65-85% 1 RM	1-5	1-10	3	12
National Academy of Sports Medicine [NASM 2022]	Tak	75-80% 1RM	3-5	6-12	2	12

Współczesne formy treningu pokazują znacznie większą ilość opcji (Krzysztofik i wsp. 2019). Jak wskazuje Krzysztofik, istnieje znacznie więcej opcji treningowych powodujących hipertrofię, w porównaniu do treningów proponowanych przez DeLorma i wsp. (Krzysztofik i wsp. 2019). Treningi zawierające 30-60% 1RM, mają podobną skuteczność co te wykonywane z ciężarem powyżej 60% 1RM. Pomimo tego, sugerowane jest zwiększenie objętości treningowej, w celu zwiększenia hipertrofii mięśni (Suchomel i wsp. 2020). W pracy Krzysztofika i wsp., objętość treningowa wynosi około 28-30 serii na mięsień w tygodniu i jest związana z większą hipertrofią, w porównaniu do 6-10 serii na mięsień w tygodniu (Krzysztofik i wsp. 2019). Plan treningowy powinien trwać przynajmniej 4 tygodnie 3x w tygodniu, jak wskazuje Schoenfeld i wsp. (Schoenfeld i wsp. 2016). Jednocześnie znaczące są informacje jaka liczba powtórzeń jest niezbędna. Jak wskazują badania, wartość ta waha się pomiędzy 6 a 20 powtórzeń (Baz-Valle i wsp. 2021).

W przypadku treningu siłowego najczęściej stosowana jest metoda równowagi pomiędzy siłą ekscentryczną a koncentryczną (Patus 2021). Natomiast współcześnie różne techniki są stosowane, w zależności od celu rozwoju włókien mięśniowych. Do najczęściej stosowanych zaliczamy:

1. Tempo Eccentric Technique
2. Accentuated Eccentric Loading Method,
3. Low-Load Resistance Training Under Blood Flow Restriction,
4. Cluster Sets Technique,
5. Supersets and Pre-exhaustion technique,
6. Drop Sets and Sarcoplasm Stimulating technique.

Tempo Eccentric Technique jest techniką zmieniającą czasowe parametry treningu koncentrującego się na ekscentrycznej pracy mięśni (Suchomel i wsp. 2020). Charakteryzuje się ona zwiększeniem czasu pracy na obciążeniu podczas pracy ekscentrycznej. Powoduje to zwiększenie siły mięśniowej oraz hipertrofii. Technika ta używana jest głównie podczas powrotu do formy po dłuższej przerwie (Krzysztofik i wsp. 2019). Zaletą tego rodzaju treningu jest praca ekscentryczna, przez co dochodzi do stymulacji wszystkich włókien mięśniowych danej partii lub mięśnia. Technika ta bazuje na przemianach mleczanowych, przez co mięsień potrzebuje dłuższego czasu na regenerację, co powoduje konieczność odpowiedniego doboru częstotliwości treningów podczas mikro i mezocyklu (Suchomel i wsp. 2020).

Accentuated Eccentric Loading Method jest pracą nad siłą ekscentryczną mięśnia, przez określony, wyższy ekscentryczny opór (Wagle i wsp. 2017). Najczęściej stosowana jest formuła 70%/50% w stosunku do 1RM (Patus 2021). Patus wskazuje na podstawie badań, iż taka aktywność zwiększa potencjał postaktywacyjny (Wilson i wsp. 2013).

Low-Load Resistance Training Under Blood Flow Restriction, jest to trening o niskim obciążeniu, w warunkach ograniczenia przepływu krwi tętniczej (Pignanelli i wsp. 2020). Trening ten jest cały czas badany pod kątem skuteczności. Niektóre badania wskazują, iż może być podobnie skuteczny w porównaniu do klasycznego treningu oporowego wynoszącego około 70% 1RM (Rodrigues i wsp. 2020).

Cluster Sets Technique jest techniką wprowadzającą interwał czasowy między każdym powtórzeniem w serii. Interwał przerwy między powtórzeniami pozwala na częściową regenerację, a co za tym idzie, mniejsze akumulowanie zmęczenia (Moir i wsp. 2013).

Supersets and Pre-exhaustion technique, jest to technika, która pozwala na zwiększenie możliwości siłowych oraz adaptacji włókien mięśniowych (Ribeiro i wsp. 2019). Mechanizmem tego ćwiczenia jest zwiększenie pracy synergistów, które muszą się aktywować w momencie wzmożonego wysiłku grup mięśniowych wykorzystywanych wcześniej (Ribeiro i wsp. 2019).

Drop Sets and Sarcoplasma Stimulating technique została opracowana przez szwajcarskiego trenera Patrica Tuor'a (Almeida i wsp. 2019). Jest to pomieszczenie techniki Tempo Eccentric Technique z Accentuated Eccentric Loading Method. Ćwiczący wykonuje 6 serii danego ćwiczenia. Pierwsze 3 serie z ciężarem 70-80% 1RM do momentu upadku mięśniowego każda, w tempie 2 sekundy fazy koncentrycznej na 2 sekundy fazy ekscentrycznej, gdzie przerwa między seriami wynosi 20 sekund. Następnie odejmuje się 20% z wcześniejszego ciężaru wynoszącego (70-80% 1RM) i wykonuje kolejne 2 serie, w tempie 1 sekunda fazy koncentrycznej na 4 sekundy fazy ekscentrycznej, gdzie przerwa między seriami wynosi także 20 sekund. Aktywność ta również wykonywana jest do upadku mięśniowego. W ostatniej serii ponownie odejmuje się 20% z poprzedniego obciążenia i wykonuje ćwiczenie w formie utrzymania skurczu izometrycznego w połowie ruchu danego ćwiczenia do upadku mięśniowego (Almeida i wsp. 2019).

W przypadku rekreacyjnej kulturystyki brakuje informacji, którymi technikami posługują się osoby wybierające tego rodzaju aktywność.

Różnorodność treningów w kulturystyce profesjonalnej oraz amatorskiej pokazuje jak szerokie jest to zagadnienie (Fernández-Lázaro i wsp. 2019). Fernández-Lázaro i wsp. udowodnili, iż treningi w warunkach normobarycznych, przy mniejszym dostępie tlenu, lecz

z podobną dostępnością dwutlenku węgla, pokazują synergistyczny efekt w objętości mięśnia oraz jego przekroju (Fernández-Lázaro i wsp. 2019). Zespół kierowany przez Fernandez-Lazaro tłumaczy ten mechanizm lepszą adaptacją w warunkach hipoksji mięśni. Badania te nie są potwierdzone innymi doniesieniami, przez co należy ich wyniki traktować w sposób ostrożny.

Treningi plyometryczne, definiowane jako praca siłowa oraz szybkościowa, również są stosowane w celu hipertrofii mięśni (Grgic i wsp. 2021). Pierwsze prace dotyczące tego rodzaju treningu zostały opublikowane w 1983 r. (Ford i wsp. 1983). Badania wykonane przez Ford i wsp. udowodniły, iż ćwiczenia plyometryczne dodane do treningów futbolu amerykańskiego, nie poprawiały żadnej z 5 badanych cech motorycznych (Ford i wsp. 1983). Następnie już 5 lat później Duda i wsp., w pracy poglądowej, pokazali również urazogenność treningu plyometrycznego jako główną jego wadę (Duda i wsp. 1988). Współczesne przeglądy literatury dotyczące tego rodzaju treningu pokazują, że ma podobne działanie na ogólną hipertrofię jak w przypadku izolowanych grup mięśniowych. Pomimo tego, meta-analiza przeprowadzona przez Grgic'a i wsp., pokazała, iż plyometryczne ćwiczenia znacznie bardziej mogą się przyczynić do zwiększania siły mięśniowej oraz hipertrofii niż poprzednio sądzono (Grgic i wsp. 2021).

Koncepcje treningu siłowego

Trening siłowy zalecany przez Kruszewskiego skupia się na rozwoju masy mięśniowej (hipertrofii). Cel ten może być uzyskany poprzez wykonywanie ćwiczeń skoncentrowanych na poszczególnych partiach ciała. W treningu siłowym zalecanym przez Kruszewskiego, kluczowe znaczenie ma dobór odpowiednich ciężarów, dostosowanych do siły osoby wykonującej dany trening. Zbyt duże lub zbyt małe obciążenie może zaszkodzić lub nie przynieść oczekiwanych efektów. Kruszewski przekonuje, iż rozgrzewka przed treningiem jest niezwykle ważna, ponieważ pomaga uniknąć kontuzji i przygotować mięśnie do wysiłku. Przekonuje on, iż ćwiczenia na nogi, ćwiczenia na klatkę piersiową, ćwiczenia na barki i mięśnie brzucha powinny być wykonywane jako pierwsze (Kruszewski 2007). Podczas wykonywania ćwiczeń należy zwrócić uwagę na technikę, unikać przechyłów, przysiadów na palcach, czy opuszczania ciężaru zbyt szybko. Poprawna technika wykonywania ćwiczeń pozwala uniknąć kontuzji i osiągnąć lepsze efekty treningowe. Po treningu warto rozciągnąć mięśnie, aby zminimalizować ból i sztywność. Ważnym elementem regeneracji są także posiłki bogate w białko, które pomagają w procesie odbudowy i wzrostu mięśni (Kowaluk 2003).

Kruszewski zaleca różne liczby powtórzeń w serii, w zależności od celu treningowego i rodzaju ćwiczenia. W przypadku celu zwiększenia siły mięśniowej, zaleca wykonanie 3-5 serii ćwiczeń z ciężarami na poziomie 85-100% 1RM, zawierających od 1 do 5 powtórzeń w każdej serii. Jeśli celem miał być rozwój masy mięśniowej, to zalecał wykonanie 3-5 serii ćwiczeń z ciężarami na poziomie 65-85% 1RM wykonując od 6 do 12 powtórzeń w każdej serii. Dla zwiększenia wytrzymałości mięśniowej zalecał wykonanie 3-5 serii ćwiczeń z ciężarami na poziomie 50-65% 1RM, wykonując od 13 do 20 powtórzeń w każdej serii (Kruszewski 2007, Kowaluk 2003).

Ostatecznie, liczba powtórzeń zależy od indywidualnych możliwości i celów treningowych każdej osoby, a Kruszewski zalecał testowanie różnych wariantów, aby znaleźć najlepszą metodę dla siebie.

Trening siłowy z wykorzystaniem małego oporu zewnętrznego, to jeden z elementów metody opisywanej przez Kruszewskiego. Twierdzi on, że można zwiększyć swoją siłę i masę mięśniową poprzez wykonywanie ćwiczeń z mniejszymi ciężarami, ale z większą liczbą powtórzeń, powtarzanych przez dłuższy czas. Według Kruszewskiego kluczowym elementem w treningu siłowym z mniejszymi ciężarami, jest wykonywanie ćwiczeń z pełnym zakresem ruchu i pełnym skurczem mięśni. Kruszewski zalecał wykonywanie ćwiczeń takich jak przysiady, martwe ciągi, wyciskanie sztangi i wiosłowanie ze sztangą z mniejszymi ciężarami, ale z większą liczbą powtórzeń i większą liczbą serii. Takie ćwiczenia miały na celu rozwój siły i masy mięśniowej, a także zwiększenie wytrzymałości mięśniowej. Kruszewski podkreślał również, że ważne jest, aby nie przeciążać organizmu i zawsze zaczynać od mniejszych obciążeń, stopniowo zwiększając je wraz z postępami treningowymi (Kruszewski 2007, Lis i wsp. 2018).

Podsumowując, trening siłowy z wykorzystaniem mniejszego oporu zewnętrznego jest jednym z elementów metody Kruszewskiego i może być skuteczny dla osób, które chcą zwiększyć swoją siłę i masę mięśniową, ale unikają przeciążenia organizmu dużymi ciężarami.

Kruszewski w swojej koncepcji mocno opierał się na innym znanym trenerze Joe Weiderze. Joe Weider był kanadyjskim kulturystą, trenerem i przedsiębiorcą, urodzonym w 1920 roku. Wraz ze swoim bratem Benem, założył magazyn "Your Physique", który później przekształcił się w "Muscle & Fitness" i "Flex". Weider był pionierem w rozwoju kulturystyki jako sportu i biznesu, organizując pierwsze zawody Mr. Olympia w 1965 roku (Geanta i wsp. 2021). Był także producentem filmów i programów telewizyjnych o kulturystyce. Weider był wielokrotnie nagradzany za swoją pracę, w tym m.in. Order Kanady i honorowe obywatelstwo w Los Angeles. Zmarł w 2013 roku, w wieku 93 lat. Joe Weider był jednym z najbardziej

wpływowych ludzi w historii kulturystyki i fitnessu, a jego założenia treningowe były kluczowe dla rozwoju tej dziedziny. Oto niektóre z głównych założeń treningowych Joe Weidera:

1. Izolacja mięśniowa: Weider był jednym z pionierów w używaniu ćwiczeń izolacyjnych, które pozwalają na skupienie się na konkretnych mięśniach i rozwijaniu ich siły i masy.
2. Split treningowy: Weider propagował podział treningu na poszczególne dni, na przykład trenowanie klatki piersiowej i tricepsa w jednym dniu, a pleców i bicepsa w innym dniu. Według Weidera, podział ten pozwalał na skuteczniejsze treningi i lepsze wyniki.
3. Zasada progresji: Według Weidera, kluczem do osiągnięcia postępów w treningu jest stopniowe zwiększanie intensywności treningowej, aby stymulować rozwój mięśni.
4. Trening z ciężarami: Weider był zwolennikiem treningu siłowego z użyciem ciężarów, który według niego był najbardziej skuteczną metodą rozwijania siły i masy mięśniowej.
5. Dieta i suplementacja: Weider zdawał sobie sprawę, że dieta i suplementacja odgrywają kluczową rolę w rozwoju mięśni i zdrowym stylu życia. Zalecał stosowanie odpowiedniej diety i suplementacji, w celu zapewnienia organizmowi odpowiedniej ilości składników odżywczych.

Kilka przykładów ćwiczeń izolacyjnych stosowanych w treningu kulturystycznym zgodnie z zasadą izolacji mięśniowej według Joe Weidera: wyciskanie sztangi na ławce skośnej - ćwiczenie skupiające się na rozwijaniu klatki piersiowej, szczególnie górnej jej części; rozpiętki z hantlami na ławce poziomej - ćwiczenie, które pomaga w izolowaniu mięśni klatki piersiowej i rozwijaniu ich siły oraz masy; uginanie przedramion ze sztangą stojąc - ćwiczenie, które izoluje mięśnie ramion i pozwala na skupienie się na ich rozwijaniu; unoszenie nóg w zwisie na drążku - ćwiczenie, które izoluje mięśnie brzucha, szczególnie dolne partie mięśni prostych brzucha; prostowanie nóg na maszynie - izoluje mięśnie ud i pozwala na skupienie się na ich rozwijaniu (Geanta i wsp. 2021).

Jednym z jego popularnych programów treningowych był też tzw. "split treningowy", który polega na dzieleniu treningu na partie mięśniowe i wykonywaniu treningu na różnych partiach mięśniowych, w różne dni. Przykładem jest: poniedziałek - klatka piersiowa i triceps (wyciskanie sztangi na ławce poziomej: 3-4 serie po 8-12 powtórzeń, rozpiętki z hantlami na ławce poziomej: 3-4 serie po 8-12 powtórzeń, wyciskanie sztangi na ławce skośnej: 3-4 serie po 8-12 powtórzeń, prostowanie przedramion na wyciągu górnym (pushdown triceps extension): 3-4 serie po 8-12 powtórzeń, francuskie wyciskanie sztangi: 3-4 serie po 8-12 powtórzeń), wtorek - plecy i biceps (martwy ciąg: 3-4 serie po 8-12 powtórzeń, wiosłowanie sztangą w opadzie tułowia: 3-4 serie po 8-12 powtórzeń, wiosłowanie hantlami: 3-4 serie po 8-12 powtórzeń, uginanie przedramion ze sztangą : 3-4 serie po 8-12 powtórzeń, uginanie

przedramion z hantlami: 3-4 serie po 8-12 powtórzeń), środa - dzień wolny, czwartek - barki i mięsień czworoboczny (wyciskanie sztangi zza głowy: 3-4 serie po 8-12 powtórzeń, podciąganie sztangi do brody: 3-4 serie po 8-12 powtórzeń, wznosy bokiem hantli: 3-4 serie po 8-12 powtórzeń, unoszenie sztangi wzdłuż tułowia: 3-4 serie po 8-12 powtórzeń, piątek - nogi (przysiady ze sztangą: 3-4 serie po 8-12 powtórzeń, wspięcia na palce stojąc ze sztangą: 3-4 serie po 8-12 powtórzeń, wyciskanie na suwnicy poziomej: 3-4 serie po 8-12 powtórzeń, wyciskanie na suwnicy skośnej: 3-4 serie po 8-12 powtórzeń, prostowanie nóg na maszynie: 3-4 serie po 8-12 powtórzeń) (Kruszewski 2007).

W zasadzie progresji chodzi o to, aby systematycznie i stopniowo zwiększać intensywność, objętość lub częstotliwość treningu, co ma zapewnić stały wzrost siły i masy mięśniowej. W kontekście treningu według Joe Weidera, zasada progresji odnosi się do stopniowego zwiększania ciężaru w czasie treningu, a także zwiększania liczby powtórzeń lub serii wykonywanych ćwiczeń. Weider zalecał również stosowanie różnych technik treningowych, takich jak superserie, drop-sety, piramidy i wiele innych, które pomagają zwiększyć intensywność treningu i wywołać większe przystosowanie organizmu do treningu. Przykładem zastosowania tej zasady, może być ćwiczenie na klatkę piersiową tj. wyciskanie sztangi na ławce poziomej. Jeżeli osoba wyciska ciężar 50 kg i wykonuje 3 serie po 8 powtórzeń, to w kolejnym tygodniu można zwiększyć ciężar do 52,5 kg i wykonywać 3 serie po 8 powtórzeń. W kolejnym tygodniu, jeśli osoba jest w stanie wykonać 3 serie po 8 powtórzeń z 52,5 kg bez problemów, można zwiększyć ciężar do 55 kg. W ten sposób, stopniowo zwiększając ciężar, osoba jest w stanie dostosować się do większych obciążeń i przystosować swoje mięśnie do treningu (Geanta i wsp. 2021).

Kolejną podobną koncepcją jest, stworzony przez Durkalca system, który opiera się na zasadzie progresji obciążenia, stosowaniu różnorodnych ćwiczeń, odpowiednim doborze liczby i intensywności treningów, a także na uwzględnieniu w diecie odpowiedniego odżywiania i suplementacji. Ważną koncepcją treningu siłowego, według Durkalca, jest odpowiedni dobór liczby i intensywności treningów, aby organizm miał czas na regenerację i rozwój mięśni. Zasadą jest regularne zwiększanie ciężaru obciążenia, co stymuluje rozwój mięśni oraz zwiększa siłę i wytrzymałość. Progresja może odbywać się poprzez zwiększanie ciężaru, zmniejszanie czasu odpoczynku między seriami, zwiększanie liczby powtórzeń lub zmianę rodzaju ćwiczeń. Durkalec zwraca również uwagę na to, aby progresja była stopniowa i przemyślana, aby uniknąć kontuzji i nadmiernego przeciążenia organizmu. Warto również pamiętać, że każdy trening siłowy powinien być odpowiednio poprzedzony rozgrzewką oraz zakończony rozciąganiem mięśni, co wpływa na poprawę efektów treningowych oraz

zapobiega urazom. W treningu siłowym Durkalec zaleca zwykle 6-12 powtórzeń w serii, aby uzyskać wzrost siły i masy mięśniowej. Według niego w treningu siłowym stosuje się również mniejsze liczby powtórzeń, w zakresie 1-5, w celu zwiększenia siły maksymalnej. Natomiast wysokie liczby powtórzeń, około 12, stosuje się w treningu hipertroficznym, mającym na celu zwiększenie masy mięśniowej. Koncepcja ta wydaje się być rozwinięciem systemu opisywanego przez Kruszewskiego (Durkalec-Michalski i wsp. 2022).

Innym przykładem koncepcji treningu siłowego w kulturystyce jest system proponowany przez Zielińskiego z Akademii Wychowania Fizycznego w Poznaniu. Jego koncepcja treningu siłowego w kulturystyce opiera się na zasadzie zmienności oporu zewnętrznego, która zakłada zastosowanie różnych rodzajów ciężarów i technik ćwiczeń, w celu uzyskania najlepszych wyników treningowych. Zieliński podkreśla również znaczenie intensywności treningów, co pozwala na osiągnięcie szybkich efektów w rozwoju mięśni oraz zwiększenie wytrzymałości organizmu. W treningu siłowym Zieliński stosuje małe liczby powtórzeń, w zakresie 1-5 podobnie do Kruszewskiego oraz Durkalca. Natomiast większe liczby powtórzeń, około 12, poleca w treningu hipertroficznym, mającym na celu zwiększenie masy mięśniowej. Zieliński zaleca również stosowanie techniki „*drop set*”, polegającej na wykonaniu serii ćwiczeń z jednym ciężarem, po czym szybko zmniejszenie ciężaru i kontynuowanie ćwiczeń, w celu zwiększenia intensywności treningu (Włodarczyk i wsp. 2021).

Dietetyka

Trening ukierunkowany na hipertrofię jest nieodzownie związany z podażą składników odżywczych. Jest ona różna w zależności od tego, w jakiej np. kategorii dany zawodnik ma wystąpić (Lenzi i wsp. 2021). Równowaga pomiędzy tłuszczami, białkiem oraz węglowodanami, jest przedmiotem zainteresowania znacznej ilości badaczy (Ribeiro i wsp. 2019).

Mięśnie człowieka są nie tylko organem lokomocji, ale również dystrybutorem glukozy (Stokes i wsp. 2018). Regulacja masy mięśniowej, tego dystrybutora, jest związana z dwoma procesami: syntezą białek oraz procesem ich rozpadu (Stokes i wsp. 2018). W przypadku treningu siłowego, dochodzi do promowania syntezy białek, ograniczania ich rozpadu w przebiegu procesu zwiększania stężenia aminokwasów we krwi (Aminoacydemia) (Stokes i wsp. 2018). W tym procesie dochodzi do stopniowego układania się białek we wrzeciona mięśniowe (hipertrofia) (Stokes i wsp. 2018). Podaż odpowiedniej ilości białka jest

niezbędnym faktorem hipertrofii, jednocześnie jest to materiał, który buduje beztłuszczową masę mięśniową (Ribeiro i wsp. 2019). Metaanalizy dotyczące czasu, w którym następuje podaż białka i jego wpływ na hipertrofię, wskazują na niski lub umiarkowany efekt, w przypadku braku kontroli innych zmiennych (Schoenfeld i wsp. 2013). W przypadku dodania zmiennych morfologicznych wykazano brak wpływu czasu przyjmowania białka na hipertrofię (Schoenfeld i wsp. 2013). Zatem sam czas przyjmowania białka nie ma takiego znaczenia jak całościowe przyjmowanie białka, co jest głównym predyktorem hipertrofii (Schoenfeld i wsp. 2013). Sugeruje się, że podaż białek w przypadku hipertrofii powinna wynosić od 1,4g/kg masy ciała na dobę do 2g/kg masy ciała na dobę (Ribeiro i wsp. 2019). W przypadku podejścia rekreacyjnego wpływ podaży białka na kształtowanie beztłuszczowej masy ciała, jest widoczny w przypadku osób młodych około 1,6 g/kg masy ciała/dzień (Nunes i wsp. 2022).

Węglowodany są niezbędne w budowaniu masy mięśniowej (de Moraes W.M.A.M i wsp. 2019). Współcześnie są uważane nie tylko za substrat zawierający energię, ale również jako regulator adaptacji do ćwiczeń siłowych (Mata i wsp. 2019). Ilość glikogenu przechowywanego w mięśniach jest istotnym regulatorem możliwości wykonywania ćwiczeń oraz późniejszej adaptacji ciała do tego procesu. W momencie aktywności siłowej dochodzi do stymulacji adiponektyny, która jest jednym z regulatorów poziomu glukozy we krwi oraz rozkładu kwasów tłuszczowych (Pedersen i wsp. 2019). Wysokie wartości glikogenu są niezbędne dla jakości wykonania ćwiczeń oporowych (Mata i wsp. 2019). Natomiast niskie wartości węglowodanów zwiększają możliwości wydolnościowe przez adaptację biogenezy mitochondriów oraz zwiększony proces spalania lipidów w wyniku proteolizy (Mata i wsp. 2019).

Inną teorią jest łączenie posiłku proteinowego z węglowodanami o wysokim indeksie glikemicznym (Figueiredo i wsp. 2013). Spożywanie węglowodanów jest związane z dwoma celami: utrzymanie możliwości fizycznych (podczas zawodów) oraz odnowa biologiczna (Roberts i wsp. 2020). W przypadku osób trenujących kulturystykę przyjmowanie węglowodanów powinno być na poziomie 3-7,2g/kg masy ciała na dobę dla mężczyzn oraz 2,8-7,5 g/kg masy ciała na dobę dla kobiet (Roberts i wsp.2020).

Tłuszcze w przypadku kulturystyki są wykorzystywane jako jeden z produktów podnoszących testosteron, co pozwala na większą możliwość odnowy biologicznej (Iraki i wsp. 2019). Niewiadomym zostaje jednak, jaką dokładnie tłuszcz spełnia rolę w przypadku hipertrofii (Iraki i wsp. 2019). Natomiast jak podają badania, w przypadku diety nisko węglowodanowej (keto - wynoszącej około 30-45% energii z węglowodanów mniej) wolny testosteron (fT) może być obniżony przez co stosunek testosteronu do kortyzolu się zmieni.

Badania pokazują negatywny wpływ tego procesu na odnowę biologiczną (Iraki i wsp. 2019). Normatywne dane dotyczące spożycia tłuszczów, zawierają się w przedziale 0,5-1,5g / kg na dobę (Iraki i wsp. 2019). Stanowić to powinno 8-33% codziennej energii.

Konsekwencje zdrowotne kulturystyki

Kulturystyka jest związana nie tylko z doskonałym wyglądem ciała, ogólnym stanem mięśni, ale również z konsekwencjami ortopedycznymi. Pierwszym, który zajął się tego rodzaju tematem w 1973 roku był Joe Weider. Opublikował on pracę dotyczącą problemów fizycznych w kulturystyce (Weider i wsp. 1973). Głównym mechanizmem uszkodzeń w obrębie narządu ruchu jest stopień zużycia oraz dolegliwości bólowe związane najczęściej z tkankami miękkimi (więzadła, powięzie, mięśnie) - Siewe i wsp. 2014. Znaczne przeciążenia w konsekwencji prowadzą do zaburzenia działania kończyny górnej, w szczególności w obrębie barku, stawu łokciowego oraz stawu nadgarstkowego (Goertzen i wsp. 1989). Innymi regionami urazów są: odcinek lędźwiowy kręgosłupa oraz region stawów kolanowych (Siewe i wsp. 2014). Około 40% badanych, którzy uprawiają podnoszenie ciężarów, posiada urazy w regionie kończyny górnej. Najczęściej są to urazy tkanek miękkich (83,9%) - Keogh i wsp. 2017. Najczęstszymi jednostkami chorobowymi są: naciągnięcia, tendinopatie oraz skręcenia, które są najpowszechniejszymi rozpoznawanymi urazami wśród kulturystów - odpowiadają za około 46% urazów. Najczęściej dochodzi do tego w momencie opuszczania sztangi (65% przypadków) (Lavallee i wsp. 2010).

Badania naukowe rozróżniają osoby trenujące kulturystykę od tzw. strongmanów (Keogh i wsp. 2017). W przypadku kulturystyki do urazów dochodzi od 0,12 - 0,7 urazu na rok, lub 0,24-1 urazu na 1000 h treningów. Natomiast wśród strongmanów obserwowane są urazy około sześć razy częściej (4,5 - 6,1 urazu na 1000 h treningów) - Keogh i wsp. 2017. Dane te potwierdzają Siewe i wsp. pokazując liczbę 0,12 urazu na rok na kulturystę lub 0,24 urazu na 1000 h treningów (Siewe i wsp. 2014).

1.3. Uzasadnienie podjętej problematyki badań

Hipertrofia mięśni, w szczególności u osób podejmujących treningi kulturystyki rekreacyjnej, jest przedmiotem badań od 30 lat. Wpływ różnego rodzaju treningów siłowych na skład masy ciała, jest szczególnie interesujący w pryzmacie ogólnego zdrowia. Amatorskie treningi kulturystyki stają się coraz bardziej popularne. Treningi z mniejszym ciężarem i większą liczbą powtórzeń mogą prowadzić do zwiększania objętości mięśnia oraz łączyć się

z koncepcją Health-related fitness. Mogą być one również bezpieczniejsze, biorąc pod uwagę obniżony ciężar rozłożony na dłuższy czas. Włókna typu IIa będą zatem wspierać włókna wolnokurczliwe, co może mieć wpływ na zrównoważony trening, który jest niezbędny, w przypadku treningów rekreacyjnych, aby nie przeciążyć struktur ciała.

Biorąc pod uwagę, iż rekreacyjna kulturystyka nie jest nakierowana na wynik sportowy ale na estetyczną sylwetkę oraz formę psychofizyczną, nie ma aż takiej potrzeby dbania o prędkość hipertrofii. Badania wskazują, iż trening z mniejszym ciężarem (40-60% 1RM) w porównaniu do submaksymalnego (80% 1RM), jest bardziej promowany przez międzynarodowe gremia ekspertów, w dziedzinie treningu siłowego. Co więcej jest on odpowiedni dla skutecznego budowania masy mięśniowej, jak również dla poprawy zdrowia. Szybkie kształtowanie siły mięśniowej jest powiązane z konsekwencjami zdrowotnymi takimi jak: urazy, zerwania mięśni, dolegliwości bólowe stawów kolanowych oraz biodrowych, złamania (również otwarte), odczyn zapalny itp. Według badań fizjologicznych szybkie kształtowanie siły mięśniowej pobudza procesy odpowiadające za apoptozę komórek mięśniowych. Kolejnym przyczynkiem do zmniejszenia ciężaru, a podniesienia liczby powtórzeń jest tkanka łączna pomiędzy mięśniem a skórą, nazywana powięzią. Szybka hipertrofia mięśniowa powoduje znaczne zwiększenie napięć tej struktury, która jest sześć razy bardziej unerwiona niż mięsień. Przerwanie jej ciągłości często się zdarza przy okazji treningów kulturystycznych. Ból oraz późniejsze zastępowanie jej elastyną a nie kolagenem będzie skutkowało większymi napięciami mięśni. Przekłada się to również na zaburzenie elastyczności oraz ograniczenie ruchomości. Obserwuję takie sytuacje w swojej pracy zawodowej, co wpłynęło na wybór tego tematu.

Prowadzenie treningów personalnych, w oparciu o dowody naukowe, jest dla mnie istotne. Zauważyłem, że osoby, które trenują, potrzebują zrównoważonego treningu, wskazując sylwetkę jako drugoplanowy cel. Ważnymi są parametry zdrowotne, funkcjonalne, dobre samopoczucie, samozadowolenie, kondycja psychofizyczna, styl życia, użyteczność treningu siłowego, które wychodzą na pierwszy plan. Poszukiwanie treningu, który mógłby mieć funkcję zdrowotną oraz estetyczną w postaci ładniejszej sylwetki, było moją motywacją do badań i podjęcia tematu dysertacji doktorskiej.

1.4. Cel pracy i pytania badawcze

Cele poznawcze:

Zbadanie wpływu eksperymentalnego treningu siłowego na wybrane parametry morfologiczne i funkcjonalne u osób uprawiających kulturystykę rekreacyjnie.

Porównanie skuteczności treningu siłowego o różnej intensywności w kształtowaniu parametrów morfologicznych i funkcjonalnych.

Ocena zmian masy mięśniowej, obwodów ciała, ilości tkanki tłuszczowej oraz wydolności i siły mięśniowej, przy wykorzystaniu treningu z małym oporem zewnętrznym i większą liczbą powtórzeń w serii, w porównaniu z treningiem z dużym oporem zewnętrznym przy zachowaniu małej liczby powtórzeń.

Cele teoretyczne:

Zwiększenie wiedzy na temat wpływu treningu siłowego na rozwój mięśni i parametrów funkcjonalnych.

Zbadanie efektywności treningu o różnej intensywności w kontekście osiągania pożądaných zmian morfologicznych i funkcjonalnych.

Poznanie różnic w skuteczności treningu o niskiej i wysokiej intensywności w kontekście rozwoju masy mięśniowej i poprawy wydolności.

Cele aplikacyjne:

Dostarczenie informacji, które mogą być wykorzystane do opracowania programów treningowych dla osób uprawiających kulturystykę rekreacyjnie.

Pomoc w podejmowaniu decyzji dotyczących doboru intensywności treningu siłowego w zależności od pożądaných celów i efektów.

Umożliwienie lepszej optymalizacji treningu siłowego w celu poprawy wyników morfologicznych i funkcjonalnych.

Pytania badawcze:

1. W jaki sposób trening eksperymentalny wpłynie na poziom badanych parametrów morfologicznych i funkcjonalnych organizmu w poszczególnych grupach i jaki będzie kierunek tych zmian?
2. W jaki sposób trening z małym oporem wpłynie na poziom badanych parametrów morfologicznych i funkcjonalnych organizmu w obu badanych grupach?
3. Jaka będzie różnica pomiędzy efektywnością treningu z dużym ciężarem i mniejszą liczbą powtórzeń a treningu z małym oporem zewnętrznym i większą liczbą powtórzeń w badanych parametrach morfologicznych i funkcjonalnych organizmu?
4. Jaka jest zależność pomiędzy czynnikami morfologicznymi a sprawnością fizyczną i parametrami funkcjonalnymi badanych po zakończeniu eksperymentu?

Rozdział 2. Materiał i metody badań

2.1. Osoby badane i ich charakterystyka

Badanie miało charakter eksperymentalny. Zostało przeprowadzone na grupie 40 mężczyzn pomiędzy 20 a 30 rokiem życia ($X=26,1$, $SD \pm 2,1$ lat), którzy trenowali rekreacyjnie kulturystykę. Zostali oni wyłonieni do eksperymentu drogą doboru losowego, za pomocą randomizacji blokowej. Kryterium włączenia stanowił poziom zaawansowania treningowego:

1. Staż treningowy wynosił 2 lata lub mniej.
2. Dotychczasowy trening odbywał się maksymalnie 3 razy w tygodniu.

Zgodnie z założeniami protokołu eksperymentu pedagogicznego ingerencja badawcza dotyczyła wprowadzenia dwóch niezależnych programów treningowych, różniących się sposobem realizacji treningu (zmienna niezależna). Taki sposób realizacji eksperymentu spowodował rozdzielenie grupy badanej na dwie, realizujące różne programy treningowe. Badani zostali wylosowani przy pomocy randomizacji blokowej. Jedna grupa realizowała trening z małym (40-60% 1RM) oporem zewnętrznym, ale z odpowiednio dużą liczbą powtórzeń. Druga grupa z submaksymalnym oporem (80% 1RM) przy mniejszej liczbie powtórzeń. Poziom 1RM był badany w głównych ćwiczeniach złożonych. Badani po rozgrzewce dobierali ciężar, z którym byli w stanie wykonać maksymalnie pięć powtórzeń. Powyższy wynik w kilogramach podstawiany był do tabeli Charlesa Poliquina (przedstawia zależność pomiędzy maksymalną liczbą powtórzeń a ciężarem maksymalnym), gdzie dzięki proporcji ustalany zostawał potencjalny ciężar dla jednego maksymalnego powtórzenia. Następnie sprawdzano, czy badany jest w stanie wykonać jedno powtórzenie z tym ciężarem. W momencie poprawnego wykonania powtórzenia, wynik zostawał wpisany. W momencie braku możliwości wykonania, odejmowano 5% i po przerwie próbowano ponownie. Po uzyskaniu wyników dla każdego badanego obliczono 40, 60 oraz 80% 1RM. Z tymi wartościami badani wykonywali eksperymentalny trening.

Średnia wysokość ciała badanych grupie I plasowała się na poziomie 1,83 m. Minimalna wartość wyniosła 1,77 m, natomiast najwyższa 1,91 m. Odchylenie standardowe było na poziomie 0,06 m. Badani z II grupy, uzyskali średnią 1,82 m, najniższy badany miał 1,73 m najwyższy 1,96 m, natomiast odchylenie standardowe wyniosło 0,06 m. Średnia masa ciała wyniosła 80,5 kg w pierwszej oraz 80,4 kg w drugiej grupie. Tabela nr 3 zawiera powyższe dane.

Tabela 3. Charakterystyka badanych grup

Zmienna	Grupa I N=20			Grupa II N=20			U	P
	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe		
Wysokość ciała (m)	1,77-1,91	1,83	0,06	1,73-1,96	1,82	7,66	6,11	0,686
Masa ciała (kg)	71,6-92	80,5	7,69	71,6-92	80,4	8,74	8,13	0,94
BMI (kg/m ²)	23,4-24,94	23,99	0,68	23,3-25,5	24,2	0,91	7,618	0,88

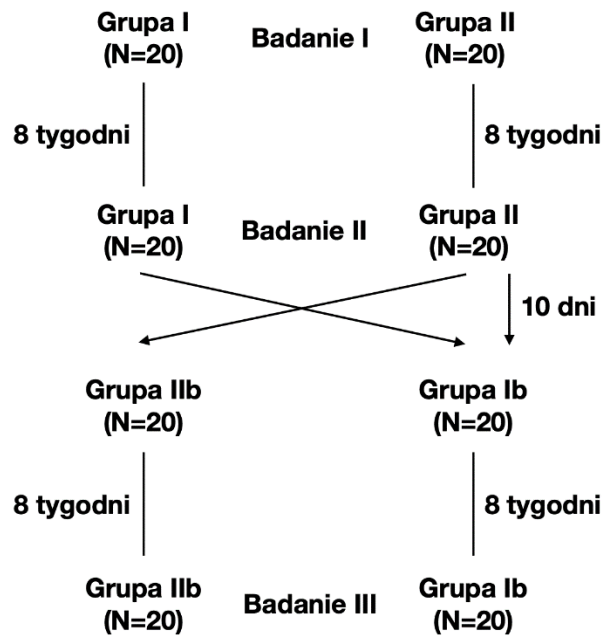
2.2. Program i metodyka badań

Badania zrealizowano pomiędzy marcem a majem 2023 roku. Do przeprowadzenia eksperymentu została zastosowana technika pracy w dwóch równolicznych grupach zakwalifikowanych do badań osób (ryc. 3). Trening był realizowany przez 16 tygodni według programu opisanego w tabeli nr 4. Pierwsze 8 tygodni treningu było realizowane przy założeniu:

1. 4 tygodnie treningu wszystkich grup mięśniowych po 3 razy w tygodniu co drugi dzień,
2. 4 tygodnie treningu dzielonego (systemem split).

Grupa I po pierwszych 8 tygodniach zmieniła nazwę na grupa Ib i realizowała program dla grupy II z pierwszych 8 tygodni. Natomiast grupa II zmieniła nazwę na grupę IIb i realizowała program grupy I z pierwszych 8 tygodni.

Treningi odbywały się z podziałem na treningi powtarzalne poniedziałek - czwartek i wtorek - piątek. Po upływie 8 tygodni nastąpiła krzyżowa zmiana grup treningowych i treningu, który był realizowany przez dalsze 8 tygodni.



Ryc. 3. Schemat badania

Osobom poddanym badaniu nie zalecano specjalnej diety przy równoczesnej rezygnacji ze wszystkich form dodatkowej suplementacji. Ocena sposobu odżywiania grupy eksperymentalnej oparta była na metodzie wywiadu według Charzewskiej. Badani prowadzili zapisy w notatniku, gdzie notowali na bieżąco spożyte produkty, potrawy i napoje, bez ich ważenia. Na podstawie udostępnionego albumu fotografii produktów i potraw badani zapisywali wielkość porcji w miarach domowych. Procedura zapisu wykonywana była przez trzy dni: dwa dni robocze, jeden dzień wolny (Wawrzyniak i wsp. 2021). Analiza zapisu sposobu odżywiania nie wykazywała specjalnej diety czy wykorzystywania odżywek i suplementów wspomagających wzmożony wysiłek w grupach treningowych. Kontrola sposobu odżywiania i suplementacji pomogła wykluczyć czynniki, które znacząco mogłyby zakłócić rezultaty eksperymentu.

Udział w projekcie był dobrowolny i wszyscy uczestnicy wiedzieli o założeniach eksperymentu. Żadna z osób nie miała przeciwwskazań lekarskich do podejmowania wysiłku, co zostało potwierdzone wcześniejszym zaświadczeniem lekarskim. Eksperyment uzyskał pozytywną opinię Komisji Bioetycznej przy Okręgowej Izbie Lekarskiej w Krakowie „Nr 83/KBL/OIL/2023”.

2.3. Opis ćwiczeń programu eksperymentalnego

Badani ćwiczyli przez 16 tygodni. Program treningowy badanych grup uległ zmianie po 8 tygodniach z siedmiodniową przerwą regeneracyjną, podczas której badani nie wykonywali żadnych aktywności o dużej objętości lub intensywności. I grupa badanych w I etapie badania (pierwsze 8 tygodni ćwiczeń) wykonywała submaksymalne ćwiczenia siłowe mięśni kończyn górnych i dolnych, w proporcji 70:30%. Oznacza to, że kończyny górne były mocniej trenowane niż kończyny dolne. Kończyny górne były trenowane za pomocą wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej, wiosłowania ze sztangą w opadzie tułowia, wyciskania sztangi za karku siedząc, uginania przedramion ze sztangą stojąc. Natomiast kończyny dolne były trenowane przez ćwiczenia: przysiad ze sztangą na barkach, martwy ciąg oraz wspięcia na palce. Badani z pierwszej grupy mieli uzyskać submaksymalną intensywność ćwiczeń siłowych (80% 1RM, 4 serie, 6-8 powtórzeń, 1 minuta przerwy między seriami). Badani z drugiej grupy wykonywali ten sam zestaw ćwiczeń, aczkolwiek o umiarkowanej intensywności (40-60% RM) wraz z dwukrotnie większą liczbą powtórzeń (15-20 powtórzeń na serię) również w czterech seriach danego ćwiczenia oraz 1 minutową przerwą wypoczynkową między seriami.

Wyjątkiem były takie ćwiczenia jak: przejście z leżenia do siadu na ławeczce skośnej, spinanie mięśni brzucha w leżeniu, wspięcia na palce, unoszenie nóg w leżeniu tyłem, gdzie podobnie występowały 4 serie, czas odpoczynku wynosił 1 minutę, ale liczba powtórzeń w każdej serii była maksymalna (do zmęczenia mięśniowego).

W II punkcie badania, grupy zostały zamienione pod kątem intensywności wysiłku. Badani z grupy I ćwiczyli ciężarem o umiarkowanej intensywności wynoszącej 40-60% 1RM. Ilość serii została ustalona na 4, około 15-20 powtórzeń w serii. Natomiast czas odpoczynku wynosił 1 minutę. Grupa II ćwiczyła z intensywnością 80% 1RM, w 4 seriach, 6-8 powtórzeń w serii. Czas odpoczynku wynosił również 1 minutę. Drugi etap badania trwał także osiem tygodni. Osoby uczestniczące w eksperymencie po tym czasie zostały ponownie zbadane.

Wszystkie dane dotyczące interwencji oraz ćwiczeń zostały przedstawione w tabelach nr 4 i nr 5.

Tabela 4. Ćwiczenia w pierwszym etapie badania (8 tygodni interwencji) w zależności od grupy

	Grupa	Dni treningowe	Ćwiczenia	Obciążenia
4 tygodnie FBW	I	1. Poniedziałek 2. Środa 3. Piątek	Wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej	80% 1RM /4 serie/ 6-8 powtórzeń w serii Czas odpoczynku: 1 minuta
			Przysiad ze sztangą na barkach	
			Wiosłowanie sztangą w opadzie tułowia	
	II		Uginanie przedramion ze sztangą stojąc	40-60% 1RM/ /4 serie/ 15-20 powtórzeń w serii Czas odpoczynku: 1 minuta
			Wyciskanie sztangi z za karku siedząc	
			Martwy ciąg	
			Przejście z leżenia do siadu na ławeczce skośnej*	
4 tygodnie SPLIT	I	1. Poniedziałek 2. Wtorek 3. Czwartek 4. Piątek	Poniedziałek - Czwartek:	80% 1RM /4 serie/ 6-8 powtórzeń w serii Czas odpoczynku: 1 minuta
			Wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej	
			Wyciskanie sztangi z za karku siedząc	
			Wyciskanie francuskie	
			Spinanie mięśni brzucha w leżeniu*	
	II		Wspięcia na palce*	40-60% 1RM/ /4 serie/ 15-20 powtórzeń w serii Czas odpoczynku: 1 minuta
			Wtorek - Piątek:	
			Przysiad ze sztangą na barkach	
			Wiosłowanie sztangą w opadzie tułowia	
			Uginanie przedramion ze sztangą stojąc	
			Martwy ciąg	
			Unoszenie nóg w leżeniu tyłem*	

*maksymalna liczba powtórzeń w każdej serii (do zmęczenia mięśniowego)

Tabela 5. Ćwiczenia w drugim etapie badania (8 tygodni interwencji) w zależności od grupy

	Grupa	Dni treningowe	Ćwiczenia	Obciążenia
4 tygodnie FBW	II	1. Poniedziałek 2. Środa 3. Piątek	Wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej	80% 1RM /4 serie/ 6-8 powtórzeń w serii Czas odpoczynku: 1 minuta
			Przysiad ze sztangą na barkach	
			Wiosłowanie sztangi w opadzie tułowia	
	I		Uginanie przedramion ze sztangą stojąc	40-60% 1RM/ /4 serie/ 15-20 powtórzeń w serii Czas odpoczynku: 1 minuta
			Wyciskanie sztangi z za karku siedząc	
			Martwy ciąg	
Przejsie z leżenia do siadu na ławeczce skośnej*				
4 tygodnie SPLIT	II	1. Poniedziałek 2. Wtorek 3. Czwartek 4. Piątek	Poniedziałek - Czwartek:	80% 1RM /4 serie/ 6-8 powtórzeń w serii Czas odpoczynku: 1 minuta
			Wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej	
			Wyciskanie sztangi z za karku siedząc	
			Wyciskanie francuskie	
	I		Spinanie mięśni brzucha w leżeniu*	40-60% 1RM/ /4 serie/ 15-20 powtórzeń w serii Czas odpoczynku: 1 minuta
			Wspięcie na palce*	
			Wtorek - Piątek:	
			Przysiad ze sztangą na barkach	
			Wiosłowanie sztangą w opadzie tułowia	
			Uginanie przedramion ze sztangą stojąc	
Martwy ciąg				
Unoszenie nóg w leżeniu tyłem*				

*maksymalna liczba powtórzeń w każdej serii (do zmęczenia mięśniowego)

2.4. Narzędzia i techniki badań

2.4.1. Ocena podstawowych parametrów somatycznych

Ocena podstawowych wskaźników somatycznych uwzględniała:

1. Wysokość ciała (BH) - została ona zbadana za pomocą antropometru typu Martin (USA) z dokładnością pomiaru do 1 mm
2. Masę ciała (BM) - masa ciała została zbadana za pomocą urządzenia do pomiaru składu masy ciała TANITA BC-418
3. Body Mass Index (BMI) - wskaźnik masy ciała do kwadratu jego wysokości został obliczony za pomocą formuły w arkuszu kalkulacyjnym Excel
4. Masę tkanki tłuszczowej (FM) - Tłuszczowa masa tkanki tłuszczowej zbadana za pomocą urządzenia do pomiaru składu masy ciała TANITA BC-418
5. Pomiar obwodów ciała w spoczynku (ramię, przedramię, szyja, klatka piersiowa, obwód brzucha, uda i łydki) - pomiary obwodów dokonano z wykorzystaniem miarki obwodów KAWE

Masa i struktura ciała zostały określone techniką bioimpedancji elektrycznej z wykorzystaniem analizatora składu ciała TANITA, model BC-418. Dodatkowo został wykonany pomiar fałdów skórno-tłuszczowych celem weryfikacji wyników uzyskanych przy pomocy metody badania bioimpedancji elektrycznej. Konfrontacja nie wykazała istotnych różnic.

2.4.2. Ocena poziomu wydolności tlenowej

Test stopniowany

W teście zostało oznaczone VO_{2max} oraz poziom drugiego progu wentylacyjnego (VT2). Test wykonywano na bieżni elektrycznej (Technogym Run 700 excite). Wysilek rozpoczynał się 4 minutową rozgrzewką wykonywaną z prędkością $8\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, przy kącie nachylenia podłoża wynoszącym 10. Gdy częstotliwość skurczów serca zbliżyła się do wartości maksymalnej (rozumianej jako 220 - wiek), osiągnięta prędkość biegu została utrzymana a obciążenie zwiększało się poprzez podniesienie kąta nachylenia o 1 stopień na minutę. Próba była wykonywana aż do momentu odmowy przez zawodnika kontynuowania dalszej pracy spowodowanej skrajnym zmęczeniem.

Częstość skurczu (HR) była mierzona podczas testu za pomocą sport-testera (Polar H10). W celu wyznaczenia VT2 zostały przeanalizowane zamiany wskaźników oddechowych wraz ze wzrostem intensywności pracy.

Badania zostały przeprowadzone na:

I - początku programu treningowego

II - po ośmiu tygodniach

III- po szesnastu tygodniach

2.4.3. Testy sprawności fizycznej

W czasie trwania eksperymentu (przed cyklem, w połowie i po cyklu treningowym) zostały przeprowadzone badania z zakresu motoryczności. Wykorzystując testy sprawności Eurofit (Grabowski i Szopa 1991) oraz Międzynarodowy Test Sprawności Fizycznej (Szopa i wsp. 2000) wybrano następujące próby kontrolne:

1. Siłowe:

Siła dynamiczna mięśni brzucha - przejścia do siadu z leżenia tyłem w 30 sekund

Siła ramion - podciąganie na drążku

2. Dodatkowe testy siłowe:

Siła maksymalna - wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM (kg)

Wytrzymałość siłowa - wyciskanie sztangi w leżeniu o ciężarze 30 kg na ławce poziomej (liczba powtórzeń)

Siła maksymalna - przysiad klasyczny ze sztangą 1RM (kg)

3. Szybkościowe

Siła eksplozywna kończyn dolnych - skok w dal z miejsca

Zwinność - bieg wahadłowy (10 x 5 m)

4. Gibkościowe

Skłon dosiężny w siadzie

5. Wytrzymałościowe

Wytrzymałość mięśni górnej części ciała – czas zwisu na drążku

2.5. Metody opracowania statystycznego

Analizę statystyczną zrealizowano za pomocą pakietu statystycznego Statistica v13 firmy StatSoft na platformę Windows. Zgodność rozkładu zmiennych została ustalona za pomocą testu Shapiro-Wilka ($N < 100$). Zostały obliczone miary położenia (\bar{X} -średnie) oraz rozproszenia (SD - odchylenie standardowe). Różnice pomiędzy grupami zostały obliczone za pomocą testu U Manna Whitney'a. Różnice w zależności od punktu pomiarowego i grupy zostały policzone z wykorzystaniem testu ANOVA Kruskalla-Wallis'a z analizą post-hoc Kruskalla-Wallisa. Korelacja rang rho Spearmana została użyta do obliczenia zależności pomiędzy zmiennymi. Czynniki wpływające na różnice pomiędzy punktami pomiarowymi w obu grupach zostały obliczone za pomocą regresji logistycznej. Poziom alfa został ustalony na 0,05.

Rozdział 3. Wyniki badań własnych

3.1. Różnice pomiędzy I a II grupą

Analiza statystyczna wykazała nieznacznie różnice w beztłuszczowej masie ciała w zależności od grupy przed wykonaniem interwencji. Badani z II grupy uzyskali istotnie wyższą beztłuszczową masę ciała w porównaniu do badanych z grupy I (różnica 0,73, 1,1%, $p < 0,05$). Wyniki przedstawia tabela nr 6.

3.1.1. Wyniki badań parametrów morfologicznych grupy I i II

Tabela 6. Wyniki badań parametrów morfologicznych przed interwencją w zależności od grupy

Zmienna	Grupa I przed interwencją N=20			Grupa II przed interwencją N=20			F	P
	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe		
Poziom tkanki tłuszczowej (%)	13,3-21,4	17,8	3,9	13,6-19,9	15,32	3,05	17,045	0,169
Masa tkanki tłuszczowej (kg)	10,74-16,88	13,85	2,9	10,73-16,61	13,75	2,58	16,167	0,155
Beztłuszczowa masa ciała (kg)	61,85-78,89	66,66	8,2	61,18-76,99	65,93	7,47	2,91	0,003

3.1.2. Wyniki pomiarów obwodów grupy I i II

Analiza statystyczna wykazała brak istotnych statystycznie różnic pomiędzy obwodem szyi, klatki piersiowej oraz brzuch pomiędzy grupami przed rozpoczęciem interwencji ($p > 0,05$). Tabela nr 7 przedstawia te wyniki.

Tabela 7. Wyniki pomiarów obwodów tułowia przed interwencją w zależności od grupy

Część ciała	Grupa I przed interwencją N=20			Grupa II przed interwencją N=20			F	P
	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe		
Szyja	39-42	40,25	1,26	40-43	41,31	1,27	8,15	0,338
Klatka piersiowa	98-105	102	3,16	100-107	101,76	3,5	7,61	0,155
Obwód brzucha	88-91	89,75	1,5	84-93	89	4,24	3,78	0,178

Badani z drugiej grupy mieli istotny statystycznie większy, o około 0,5 cm obwód w lewym ramieniu i 0,5 cm mniejszy obwód w lewym udzie ($p < 0,05$) w porównaniu do badanych z grupy I przed rozpoczęciem interwencji. Badani nie różnili się istotnie statystycznie w wynikach obwodu prawego ramienia, prawego i lewego przedramienia, lewego i prawego uda oraz lewej i prawej łydki ($p > 0,05$). Tabela nr 8 przedstawia te dane.

Tabela 8. Wyniki pomiarów obwodów kończyn górnych oraz dolnych przed interwencją w zależności od grupy

Część ciała	Grupa I przed interwencją N=20			Grupa II przed interwencją N=20			F	P
	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe		
Ramię								
Prawe	31-35	32,5	1,9	32-33	32,75	1,27	12,871	0,076
Lewe	30-35	32,5	2,38	31-37	33	2,82	5,657	0,03
Przedramię								
Prawe	27-30	28,1	2,7	25-30	27,75	2,06	6,16	0,251
Lewe	27-30	28,25	2,5	26-32,1	28,35	2,78	6,25	0,272
Udo								
Lewe	51-58	53,25	3,3	50-56	52,75	2,75	1,86	0,04
Prawe	51-58	52,3	3,8	51-57	54	2,94	1,77	0,36
Łydka								
Lewa	31-42	35,75	4,64	33-41	36,5	3,42	0,168	0,865
Prawa	32-42	36	4,32	31-40	35,25	3,77	0,354	0,765

3.1.3. Wyniki pomiarów sprawności fizycznej

Badane grupy nie różniły się istotnie statystycznie w żadnym z parametrów sprawności fizycznej ($p > 0,05$). Nie wykazano znamienych statystycznie różnic w VO_{2max} , przejścia do siadu z leżenia tyłem, podciąganiu na drążku, zwisie na drążku, wyciskaniu sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM, wyciskaniu sztangi w leżeniu na ławce poziomej 30 kg, przysiadzie klasycznym ze sztangą 1RM, biegu wahadłowym, skłonie dosiężnym w siadzie oraz skoku w dal z miejsca, pomiędzy grupami w pierwszym etapie badań. Tabela nr 9 pokazuje te wyniki.

Tabela 9. Wyniki pomiarów sprawności fizycznej przed interwencją w zależności od grupy

Zmienna	Grupa I przed interwencją N=20			Grupa II przed interwencją N=20			F	P
	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe		
VO_{2max}	26,21-42,25	30,53	7,82	25,86-41,75	30,63	7,46	0,323	0,78
Przejścia do siadu z leżenia tyłem (nx)	18-28	23,25	4,11	17-26	23	4,08	2,672	0,081
Podciąganie na drążku (nx)	2-12	5,75	4,5	3-11	6	3,56	3,891	0,069
Zwis na drążku (s)	23-80	48,5	29,84	23-80	48,5	29,84	6,082	0,086
Wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM (kg)	65-105	77,5	18,59	63-102	76,75	17,4	5,781	0,0743
Wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 30kg (nx)	22-52	31,5	13,82	21-50	31	13,1	0,517	0,07
Przysiad klasyczny ze sztangą 1RM (kg)	72,5-122,5	87,5	23,54	70,6-121	87,4	22,76	7,79	0,0651
Bieg wahadłowy (s)	17,82-21,37	19,24	1,53	17,99-22,4	19,43	2,02	6,891	0,671
Skłon dosiężny w siadzie (cm)	1-8	4	3,16	2-9	5,25	3,3	7,823	0,056
Skok w dal z miejsca (cm)	181-215	199,8	14,1	184-212	198	11,5	12,991	0,51

3.2. Różnica pomiędzy wynikami badań I a II w grupie I

3.2.1. Wyniki badań parametrów morfologicznych grupy I

Analiza statystyczna wykazała istotną statystycznie różnicę w beztłuszczowej masie ciała, pomiędzy punktami pomiarowymi. W grupie I zaobserwowano istotny statystycznie wzrost beztłuszczowej masy ciała o 2,1% ($p < 0,05$). Tabela nr 10 przedstawia te wyniki.

Tabela 10. Wyniki badań parametrów morfologicznych w grupie I w zależności od etapu badań

Zmienna	Grupa I przed interwencją			Grupa I po interwencji			F	P
	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe		
Poziom tkanki tłuszczowej (%)	13,3-21,4	17,8	3,9	14,1-21,9	17,78	3,81	15,009	0,180
Masa tkanki tłuszczowej (kg)	10,74-16,88	13,85	2,9	12,1-20,3	16,6	3,09	17,045	0,169
Beztłuszczowa masa ciała (kg)	10,67-16,78	12,9	8,2	11,81-17,91	15,01	2,3	6,81	0,003

3.2.2. Wyniki pomiarów obwodów dla I grupy

Po interwencji w grupie I nie zaobserwowano istotnych statystycznie zmian w wynikach obwodów tułowia. Tabela nr 11 przedstawia te dane.

Tabela 11. Wyniki pomiarów obwodów tułowia w grupie I w zależności od punktu pomiarowego

Część ciała	Grupa I przed interwencją			Grupa I po interwencji			F	P
	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe		
Szyja	39-42	40,25	1,26	38,1-43	40,5	1,22	8,15	0,338
Klatka piersiowa	98-105	102	3,16	97-103	102,8	2,22	29,5	0,129
Obwód brzucha	88-91	89,75	1,5	89-90	90,1	1,9	6,91	0,0610

Analiza statystyczna wykazała zwiększenie się istotnie statystycznie obwodu uda prawego (różnica 1,25 cm $p < 0,05$) oraz lewego (różnica 1,25 cm $p < 0,05$). Tabela nr 12 przedstawia wszystkie wyniki.

Tabela 12. Wyniki pomiarów obwodów kończyn dolnych i górnych w grupie I w zależności od etapu badania

Część ciała	Grupa I przed interwencją			Grupa I po interwencji			F	P
	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe		
Ramię								
Prawe	31-35	32,5	1,9	31-37	33,25	2,63	0,81	0,618
Lewe	30-35	32,5	2,38	31-36	33	2,16	27,81	0,531
Przedramię								
Prawe	27-30	28,1	2,7	28-31	29,45	1,3	6,16	0,251
Lewe	27-30	28,25	2,5	28-31	29,25	1,5	6,25	0,272
Udo								
Lewe	51-58	53,25	3,3	52-59	54,5	3,1	1,86	0,04
Prawe	51-58	52,3	3,8	52-59	54,25	3,2	1,77	0,36
Łydka								
Lewa	31-42	35,75	4,64	32-43	36,75	4,53	1,299	0,527
Prawa	32-42	36	4,32	33-43,1	37,05	4,36	1,056	0,567

3.2.3. Wyniki pomiarów sprawności fizycznej dla I grupy

Zaobserwowano różnice istotne statystycznie, w wynikach pomiarów sprawności fizycznej, w poszczególnych etapach badania w teście przejścia do siadu z leżenia tyłem, podciągania na drążku, zwisu na drążku, przysiadu klasycznego ze sztangą 1RM, biegu wahadłowego obraz skłonu dosiężnego w siadzie ($p < 0,05$). Badani po interwencji wykonywali więcej podciągnięć na drążku (o 3), wydłużyli czas zwisu na drążku (o 6 sekund), uzyskali lepszy wynik w przysiadzie ze sztangą 1RM (o 4 kg), poprawili wynik w biegu wahadłowym (o 6 sekund), zmienił się również wynik skłonu dosiężnego w siadzie (o 1 cm). Średnio badani poprawili się o 8,9%. Największa zmiana była zanotowana w podciąganiu na drążku (30%) oraz w skłonie dosiężnym w siadzie (20,4% zmiany). Tabela nr 13 przedstawia wszystkie wyniki.

Tabela 13. Wyniki pomiarów sprawności fizycznej w grupie I w zależności od etapu badania

Zmienna	Grupa I przed interwencją			Grupa I po interwencji			F	P
	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe		
VO_{2max}	26,21-42,25	30,53	7,82	26,6-43,1	31,29	7,83	0,323	0,78
Przejścia do siadu z leżenia tyłem (nx)	18-28	23,25	4,11	21-31	26,75	4,5	2,672	0,041
Podciąganie na drążku (nx)	2-12	5,75	4,5	4-16	8,25	5,43	3,891	0,031
Zwis na drążku (s)	23-80	48,5	29,84	28-86	54,25	29,64	6,082	0,026
Wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM (nx)	65-105	77,5	18,59	68-110	80,25	20,1	5,781	0,031
Wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 30 kg (nx)	22-52	31,5	13,82	22-56	33,25	15,5	0,517	0,07
Przysiad klasyczny ze sztangą 1RM (kg)	72,5-122,5	87,5	23,54	75-136	91	23,6	7,79	0,021
Bieg wahadłowy (s)	17,82-21,37	19,24	1,53	16,99-20	18,61	1,25	6,891	0,031
Skłon dosiężny w siadzie (cm)	1-8	4	3,16	2-93	5,025	3,27	7,823	0,035
Skok w dal z miejsca (cm)	181-215	199,8	14,1	192-221	206,5	11,84	12,991	0,51

3.3. Różnica pomiędzy wynikami badań I a II w grupie II

3.3.1. Wyniki badań parametrów morfologicznych grupy II

W grupie II po interwencji zaobserwowano istotny statystycznie wzrost beztłuszczowej masy ciała o około 2% ($p=0,037$). Tabela nr 14 przedstawia te dane.

Tabela 14. Wyniki badań parametrów morfologicznych grupy II przed i po interwencji

Zmienna	Grupa II przed interwencją			Grupa II po interwencji			F	P
	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe		
Poziom tkanki tłuszczowej (%)	13,6-19,9	15,32	3,05	14,40-20,6	16,13	2,99	21,081	0,325
Masa tkanki tłuszczowej (kg)	10,73-16,61	13,75	2,58	11-16,43	13,93	2,38	19,667	0,259
Beztłuszczowa masa ciała (kg)	61,18-76,99	65,93	7,47	62,6-77,9	67,53	7,04	8,913	0,037

3.3.2. Wyniki pomiarów obwodów grupy II

Wyniki pomiarów obwodów tułowia po interwencji w grupie II nie uległy zmianie istotnej statystycznie. Tabela nr 15 przedstawia te dane.

Tabela 15. Wyniki pomiarów obwodów tułowia dla grupy II przed i po interwencji

Część ciała	Grupa II przed interwencją			Grupa II po interwencji			F	P
	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe		
Szyja	39-42	40,25	1,26	40-43	41,31	1,27	2,78	0,139
Klatka piersiowa	97-107	100,75	4,34	100-107	101,76	3,5	2,56	0,155
Obwód brzucha	86-94	90,25	4,35	84-93	89	4,24	3,78	0,178

Obwody kończyn górnych oraz dolnych po interwencji w grupie II, nie uległy zmianie istotnej statystycznie. Tabela nr 16 przedstawia te dane.

Tabela 16. Wyniki pomiarów obwodów kończyn górnych oraz dolnych grupy II przed i po interwencji

Część ciała	Grupa II przed interwencją			Grupa II po interwencji			F	P
	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe		
Ramię								
Prawe	32-33	32,75	1,27	34-34	34	0	21,667	0,264
Lewe	31-37	33	2,82	31,9-38,2	34,08	2,88	22,819	0,371
Przedramię								
Prawe	25-30	27,75	2,06	26-31	28,75	2,17	22,991	0,361
Lewe	26-32,1	28,35	2,78	27,2-33,1	29,3	2,67	23,477	0,111
Udo								
Lewe	50-56	52,75	2,75	51-55	52,75	1,71	5,188	0,296
Prawe	51-57	54	2,94	52-60	55,74	3,5	25,5	0,139
Łydka								
Lewa	33-41	36,5	3,42	34-42	37,5	3,41	1,688	0,478
Prawa	31-40	35,25	3,77	32,1-41,3	36,4	3,87	0,688	0,649

3.3.3. Wyniki pomiarów sprawności fizycznej grupy II

Wyniki sprawności fizycznej uległy poprawie we wszystkich próbach ($p < 0,05$). Badani po interwencji uzyskali istotnie statystycznie lepsze wyniki w wyciskaniu sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM (o 4 kg), podciąganiu na drążku (o 3 razy), mieli dłuższy czas zwisu na drążku (o 7 sekund), lepszy wynik w przysiadzie klasycznym ze sztangą 1RM (o 3 kg), poprawili wynik w biegu wahadłowym (o 3 sekundy), zmienił się również skłon dosiężny w siadzie (o 1 cm). Średnio badani poprawili się w wynikach o 7,5%. Procent zmiany wyniósł od 2% (VO_{2max}) do 29,4% (podciąganie na drążku). Tabela nr 17 przedstawia te wyniki.

Tabela 17. Wyniki pomiarów sprawności fizycznej grupy II przed i po interwencji

Zmienna	Grupa II przed interwencją			Grupa II po interwencji			F	P
	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe		
VO_{2max}	25,86-41,75	30,63	7,46	26,3-43,4	31,31	8,1	6,781	0,041
Przejścia do siadu z leżenia tyłem (nx)	17-26	23	4,08	20-30	26,75	4,57	10,551	0,002
Podciąganie na drążku (nx)	3-11	6	3,56	6-14	8,5	3,87	6,81	0,03
Zwis na drążku (s)	23-80	47,5	29,84	28-86	54,25	29,64	7,661	0,041
Wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM (kg)	63-102	76,75	17,4	67-110	80,75	19,85	7,781	0,039
Wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 30 kg (nx)	21-50	31	13,1	24-54	33,75	13,82	9,15	0,003
Przysiad klasyczny ze sztangą 1RM (kg)	70,6-121	87,4	22,76	74-125	90,5	23,27	7,981	0,042
Bieg wahadłowy (s)	17,99-22,4	19,43	2,02	12,75-18,35	16,41	2,56	8,168	0,037
Skłon dosiężny w siadzie (cm)	2-9	5,25	3,3	2,9-10,4	6,23	3,5	7,31	0,029
Skok w dal z miejsca (cm)	184-212	198	11,5	189,19-218,9	205,7	12,29	7,19	0,022

3.4. Różnica pomiędzy wynikami badań II a III w grupie Ib

3.4.1. Wyniki badań parametrów morfologicznych grupy Ib

W grupie Ib po interwencji zwiększyła się istotnie statystycznie beztłuszczowa masa ciała o 4 kg ($p < 0,034$). Tabela nr 18 przedstawia te dane.

Tabela 18. Wyniki badań parametrów morfologicznych dla grupy Ib przed i po interwencji

Zmienna	Grupa Ib przed interwencją			Grupa Ib po interwencji			F	P
	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe		
Poziom tkanki tłuszczowej (%)	13,3-21,4	17,8	3,9	13,6-21,8	17,8	4,1	41,91	0,91
Masa tkanki tłuszczowej (kg)	10,74-16,88	13,85	2,9	11,6-17,5	14,75	2,65	18,11	0,234
Beztłuszczowa masa ciała (kg)	61,85-78,89	66,66	8,2	64,5-82,3	70,025	8,24	9,167	0,034

3.4.2. Wyniki pomiarów obwodów grupy Ib

Wyniki pomiarów obwodów tułowia, w grupie Ib pokazały istotne statystycznie obniżenie obwodów brzucha o 3,35 cm ($p = 0,036$). Tabela nr 19 przedstawia wyniki pomiarów obwodów części tułowia.

Tabela 19. Wyniki pomiarów obwodów części tułowia grupy Ib przed i po interwencji

Część ciała	Grupa Ib przed interwencją			Grupa Ib po interwencji			F	P
	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe		
Szyja	38,1-43	40,5	1,22	41-44	42,25	1,26	2,57	0,19
Klatka piersiowa	97-103	102,8	2,22	101-107	103,75	2,75	2,78	0,155
Obwód brzucha	89-90	90,1	1,9	85-89	86,75	1,7	8,761	0,036

Analiza statystyczna wykazała, iż po interwencji w grupie Ib, badani zwiększyli istotnie statystycznie o 1 cm obwód uda lewego ($p=0,033$). Tabela nr 20 przedstawia te dane.

Tabela 20. Wyniki pomiarów kończyn dolnych oraz górnych grupy Ib przed i po interwencji

Część ciała	Grupa Ib przed interwencją			Grupa Ib po interwencji			F	P
	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe		
Ramię								
Prawe	31-37	33,25	2,63	32-37,8	34,15	2,55	22,781	0,264
Lewe	31-36	33	2,16	32,1-37,2	34,17	2,19	21,991	0,371
Przedramię								
Prawe	28-31	29,45	1,3	29-32	30,25	1,5	23,93	0,361
Lewe	28-31	29,25	1,5	28,8-31,9	30,125	1,53	24,498	0,111
Udo								
Lewe	52-59	54,5	3,1	51-59	55,25	3,3	7,188	0,033
Prawe	52-59	54,25	3,2	53-60	55,25	3,2	24,8	0,143
Łydka								
Lewa	32-43	36,75	4,53	33-45	38	5,09	1731	0,445
Prawa	33-43,1	37,05	4,36	34,2-44,3	38,175	4,38	0,761	0,591

3.4.3. Wyniki pomiarów sprawności fizycznej w grupie Ib

Wyniki pomiarów sprawności fizycznej w grupie Ib uległy poprawie we wszystkich badanych parametrach ($p<0,05$). Badani po interwencji uzyskali istotnie statystycznie lepsze wyniki w wyciskaniu sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM (o 4 kg), podciąganiu na drążku (o 4 razy), zwisie na drążku (o 6 sekund), lepszy wynik w przysiadzie klasycznym ze sztangą 1RM (o 3 kg), poprawili wynik w biegu wahadłowym (o 3 sekundy), polepszył się również skłon dosiężny w siadzie (o 2 cm). Średnio badani poprawili się w wynikach o 9,9%. Procent zmiany wyniósł od 2% (przysiad klasyczny ze sztangą 1RM) do 22,7% (podciąganie na drążku). Tabela nr 21 przedstawia te wyniki.

Tabela 21. Wyniki pomiarów sprawności fizycznej grupy Ib przed i po interwencji

Wartość	Grupa Ib przed interwencją			Grupa Ib po interwencji			F	P
	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe		
VO₂max	26,3-43,4	31,31	8,1	28,04-44,2	33,23	7,4	3,11	0,392
Przejścia do siadu z leżenia tyłem (nx)	20-30	26,75	4,57	25-37	31,25	4,9	14,11	0,0091
Podciąganie na drążku nx	6-14	8,5	3,87	7-19	11	5,5	12,91	0,001
Zwis na drążku (s)	28-86	54,25	29,64	31-98	60,75	32,6	11,67	0,041
Wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM (kg)	67-110	80,73	19,85	70-117	84,25	21,97	161,91	0,023
Wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 30 kg (nx)	24-54	33,75	13,82	23-58	35,5	15,67	51,81	0,001
Przysiad klasyczny ze sztangą 1RM (kg)	74-125	90,5	23,27	77-129	93,25	24,15	8,91	0,024
Bieg wahadłowy (s)	12,75-18,35	18,14	2,56	16,45-19,6	16,41	1,29	11,88	0,021
Skłon dosiężny w siadzie (cm)	2,9-10,4	6,23	3,5	2,9-10,1	7,815	3,3	9,91	0,03
Skok w dal z miejsca (cm)	189,19-218,9	205,7	12,29	198,9-230	213,4	12,76	8,141	0,001

3.5. Różnica pomiędzy wynikami badań II a III w grupie IIb

3.5.1. Różnica wyników badań parametrów morfologicznych grupy IIb

W grupie IIb po interwencji zaobserwowano istotne statystycznie zwiększenie o 2 kg beztłuszczowej masy ciała ($p < 0,044$). Tabela nr 22 przedstawia wyniki pomiarów morfologicznych.

Tabela 22. Wyniki badań parametrów morfologicznych grupy IIb przed i po interwencji

Zmienna	Grupa IIb przed interwencją			Grupa IIb po interwencji			F	P
	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe		
Poziom tkanki tłuszczowej (%)	14,40-20,6	16,13	2,99	14,9-20,9	16,65	2,85	3,98	0,171
Masa tkanki tłuszczowej (kg)	11-16,43	13,93	2,38	11,4-16,22	14,36	2,28	5,71	0,054
Beztłuszczowa masa ciała (kg)	62,6-77,9	67,53	7,04	63,9-78,8	69,075	6,67	11,77	0,044

3.5.2. Różnica wyników pomiarów obwodów w grupie IIb

Analiza statystyczna nie wykazała istotnych statystycznie różnic po interwencji w grupie IIb w wynikach pomiarów obwodów tułowia. Tabela nr 23 przedstawia te dane.

Tabela 23. Wyniki pomiarów obwodów tułowia grupy IIb przed i po interwencji

Część ciała	Grupa IIb przed interwencją			Grupa IIb po interwencji			F	P
	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe		
Szyja	40-43	41,31	1,27	41-44	42,5	1,29	2,78	0,139
Klatka piersiowa	100-107	101,76	3,5	102-109	104	3,36	2,56	0,155
Obwód brzucha	84-93	89	4,24	83-92	87,75	4,03	3,78	0,178

Po interwencji w grupie IIb zaobserwowano istotną statystycznie zmianę wyników obwodu uda o 1 cm ($p=0,0031$). Tabela nr 24 przedstawia te dane.

Tabela 24. Wyniki pomiarów obwodów kończyn górnych i dolnych grupy IIb przed i po interwencji

	Grupa IIb przed interwencją			Grupa IIb po interwencji			F	P
Część ciała	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe		
Ramię								
Prawe	34-34	34	0	35-35	35	0	3,88	0,28
Lewe	31,9-38,2	34,08	2,88	32,8-39,1	35,071	2,79	3,91	0,31
Przedramię								
Prawe	26-31	28,75	2,17	27-32	29,75	2,06	4,17	0,33
Lewe	27,2-33,1	29,3	2,67	28,9-31,8	30,1	1,44	3,25	0,38
Udo								
Lewe	51-55	52,75	1,71	52-55	53,5	1,29	12,7	0,26
Prawe	52-60	55,74	3,5	53-61	56,75	3,43	12,23	0,0031
Łydka								
Lewa	34-42	37,5	3,41	33,2-43,3	38,2	4,19	6,01	0,081
Prawa	32,1-41,3	36,4	3,87	33,8-42,5	37,77	3,67	3,81	0,42

3.5.3. Różnica wyników pomiarów sprawności fizycznej w grupie IIb

Wyniki pomiarów sprawności fizycznej w grupie IIb uległy istotnej statystycznie poprawie w 8 na 10 badanych parametrach. Badani po interwencji uzyskali lepszy wynik w wyciskaniu sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM (o 5 kg), podciąganiu na drążku (o 3 razy), zwisie na drążku (o 5 sekund), poprawili wynik w biegu wahadłowym (o 3 sekundy), zmienił się również wynik skłonu dosiężnego w siadzie (o 2 cm).

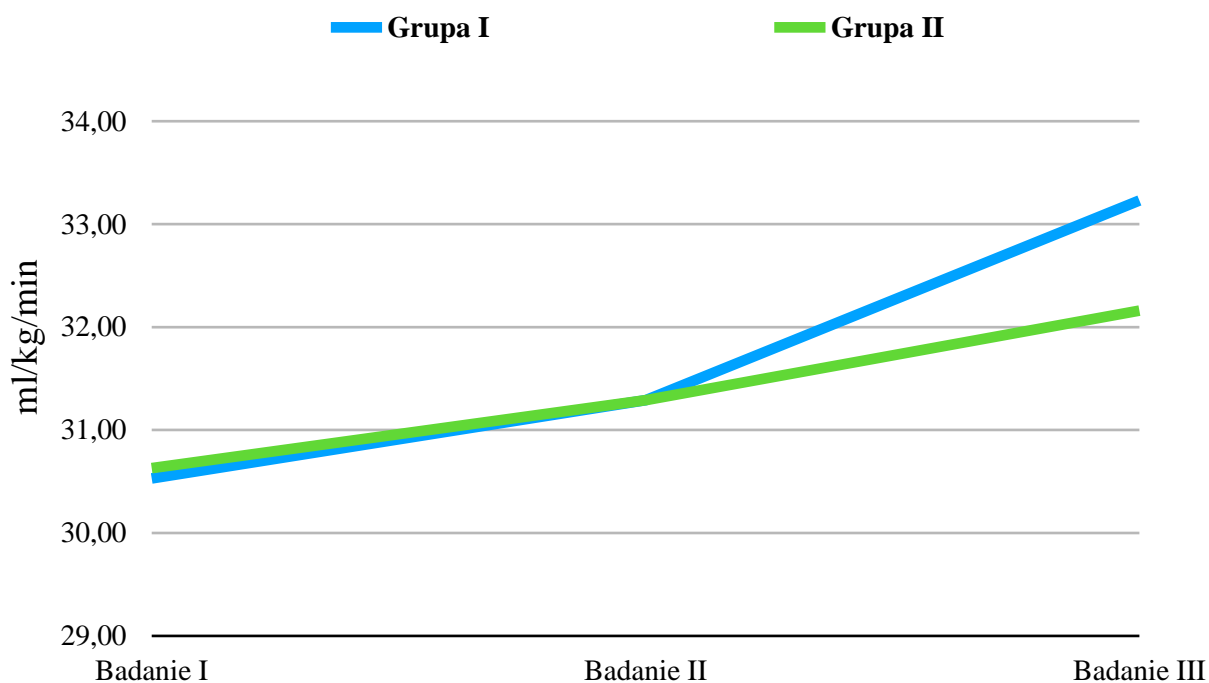
Tabela 25. Wyniki pomiarów sprawności fizycznej grupy IIb przed i po interwencji

Wartość	Grupa IIb przed interwencją			Grupa IIb po interwencji			F	P
	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe	Min-Max	Średnia	Odchylenie Standardowe		
VO_{2max}	26,6-43,1	31,29	7,83	27-44,1	32,16	8,1	7,81	0,033
Przejścia do siadu z leżenia tyłem (nx)	21-31	26,75	4,5	20-30	32,1	4,57	11,871	0,001
Podciąganie na drążku (nx)	4-16	8,25	5,43	9-18	11,75	4,27	5,99	0,043
Zwis na drążku (s)	28-86	54,25	29,64	35-92	59,77	29,22	7,918	0,033
Wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM M (kg)	68-110	80,25	20,1	71-115	85	20,34	7,891	0,037
Wyciskanie sztangi na ławce poziomej 30 kg (nx)	22-56	33,25	15,5	27-57	36,25	14,08	2,10	0,059
Przysiad klasyczny ze sztangą 1RM(kg)	75-136	91	23,6	79-128	94,5	22,54	3,371	0,0591
Bieg wahadłowy (s)	16,99-20	18,61	1,25	12,1-17,87	15,8	2,54	8,228	0,0481
Skłon dosiężny w siadzie (cm)	2-9,3	5,025	3,27	3,8-12,01	7,23	3,94	8,193	0,021
Skok w dal z miejsca (cm)	192-221	206,5	11,84	194,8-225,9	211,15	12,75	8,119	0,0321

3.6. Efektywność interwencji

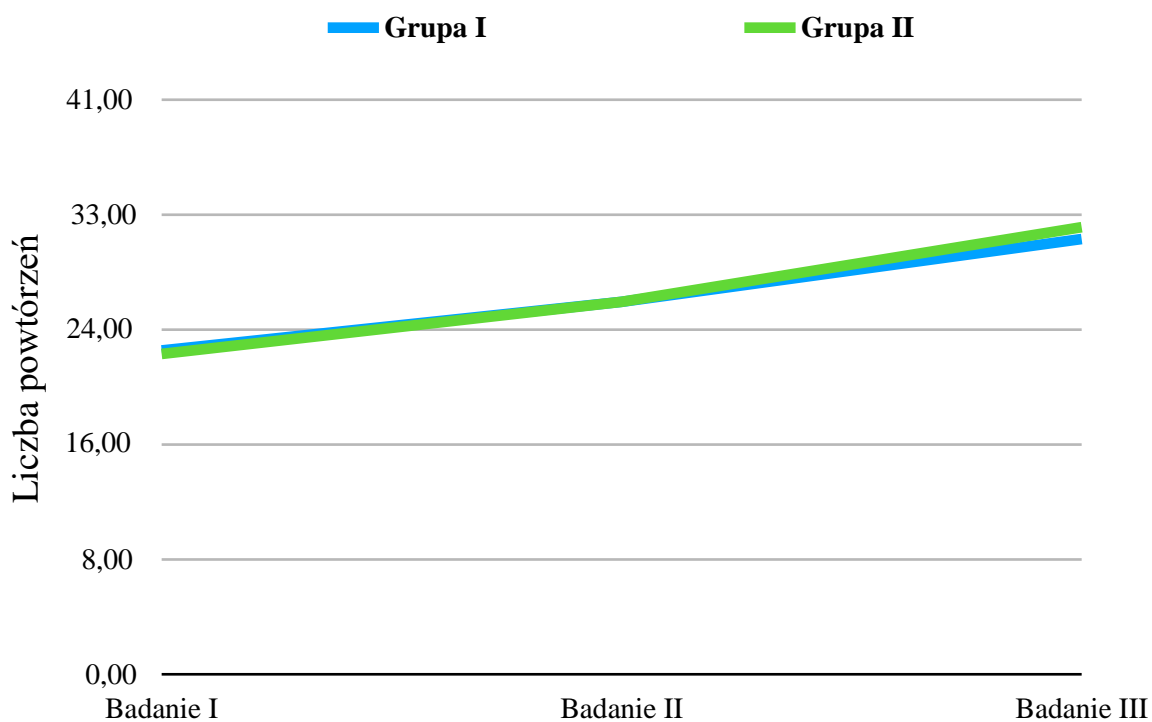
Na rycinach poniżej została przedstawiona trajektoria zmian wyników, w zależności od terminu badań. Badanie I odbyło się przed rozpoczęciem eksperymentu. Badanie II odbyło się po pierwszych 8 tygodniach treningowych. Badanie III zostało wykonane na końcu eksperymentu, po 16 tygodniach treningowych.

Badane grupy nie różniły się istotnie statystycznie wynikami VO_{2max} pomiędzy pomiarami w I a II terminie ($p=0,167$). Natomiast w pomiarze III zaobserwowano zmianę w efektywności na korzyść treningu, który wykonywała grupa I. Rycina nr 4 obrazuje te wyniki.



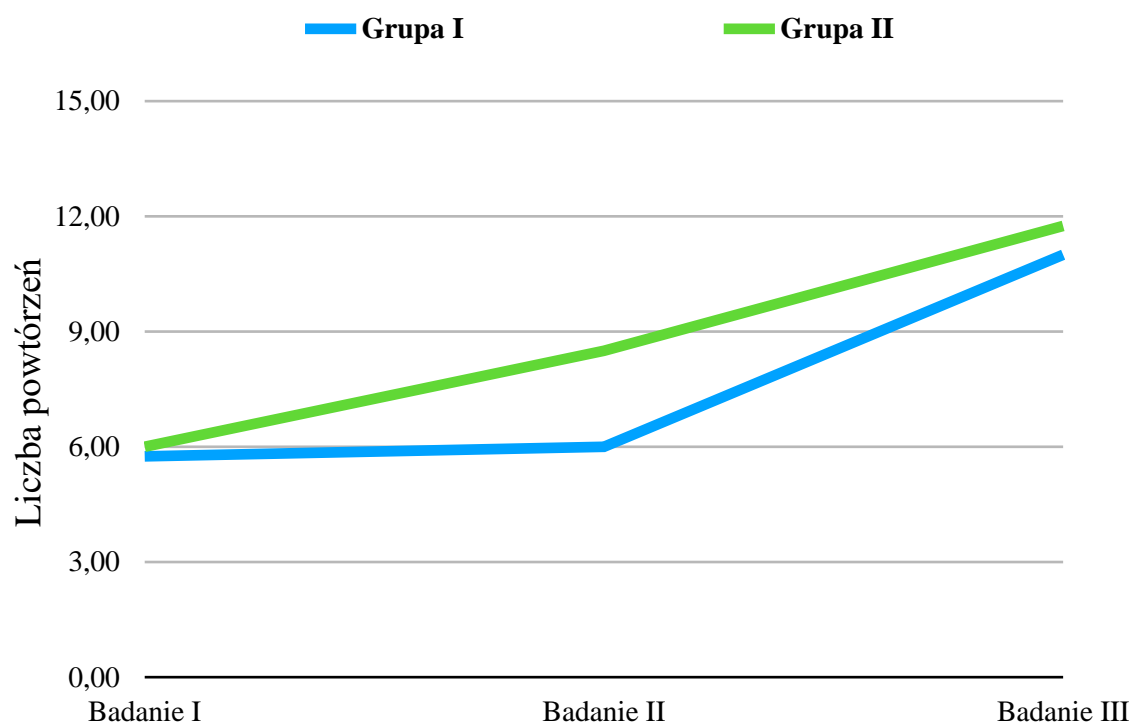
Ryc. 4. Zmiana średniej wyników VO_{2max} w zależności od terminu badań oraz grupy

Badane grupy nie różniły się istotnie statystycznie wynikami próby przejść do siadów z leżenia tyłem pomiędzy poszczególnymi badaniami ($U=1,5$, $p=0,667$). Wzrosty wyników były podobne w obu grupach. Rycina nr 5 obrazuje wyniki.



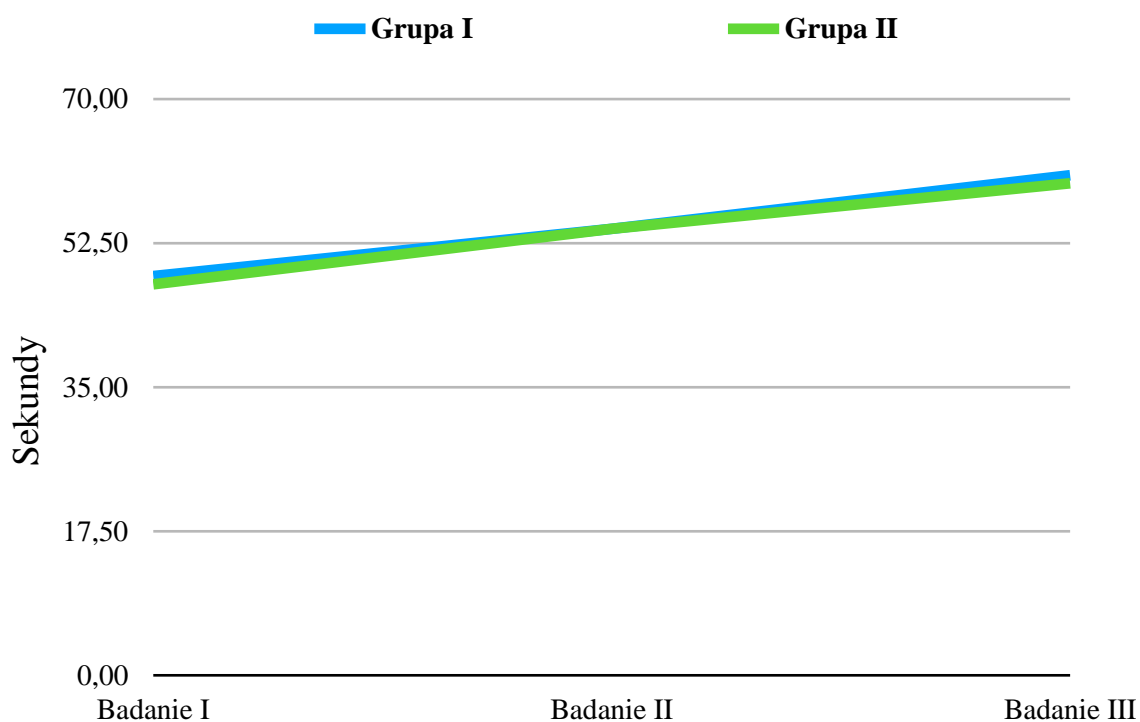
Ryc. 5. Zmiana średniej wyników próby przejść do siadów z leżenia tyłem w zależności od terminu badań oraz grupy

Badani nie różnili się istotnie statystycznie w wynikach podciągania na drążku pomiędzy I a II badaniem, w zależności od grupy ($F=1,5$, $p=0,667$). Analiza statystyczna nie wykazała różnic we wzroście wyników podciągania pomiędzy pomiarem II-III w zależności od grupy ($F=0,5$, $p=0,707$). Wzrosty wyników podciągania na drążku były podobne w obu grupach. Przedstawia to rycina nr 6.



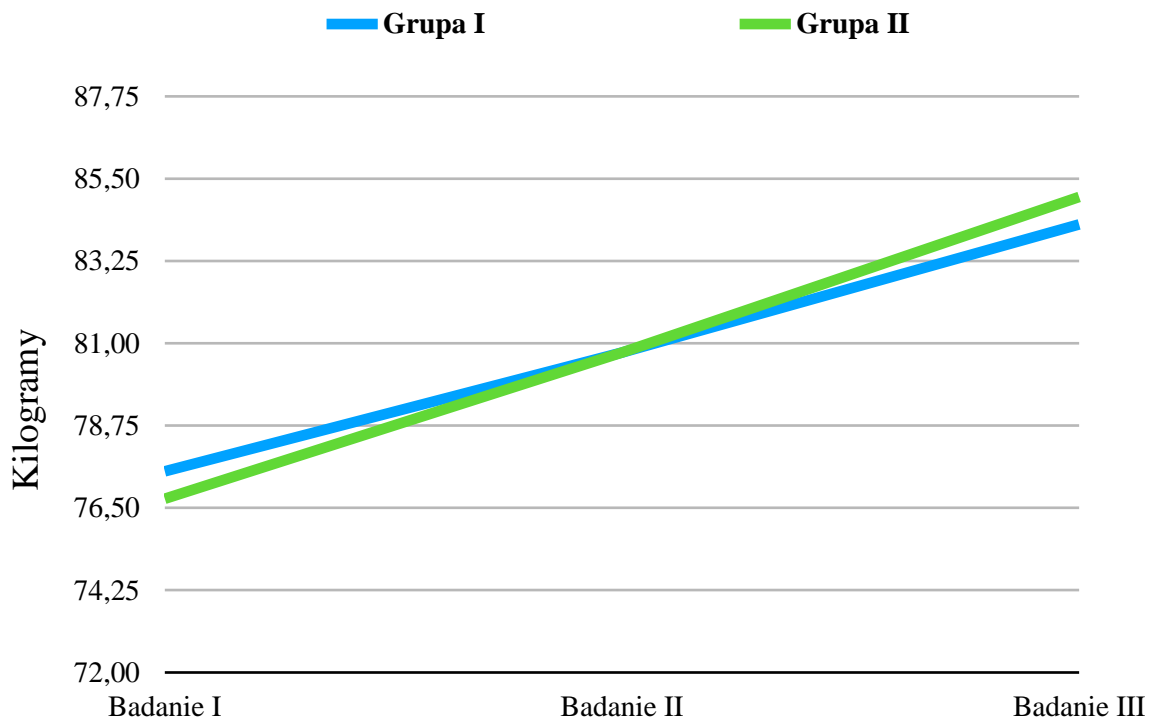
Ryc. 6. Zmiana średniej wyników podciągania na drążku w zależności od terminu badań oraz grupy

Badani nie różnili się istotnie statystycznie w wynikach zwisu na drążku pomiędzy I a II badaniem w zależności od grupy ($U=0,209$, $p=0,854$). Analiza statystyczna nie wykazała różnic we wzroście wyników zmiany w zwisie na drążku pomiędzy pomiarem II-III w zależności od grupy ($F=0,891$, $0,656$). Wzrosty wyników zwisu na drążku były podobne w obu grupach. Dane te prezentuje rycina nr 7.



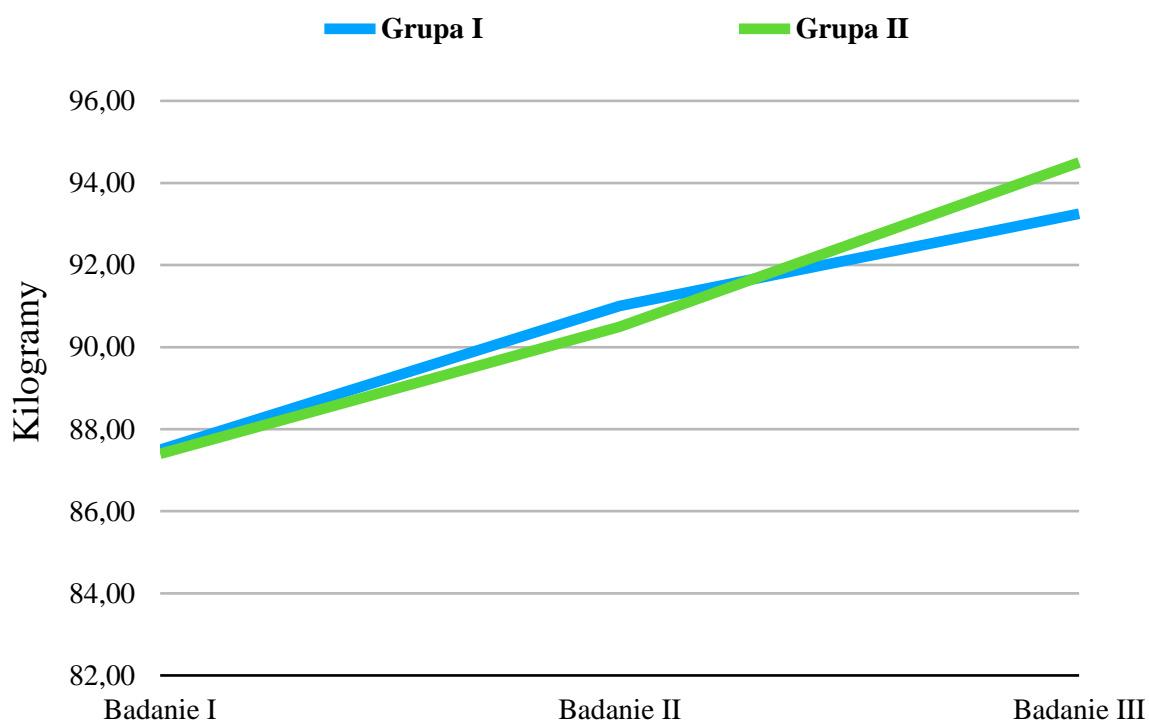
Ryc. 7. Zmiana średniej wyników zwisu na drążku w zależności od terminu badań oraz grupy

Badani nie różnili się istotnie statystycznie w wynikach wyciskania sztangi na ławce poziomej 1RM pomiędzy I a II badaniem w zależności od grupy ($U=0,3$, $p=0,861$). Analiza statystyczna nie wykazała różnic we wzroście wyników wyciskania sztangi na ławce poziomej 1RM pomiędzy pomiarem II-III w zależności od grupy ($F=1,8$, $p=0,407$). Wzrosty wyników wyciskania sztangi na ławce poziomej 1RM były podobne w obu grupach. Dane te prezentuje rycina nr 8.



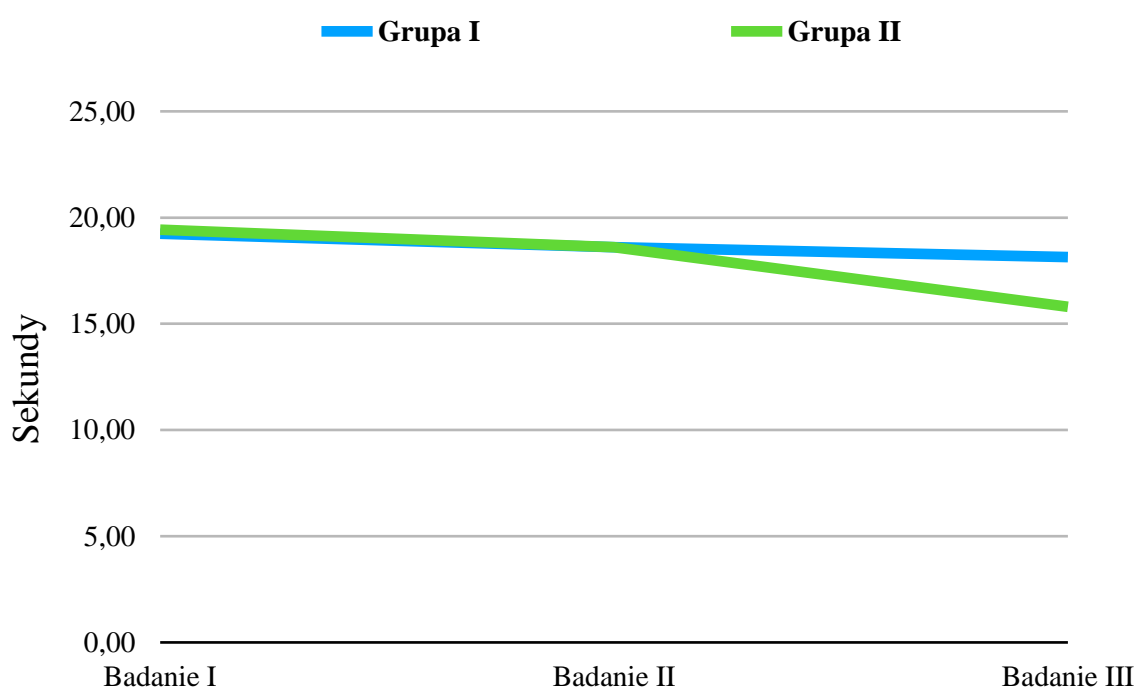
Ryc. 8. Zmiana średniej wyników wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM w zależności od terminu badań oraz grupy

Badani nie różnili się istotnie statystycznie w wynikach przysiadu klasycznego ze sztangą 1RM pomiędzy I a II badaniem w zależności od grupy ($U=0,706$, $p=0,553$). Analiza statystyczna nie wykazała różnic we wzroście wyników zmiany w przysiadzie klasycznym 1RM pomiędzy pomiarem II-III w zależności od grupy ($F=1$, $p=0,607$). Wzrosty wyników przysiadów klasycznych ze sztangą były podobne w obu grupach. Przedstawia to rycina nr 9.



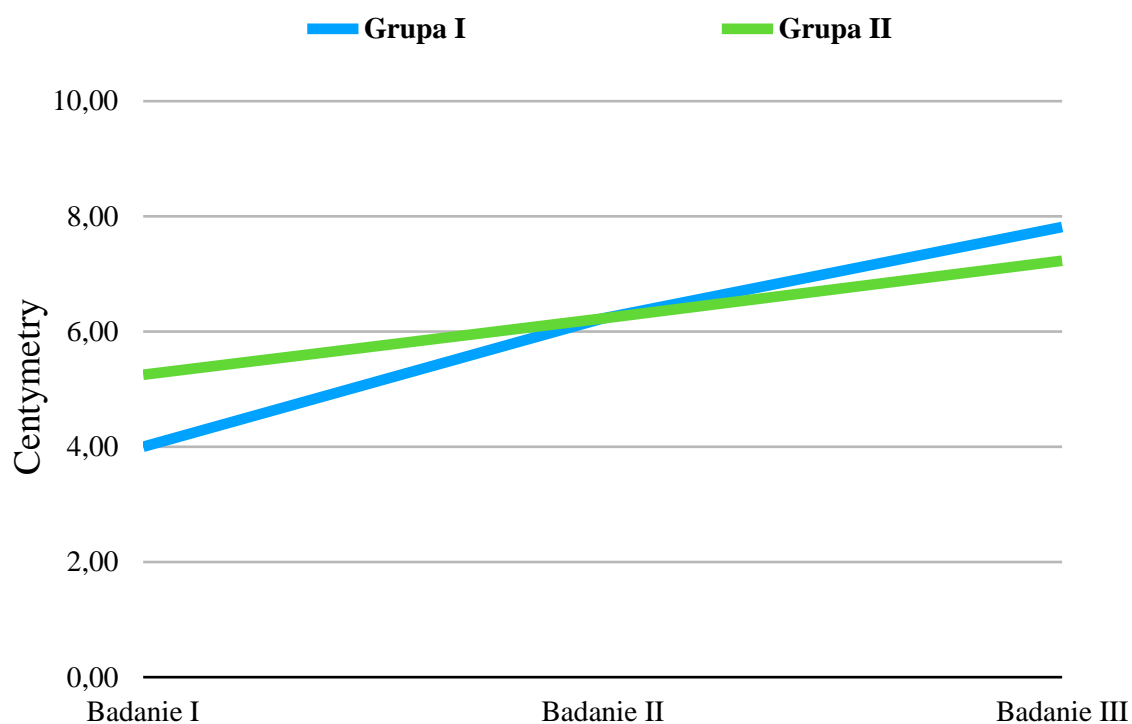
Ryc. 9. Zmiana średniej wyników przysiadu klasycznego ze sztangą w zależności od terminu badań oraz grupy

Badani nie różnili się istotnie statystycznie w wynikach biegu wahadłowego pomiędzy I a II badaniem w zależności od grupy ($F=151,337$, $p=0,057$). Analiza statystyczna nie wykazała różnic we wzroście wyników zmiany biegu wahadłowym pomiędzy pomiarem II-III w zależności od grupy ($F=0,583$, $p=0,679$). Wzrost wyników biegu wahadłowego był podobny w obu grupach. Dane te prezentuje rycina nr 10.



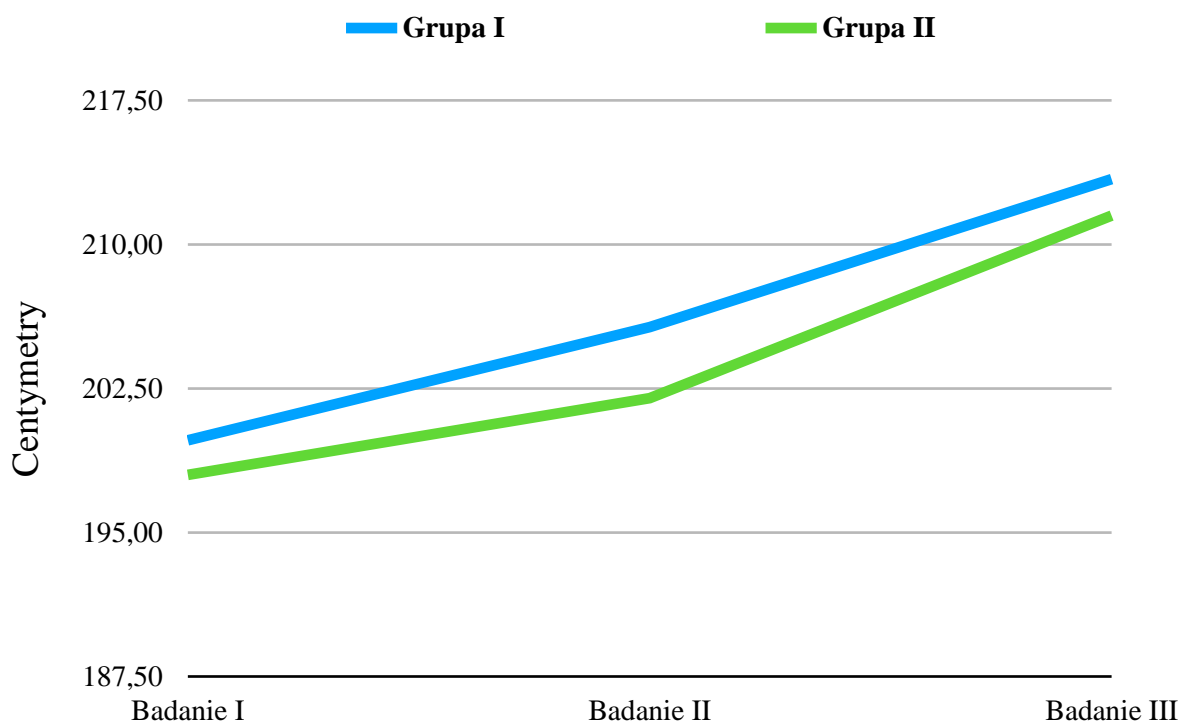
Ryc. 10. Zmiana średniej wyników biegu wahadłowego w zależności od terminu badań oraz grupy

Badani nie różnili się istotnie statystycznie w wynikach pomiarów skłonu dosiężnego pomiędzy I a II badaniem w zależności od grupy ($t=0,2$, $p=0,86$). Analiza statystyczna nie wykazała różnic we wzroście wyników skłonu dosiężnego pomiędzy pomiarem II-III w zależności od grupy ($F=0,917$, $p=0,632$). Wzrost wyników zmiany skłonu dosiężnego był podobny w obu grupach. Przedstawia to rycina nr 11.



Ryc. 11. Zmiana średniej wyników skłonu dosiężnego w siadzie w zależności od terminu badań oraz grupy

Badani różnili się istotnie statystycznie w wynikach skoku w dal z miejsca pomiędzy I a II badaniem w zależności od grupy ($F=559,18$, $p=0,03$). W drugiej grupie obserwowany był wyższy wzrost wyniku skoku w dal z miejsca. Analiza statystyczna nie wykazała różnic we wzroście wyników skoku w dal z miejsca pomiędzy pomiarem II-III w zależności od grupy ($F=2,7$, $p=0,259$). Wzrosty wyników skoku w dal z miejsca były podobne w obu grupach. Dane te prezentuje rycina nr 12.



Ryc. 12. Zmiana średniej wyników skoku w dal z miejsca w zależności od terminu badań oraz grupy

Wykonano analizę efektywności interwencji pomiędzy dwoma grupami za pomocą testu Cohena d. Badanie wykazało, iż efekt interwencji dla czynników morfologicznych oraz testów sprawności fizycznej wahał się pomiędzy brakiem efektu (podciąganie na drążku oraz wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM) do umiarkowanego (czas zwisu na drążku). W tabeli nr 26 zostały przedstawione różnice pomiędzy I a II badaniem dla obu grup.

Tabela 26. Efektywność interwencji wyrażona przez różnice pomiędzy I i II badaniem w zależności od grupy

Zmienna	Grupa I różnica		Grupa II różnica		Cohen d	T	P
	Średnia	Odchylenie standardowe	Średnia	Odchylenie standardowe			
Poziom tkanki tłuszczowej (%)	-0,02	0,09	0,81	-0,06	10,85	0,75	0,5
Masa tkanki tłuszczowej (kg)	2,85	0,19	0,18	-0,2	19,76	0,81	0,51
Beztłuszczową masę ciała (kg)	2,11	5,9	1,8	-0,43	3,74	0,35	0,37
VO ₂ max	1,24	0,01	0,67	0,6	13,25	0,59	0,61
Przejścia do siadu z leżenia tyłem (nx)	3,5	0,39	3,75	0,5	12,23	0,97	0,43
Podciąganie na drążku (nx)	2,5	0,97	2,5	0,3	0	1	1
Zwis na drążku (s)	5,75	0,02	6,75	0,2	50	0,01	0,99
Wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM (kg)	2,75	1,11	2,75	0,31	0	1	1
Wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 30 kg (nx)	1,75	1,7	2,5	0,73	2,83	0,93	0,44
Przysiad klasyczny ze sztangą 1RM (kg)	3,5	0,06	3,1	0,1	0,93	1,41	0,29
Bieg wahadłowy (s)	-0,55	-0,28	3,02	0,72	0,339	0,9	0,46
Sklon dosiężny w siadzie (cm)	1,025	0,18	0,98	0,2	12,01	0,71	0,54
Skok w dal z miejsca (cm)	6,7	2,3	7,7	0,79	0,78	0,91	0,422

Wykonano analizę efektywności interwencji pomiędzy dwoma grupami za pomocą testu Cohena d. Badanie wykazało, iż efekt interwencji dla czynników morfologicznych oraz testów sprawności fizycznej wahał się pomiędzy brakiem efektu (wyciskanie sztangi na ławce poziomej 1RM) do dużego efektu (przejścia do siadu z leżenia tyłem, czas zwisu na drążku). Większy efekt był obserwowany w grupie Ib w czasie zwisu na drążku, natomiast dla grupy IIb w przejściach do siadu z leżenia tyłem. W tabeli nr 27 zostały przedstawione różnice pomiędzy II a III badaniem dla obu grup.

Tabela 27. Efektywność interwencji wyrażona przez różnice pomiędzy II i III badaniem w zależności od grupy

Zmienna	Grupa Ib różnica		Grupa IIb różnica		Cohen d	T	P
	Średnia	Odchylenie standardowe	Średnia	Odchylenie standardowe			
Poziom tkanki tłuszczowej (%)	0	0,2	0,52	0,14	5,2	0,98	0,43
Masa tkanki tłuszczowej (kg)	0,9	0,25	0,43	0,1	1,9	0,77	0,51
Beztłuszczową masą ciała (kg)	3,35	0,4	1,54	0,04	45,3	0,27	0,81
VO2max	2,13	0,43	0,81	0,27	3,67	0,81	0,504
Przejścia do siadu z leżenia tyłem (nx)	4,5	0,4	5,35	0,07	85,9	1,03	0,41
Podciąganie na drążku (nx)	2,5	1,63	3,5	0,4	0,08	0,277	0,81
Wis na drążku (s)	6,5	3	5,52	0,3	>99	0,97	0,43
Wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM (kg)	3,5	2,13	4,75	0,23	2,9	0,99	0,422
Wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 30 kg (nx)	0,2	2,1	3	1,58	0,009	0,66	0,57
Przysiad klasyczny ze sztangą 1RM (kg)	2,75	0,8	3,5	2,01	1,68	0,94	0,44
Bieg wahadłowy (s)	1,7	1,4	3,2	1,24	0,169	0,49	0,67
Sklon dosiężny w siadzie (cm)	1,41	0,2	2,2	0,2	59,5	0,95	0,44
Skok w dal z miejsca (cm)	7,4	0,5	5,81	0,91	7,87	0,98	0,42

3.7. Czynniki kształtujące efektywność niezależnie od grupy

3.7.1. Czynniki kształtujące zmianę wyników wydolności tlenowej VO_{2max}

Wykonano analizę wieloczynnikową dla zmiennych zależnych sprawności fizycznej. Modele zostały tak dostosowane, aby sprawdzić czynniki kształtujące wyniki zamiany zmiennej niezależnej (sprawność fizyczna w badanych wymiarach) pomiędzy punktami pomiarowymi niezależnie od grupy.

Analiza wieloczynnikowa ze zmienną wyników VO_{2max} wykazała, iż model złożony z czynników BMI, poziomu tkanki tłuszczowej, masy tkanki tłuszczowej oraz beztłuszczowej masy ciała jest istotny statystycznie ($p < 0,001$). BMI, masa tkanki tłuszczowej oraz beztłuszczowa masa ciała, kształtowały zmianę wydolności tlenowej. Jeżeli wyniki BMI oraz masy tkanki tłuszczowej się obniżały a beztłuszczowa masa ciała wzrastała, VO_{2max} ulegało zwiększeniu, niezależnie od grupy. Tabela nr 28 przedstawia te zależności.

Tabela 28. Czynniki kształtujące zmianę wyników wydolności tlenowej VO_{2max}

Zmienna	Zmiana wyników VO_{2max} F=1802,235 P<0,001		
	SE ^a	Beta ^b	P ^c
BMI (kg/m ²)	0,355	-2,034	<0,001
Poziom tkanki tłuszczowej (%)	0,313	0,015	0,0613
Masa tkanki tłuszczowej (kg)	0,358	-1,278	0,002
Beztłuszczowa masa ciała (kg)	0,111	1,239	0,001

SE^a - błąd standardowy, Beta^b - standaryzowany współczynnik b,
P^c – stopień prawdopodobieństwa testowego, R² - Współczynnik determinacji

3.7.2. Czynniki kształtujące zmianę wyników przejścia do siadu z leżenia tyłem

Analiza wieloczynnikowa ze zmienną wyników przejścia do siadu z leżenia tyłem wykazała, iż model złożony z czynników BMI, poziomu tkanki tłuszczowej, masy tkanki tłuszczowej oraz beztłuszczowej masy ciała nie jest istotny statystycznie ($p < 0,001$). Tabela nr 29 przedstawia te zależności.

Tabela 29. Czynniki kształtujące zmianę wyników przejścia do siadu z leżenia tyłem

Zmienna	Zmiana wyników przejścia do siadu z leżenia tyłem F=398,465 P<0,001		
	SE ^a	Beta ^b	P ^c
BMI (kg/m ²)	0,622	1,536	0,023
Poziom tkanki tłuszczowej (%)	0,549	-0,983	0,088
Masa tkanki tłuszczowej (kg)	0,627	0,287	0,652
Beztłuszczowa masa ciała (kg)	0,194	0,035	0,858

SE^a - błąd standardowy, Beta^b - standaryzowany współczynnik b,
P^c – stopień prawdopodobieństwa testowego, R² - Współczynnik determinacji

3.7.3. Czynniki kształtujące zmianę wyników podciągania na drążku

Analiza wieloczynnikowa ze zmienną wyników podciągania na drążku wykazała, iż model złożony z czynników BMI, poziomu tkanki tłuszczowej, masy tkanki tłuszczowej oraz beztłuszczowej masy ciała jest istotny statystycznie ($p < 0,001$). BMI oraz beztłuszczowa masa ciała kształtowały zmianę wyników podciągania na drążku. Jeżeli wynik BMI się obniżał a beztłuszczowa masa ciała wzrastała, podciąganie na drążku ulegało poprawie, niezależnie od grupy. Tabela nr 30 przedstawia wszystkie dane.

Tabela 30. Czynniki kształtujące zmianę wyników podciągania na drążku

Zmienna	Zmiana wyników podciągania na drążku F=95,024 P<0,001		
	SE ^a	Beta ^b	P ^c
BMI (kg/m ²)	0,453	-1,836	<0,001
Poziom tkanki tłuszczowej (%)	0,399	0,349	0,392
Masa tkanki tłuszczowej (kg)	0,456	-0,495	0,291
Beztłuszczowa masa ciała (kg)	0,141	0,784	<0,001

SE^a - błąd standardowy, Beta^b - standaryzowany współczynnik b,
P^c – stopień prawdopodobieństwa testowego, R² - Współczynnik determinacji

3.7.4. Czynniki kształtujące zmianę wyników zwisu na drążku

Analiza wieloczynnikowa ze zmienną wyników czasu zwisu na drążku wykazała, iż model złożony z czynników BMI, poziomu tkanki tłuszczowej, masy tkanki tłuszczowej oraz beztłuszczowej masy ciała jest istotny statystycznie ($p < 0,001$). Beztłuszczowa masa ciała kształtowała zmianę czasu zwisu na drążku. Jeżeli wyniki beztłuszczowej masa ciała wzrastały, czas zwisu na drążku ulegał zwiększeniu, niezależnie od grupy. Tabela nr 31 przedstawia wszystkie dane.

Tabela 31. Czynniki kształtujące zmianę wyników siły chwytu

Zmienna	Zmiana wyników zwisu na drążku F=85,888 P<0,001		
	SE ^a	Beta ^b	P ^c
BMI (kg/m ²)	2,976	-4,787	0,123
Poziom tkanki tłuszczowej (%)	2,623	-4,794	0,083
Masa tkanki tłuszczowej (kg)	3	5,494	0,082
Beztłuszczowa masa ciała (kg)	0,928	2,523	0,013

SE^a - błąd standardowy, Beta^b - standaryzowany współczynnik b,
P^c – stopień prawdopodobieństwa testowego, R² - Współczynnik determinacji

3.7.5. Czynniki kształtujące zmianę wyników wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM

Analiza wieloczynnikowa ze zmienną wyników wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM wykazała, iż model złożony z czynników BMI, poziomu tkanki tłuszczowej, masy tkanki tłuszczowej oraz beztłuszczowej masy ciała jest istotny statystycznie ($p < 0,001$). BMI, poziom tkanki tłuszczowej, masa tkanki tłuszczowej oraz beztłuszczowa masa ciała kształtowały zmianę wyników wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM. Jeżeli wyniki BMI oraz masy tkanki tłuszczowej się obniżały a beztłuszczowa masa ciała wzrastała, wynik wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM ulegał zwiększeniu, niezależnie od grupy. Tabela nr 32 przedstawia wszystkie dane.

Tabela 32. Czynniki kształtujące zmianę wyników wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM

Zmienna	Zmiana wyników wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej F=1914,661 P<0,001		
	SE ^a	Beta ^b	P ^c
BMI (kg/m ²)	0,882	-6,551	<0,001
Poziom tkanki tłuszczowej (%)	0,777	3,792	<0,001
Masa tkanki tłuszczowej (kg)	0,889	-4,89	<0,001
Beztłuszczowa masa ciała (kg)	0,275	3,558	<0,001

SE^a - błąd standardowy, Beta^b - standaryzowany współczynnik b,
P^c – stopień prawdopodobieństwa testowego, R² - Współczynnik determinacji

3.7.6. Czynniki kształtujące zmianę wyników wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej z ciężarem 30 kg

Analiza wieloczynnikowa ze zmienną wyników wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej z ciężarem 30 kg wykazała, iż model złożony z czynników BMI, poziomu tkanki tłuszczowej, masy tkanki tłuszczowej oraz beztłuszczowej masy ciała jest istotny statystycznie ($p < 0,001$). BMI, poziom tkanki tłuszczowej, masa tkanki tłuszczowej oraz beztłuszczowa masa ciała kształtowały zmianę wyników wyciskania na ławce. Jeżeli wyniki BMI oraz masy tkanki tłuszczowej się obniżały a beztłuszczowa masa ciała wzrastała, ilość powtórzeń w wyciskaniu sztangi w leżeniu na ławce poziomej ciężaru o wadze 30 kg zwiększała się, niezależnie od grupy. Tabela nr 33 przedstawia wszystkie dane.

Tabela 33. Czynniki kształtujące zmianę wyników wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej z ciężarem 30 kg

Zmienna	Zmiana wyników wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej z ciężarem 30 kg F=490,488 P<0,001		
	SE ^a	Beta ^b	P ^c
BMI (kg/m ²)	0,753	-6,291	<0,001
Poziom tkanki tłuszczowej (%)	0,664	3,152	<0,001
Masa tkanki tłuszczowej (kg)	0,759	-4,006	<0,001
Beztłuszczowa masa ciała (kg)	0,235	2,746	<0,001

SE^a - błąd standardowy, Beta^b - standaryzowany współczynnik b,
P^c – stopień prawdopodobieństwa testowego, R² - Współczynnik determinacji

3.7.7. Czynniki kształtujące zmianę wyników przysiadu klasycznego ze sztangą 1RM

Analiza wieloczynnikowa ze zmienną wyników przysiadu klasycznego ze sztangą 1RM wykazała, iż model złożony z czynników BMI, poziom tkanki tłuszczowej, masy tkanki tłuszczowej oraz beztłuszczowej masy ciała jest istotny statystycznie ($p < 0,001$). BMI, poziom tkanki tłuszczowej, masy tkanki tłuszczowej oraz beztłuszczowej masy ciała kształtowały zmianę wyników przysiadu ze sztangą. Jeżeli wyniki BMI oraz masy tkanki tłuszczowej się obniżały a beztłuszczowa masa ciała wzrastała, wynik przysiadu klasycznego ze sztangą 1RM ulegał zwiększeniu, niezależnie od grupy. Tabela nr 34 przedstawia wszystkie dane.

Tabela 34. Czynniki kształtujące zmianę wyników przysiadu klasycznego ze sztangą 1RM

Zmienna	Zmiana wyników przysiadu klasycznego ze sztangą 1RM F=1573,414 P<0,001		
	SE ^a	Beta ^b	P ^c
BMI (kg/m ²)	1,095	-6,485	<0,001
Poziom tkanki tłuszczowej (%)	0,965	3,783	<0,001
Masa tkanki tłuszczowej (kg)	1,103	-5,841	<0,001
Beztłuszczowa masa ciała (kg)	0,341	3,882	<0,001

SE^a - błąd standardowy, Beta^b - standaryzowany współczynnik b,
P^c - stopień prawdopodobieństwa testowego, R² - Współczynnik determinacji

3.7.8. Czynniki kształtujące zmianę wyników biegu wahadłowego

Analiza wieloczynnikowa ze zmienną wyników biegu wahadłowego wykazała, iż model złożony z czynników BMI, poziomu tkanki tłuszczowej, masy tkanki tłuszczowej oraz beztłuszczowej masy ciała jest istotny statystycznie ($p < 0,001$). BMI kształtowało zmianę wyników biegu wahadłowego. Jeżeli wyniki BMI się obniżał, badani uzyskiwali lepszy wynik w biegu wahadłowym, niezależnie od grupy. Tabela nr 35 przedstawia wszystkie dane.

Tabela 35. Czynniki kształtujące zmianę wyników biegu wahadłowego

Zmienna	Zmiana wyników biegu wahadłowego F=3,309 P=0,41		
	SE ^a	Beta ^b	P ^c
BMI (kg/m ²)	0,42	-0,895	0,046
Poziom tkanki tłuszczowej (%)	0,37	0,204	0,588
Masa tkanki tłuszczowej (kg)	0,423	0,012	0,977
Beztłuszczową masa ciała (kg)	0,131	-0,101	0,447

SE^a - błąd standardowy, Beta^b - standaryzowany współczynnik b,
P^c - stopień prawdopodobieństwa testowego, R² - Współczynnik determinacji

3.7.9. Czynniki kształtujące zmianę wyników skłonu dosiężnego w siadzie

Analiza wieloczynnikowa ze zmienną wyników skłonu dosiężnego w siadzie wykazała, iż model złożony z czynników poziomu tkanki tłuszczowej oraz beztłuszczowej masy ciała jest istotny statystycznie ($p < 0,001$). Poziom tkanki tłuszczowej oraz beztłuszczowa masa ciała kształtowały zmianę wyników skłonu dosiężnego w siadzie. Jeżeli wyniki poziomu tkanki tłuszczowej obniżał się a beztłuszczowa masa ciała wzrastała, wynik skłonu dosiężnego w siadzie ulegał poprawie, niezależnie od grupy. Tabela nr 36 przedstawia wszystkie dane.

Tabela 36. Czynniki kształtujące zmianę wyników skłonu dosiężnego w siadzie

Zmienna	Zmiana wyników skłonu dosiężnego w siadzie F=105,808 P<0,001		
	SE ^a	Beta ^b	P ^c
BMI (kg/m ²)	0,285	-0,511	0,088
Poziom tkanki tłuszczowej (%)	0,251	-0,636	0,02
Masa tkanki tłuszczowej (kg)	0,287	0,55	0,07
Beztłuszczowa masa ciała (kg)	0,089	0,304	0,003

SE^a - błąd standardowy, Beta^b - standaryzowany współczynnik b,
P^c – stopień prawdopodobieństwa testowego, R² - Współczynnik determinacji

3.7.10. Czynniki kształtujące zmianę wyników skoku w dal z miejsca

Analiza wieloczynnikowa ze zmienną wyników skoku w dal z miejsca wykazała, iż model złożony z czynników BMI, poziomu tkanki tłuszczowej, masy tkanki tłuszczowej oraz beztłuszczowej masy ciała jest istotny statystycznie ($p < 0,001$). BMI oraz beztłuszczowa masa ciała kształtowały zmianę wyników skoku w dal z miejsca. Jeżeli wyniki BMI oraz beztłuszczowej masy ciała wzrastały, wynik skoku w dal z miejsca ulegał poprawie, niezależnie od grupy. Tabela nr 37 przedstawia wszystkie dane.

Tabela 37. Czynniki kształtujące zmianę wyników skoku w dal z miejsca

Zmienna	Zmiana wyników skoku w dal z miejsca P<0,001		
	SE ^a	Beta ^b	P ^c
BMI (kg/m ²)	1,706	4,123	0,025
Poziom tkanki tłuszczowej (%)	1,503	2,652	0,093
Masa tkanki tłuszczowej (kg)	1,719	-2,762	0,124
Beztłuszczową masa ciała (kg)	0,532	1,507	0,01

SE^a - błąd standardowy, Beta^b - standaryzowany współczynnik b,
P^c – stopień prawdopodobieństwa testowego, R² - Współczynnik determinacji

3.8. Korelacje pomiędzy zmiennymi

3.8.1. Korelacja Spearmana pomiędzy zmiennymi morfologicznymi a wynikami testów sprawności fizycznej w grupie I

Wzrost beztłuszczowej masy ciała w grupie I istotnie statystycznie wpływał na wynik VO_{2max} ($r=0,98$, $p<0,001$), przejścia do siadu z leżenia tyłem ($r=0,81$, $p=0,015$), zwisu na drążku ($r=0,79$, $p=0,018$), wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM ($r=0,96$, $p<0,01$) oraz przysiadu klasycznego ze sztangą 1RM ($r=0,97$, $p<0,01$). Analiza statystyczna wykazała brak zależności pomiędzy zmianą wyników zdolności koordynacyjnych i siły eksplozywnej a czynnikami morfologicznymi. Tabela nr 38 przedstawia wszystkie dane.

Tabela 38. Korelacja pomiędzy czynnikami morfologicznymi a zmianą wyników sprawności fizycznej w grupie I

Zmienna	Poziom tkanki tłuszczowej (%)	Masa tkanki tłuszczowej (kg)	Beztłuszczowa masa ciała (kg)
VO_{2max} R*/p**	-0,22/0,601	-0,309/0,456	0,986/<0,001
Przejście do siadu z leżenia tyłem R*/p**	-0,646/0,083	-0,636/0,09	0,81/0,015
Zwis na drążku R*/p**	-0,098/0,817	-0,077/0,855	0,795/0,018
Wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM R*/p**	-0,182/0,667	-0,295/0,477	0,963/<0,01
Przysiad klasyczny ze sztangą 1RM R*/p**	-0,197/0,639	-0,304/0,464	0,972/<0,001
Bieg wahadłowy R*/p**	0,434/0,282	0,685/0,061	-0,555/0,153
Skok w dal z miejsca R*/p**	-0,372/0,364	-0,611/0,108	0,661/0,074

r*- korelacja rang Spearman'a, p** - poziom istotności

3.8.2. Korelacja Spearmana pomiędzy zmiennymi morfologicznymi a wynikami testów sprawności fizycznej w grupie II

Wzrost beztłuszczowej masy ciała w grupie II istotnie statystycznie wpływał na wynik VO_{2max} ($r=0,98$, $p<0,033$) oraz zwisu na drążku ($r=0,79$, $p=0,018$). Tabela nr 39 przedstawia wszystkie dane.

Tabela 39. Korelacja pomiędzy czynnikami morfologicznymi a zmianą wyników sprawności fizycznej w grupie II

Zmienna	Poziom tkanki tłuszczowej (%)	Masa tkanki tłuszczowej (kg)	Beztłuszczową masę ciała (kg)
VO_{2max} R*/p**	-0,28/0,712	-0,171/0,975	0,983/ 0,033
Przejście do siadu z leżenia tyłem R*/p**	-0,987/ 0,013	-0,797/0,365	0,525/0,725
Zwis na drążku R*/p**	-0,414/0,829	-0,075/0,944	0,981/ 0,038
Wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM R*/p**	-0,155/0,667	-0,295/0,477	0,091/0,154
Przysiad klasyczny ze sztangą 1RM R*/p**	-0,319/0,898	-0,35/0,878	0,071/0,116
Bieg wahadłowy R*/p**	-0,120/0,986	0,51/0,74	-0,204/0,959
Skok w dal z miejsca R*/p**	-0,153/0,977	-0,495/0,755	0,699/0,0512
r*- korelacja rang Spearman'a, p** - poziom istotności			

Rozdział 4. Dyskusja

Celem rozprawy doktorskiej było zbadanie wpływu eksperymentalnego treningu siłowego na poziom wybranych parametrów morfologicznych i funkcjonalnych organizmu osób rekreacyjnie ćwiczących kulturystykę. Nie ma jednoznacznego określenia dotyczącego liczby powtórzeń oraz ciężaru, które są używane w kulturystyce do zmiany parametrów morfologicznych. Jednocześnie, jak zauważają Panasiewicz i Grochowicz, zmiana tych parametrów, szczególnie w kulturystce rekreacyjnej, zależy od motywu podejmowania takiej aktywności fizycznej (Panasiewicz i wsp. 2016). Badania wykonane przez nich pokazują, że ponad 60% osób uprawiających kulturystykę ma za cel główny obniżenie masy ciała, pomimo tego uważa się, iż jest odwrotnie. Natomiast zainteresowanych poprawą parametrów funkcjonalnych było około 20% badanych (Panasiewicz i wsp. 2016). Dane te pokazują, iż motywem głównym jest zmiana morfologii w postaci zmian BMI, zmiany masy ciała oraz obniżenie ilości tkanki tłuszczowej. Cel ten wydaje się niezrozumieniem lub brakiem rzetelnej informacji w przestrzeni publicznej czym jest kulturystyka. Kulturystyka opiera się na różnych formach treningu siłowego. Każdy trening siłowy będzie związany z recompozycją ciała, wszystko zależy od celu głównego danego treningu. Celem może być obniżenie ilości tkanki tłuszczowej, najlepiej po okresie kształtowania masy mięśniowej. Szczególnie widać to w wynikach własnych. Jedynym parametrem morfologicznym, który uległ zmianie w obu grupach, w obu punktach pomiarowych, była ilość beztłuszczowej masy ciała. Beztłuszczowa masa ciała to mięśnie, kości, narządy wewnętrzne czy komórki krwi. Keenan i wsp. wykonali systematyczny przegląd literatury dotyczący utrzymania oraz zwiększania beztłuszczowej masy ciała z wykorzystaniem treningu oporowego (Keenan i wsp. 2020). Osiem badań naukowych spełniało kryteria włączenia. Pięć badań pokazało (a także codzienna praktyka treningowa wielu osób), iż głodówki oraz trening siłowy zwiększają utratę tkanki tłuszczowej (Keenan i wsp. 2020). W przypadku przeprowadzonego badania, nie była stosowana żadna interwencja dietetyczna. Badanie pokazało różne zależności. Zmiana VO_{2max} , zmiana ilości podciągnięć na drążku, zmiana wyniku wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej (1RM), zmiana ilości powtórzeń wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej z ciężarem 30 kg, zmiana wyniku przysiadu klasycznego ze sztangą 1RM, zmiana czasu w biegu wahadłowym, są znacząco powiązane z obniżeniem BMI. Zatem można pośrednio wysnuć wniosek, iż dane te korespondują z wynikami przeglądu dokonanego przez Keenana i wsp. Aczkolwiek w grupie badanej przez autora pracy, najwyższa korelacja była obserwowana pomiędzy zmianą parametrów funkcjonalnych a zwiększeniem beztłuszczowej masy ciała,

co oznacza, że trening oraz interwencja żywieniowa będzie skutecznym narzędziem do modyfikacji pozostałych parametrów morfologicznych. Potwierdzają to wyniki innych badań (Kisiel i wsp. 2017). Interwencje żywieniowe mają znaczącą funkcję w treningu kulturystycznym (Karpik i wsp. 2019). Edukacja w tym względzie powinna być jednym z głównych tematów kampanii ogólnopolskiej, gdyż jak wskazują badania wykonane przez Karpika, na grupie badanych uprawiających rekreacyjnie trening siłowy, około 40% respondentów sięga po suplementację ze względu na to, że jest ona modna (Karpik i wsp. 2019). Escalante i wsp. pokazali, że maksymalizowanie glikogenu w mięśniach, minimalizowanie wody w tkankach podskórnych oraz zmniejszenie wzdęcia, może być wynikiem odpowiedniego żywienia (Escalante i wsp., 2021).

Pierwszy wniosek płynący z badania, wskazuje, że trening eksperymentalny poprawił poziom beztłuszczowej masy ciała oraz funkcjonalnie wpłynął na zwiększenie siły kończyn górnych, dolnych, zdolności koordynacyjne oraz siłę eksplozywną kończyn dolnych. Osoby, które brały udział w badaniu, uprawiały sport czysto amatorski, jednocześnie będąc grupą osób pracujących głównie siedząc (pracownicy korporacyjni). Pokazuje to pewien styl życia i rodzaj uprawianej aktywności fizycznej. Badani po treningu eksperymentalnym poprawili wydolność tlenową VO_{2max} , ilość przejść do siadu z leżenia tyłem, ilość podciągnięć na drążku, czas zwisu na drążku, wynik wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM oraz z ciężarem 30 kg, wynik przysiadu klasycznego ze sztangą 1RM, czas biegu wahadłowego, wynik skłonu dosiężnego oraz wynik skoku w dal z miejsca. Parametry te opisują siłę statyczną, dynamiczną, eksplozywną, wydolność, gibkość oraz zwinność. Zatem trening o większej liczbie powtórzeń z mniejszym (40-60%) ciężarem, będzie powodował podobne efekty co trening wykonywany z większym ciężarem (80%) i mniejszą liczbą powtórzeń.

Siła eksplozywna to zdolność do aktywacji wysokiej ilości siły (mocy) przez układ mięśniowy w krótkim czasie (Bober i wsp. 2007). Możliwość generowania tej zdolności, jest istotnie powiązana nie tylko ze sprawnym układem mięśniowym, ale również z układem nerwowym (Cronin i wsp. 2001). Prędkość przesyłania sygnału nerwowego do jednostki motorycznej mięśnia, jest kluczowe do generowania dużej mocy w małym czasie. Maniazhagu i wsp., pokazali w pracy testującej hipotezę o możliwości generowania tej siły za pomocą treningu wydolnościowego, że tylko trening szybkościowy będzie powodował wzrost prędkości generowania mocy mięśniowej (Maniazhagu i wsp. 2017). Ćwiczenia plyometryczne z dużymi obciążeniami również pokazały skuteczność w kształtowaniu mocy mięśniowej (Ramirez-Campillo i wsp. 2013). Ćwiczenia plyometryczne nie były zastosowane w przypadku tego badania, aczkolwiek jak wcześniej nadmieniono, ćwiczenia z większą liczbą powtórzeń

oraz mniejszym ciężarem również będą budowały możliwość generowania siły eksplozywnej. Pokazują to wyniki własne, gdzie trening z większą liczbą powtórzeń i mniejszym ciężarem powodował zwiększenie możliwości generowania tej siły. Jednocześnie wydaje się, że taki trening będzie mniejszym obciążeniem dla stawów oraz struktur okołostawowych w porównaniu z dłuższą ekspozycją tych części ciała na ciężar, jaką można zaobserwować podczas wykonywania treningu z większym ciężarem przy mniejszej liczbie powtórzeń.

Helms i wsp. pokazali w przeglądzie literatury dotyczącej rekomendacji treningowej dla osób uprawiających kulturystykę, że treningi powinny odbywać się przynajmniej dwa razy w tygodniu (Helms i wsp. 2014). Zespół ten rekomenduje, aby wykonywać 6-12 powtórzeń z ciężarem sięgającym 70-80% 1RM. Sugerują, aby treningi w przypadku liczby powtórzeń oraz ciężaru były mieszane i interwałowe trwające 1-3 minuty (Helms i wsp. 2014). W przypadku opisywanego badania wykorzystano trening w systemie full body workout oraz split. Badani poprawili się znacznie, w przypadku zdolności motorycznych, w pierwszej jak i w drugiej grupie, niezależnie od etapu treningowego. Wyniki te korespondują z rekomendacjami Helms'a, gdyż po 8 tygodniach prowadzonego badania nastąpiła zmiana dotycząca programu tj. w I grupie zmieniono ciężary na mniejsze oraz wprowadzono większą liczbę powtórzeń, a w przypadku grupy II nastąpiła zmiana treningu z większej liczby powtórzeń z mniejszym ciężarem (60% 1RM) na mniejszą liczbę powtórzeń z większym ciężarem (80% 1RM). Wykazano brak istotnych statystycznie różnic pomiędzy dwoma grupami w tym parametrze. Średnia efektywność w pierwszej grupie była nieco niższa (Cohen d. 0,9 vs. 0,24), jednocześnie całościowo efektywność obu programów była niska o czym świadczy wynik uzyskany przez analizę efektywności Cohena d. ($d < 0,20$). Można zatem powiedzieć, że badani, już po wynikach sądząc, są osobami ruchowo sprawnymi, o prawidłowym BMI, aczkolwiek nie wykazującymi możliwości uzyskania ponadprzeciętnych wyników w sporcie. Badani zmienili swoje wyniki o około 9-24% w obu grupach, niezależnie od etapu badania. Pokazuje to, że żaden z treningów nie był lepszy w kształtowaniu morfologicznych oraz funkcjonalnych parametrów, oraz że periodyzacja treningowa, rozumiana jako zmiana programu treningowego, w czasie całego badania, nie miała znaczenia.

W trakcie badania w grupie II uzyskano nieznaczny wzrost poziomu siły mięśniowej i nie zaobserwowano hipertrofii (brak znaczących różnic w mierzonych obwodach kończyn górnych oraz dolnych). Zmiany dokonano po 8 tygodniach interwencji. Badani z I grupy obniżyli stosowany ciężar, badani z grupy II go zwiększyli. Periodyzacja obciążenia oraz jej progresywny charakter, może być czynnikiem zwiększającym możliwości funkcjonalne po tego rodzaju treningach. Wyniki badań często pokazują wzrost siły oraz hipertrofii mięśniowej,

które były obserwowane tylko w przypadku osób wcześniej trenujących, natomiast nie w przypadku osób niewytrenowanych. W przypadku wyników własnych badań charakteryzowali się relatywnie niską sprawnością fizyczną oraz wydolnością (VO_{2max}).

Zmiana ciężaru z umiarkowanego na submaksymalny (jak w przypadku grupy II) może powodować zwiększenie ryzyka urazów mięśniowych (Lavallee i wsp. 2010). Urazy ostre często wymagają dalszego leczenia, w wyspecjalizowanych placówkach medycznych, co skutkuje znaczną przerwą w uprawianiu sportu (>95 dni). Łagodne nadwyrężenia i mikrourazy mięśniowe skutkują tylko krótką przerwą w treningu, jednocześnie pobudzają hipertrofię mięśniową (Lavallee i wsp. 2010). Zdecydowanie najczęstszymi ostrymi urazami są nadwyrężenia mięśni i skręcenia więzadeł, stanowiące 46%–60% wszystkich ostrych urazów podczas treningu siłowego. Istnieje jednak pewna różnica zdań co do najczęstszych miejsc urazów (Adamczyk i wsp. 2012). Badania wykazują, że zgodnie z przewidywaniami istnieją w tym względzie różnice między różnymi sportami siłowymi. Na przykład, kulturysty częściej uszkadzają ramiona podczas gdy ciężarowcy częściej uszkadzają kolana. U kulturystów obserwuje się ponadto zmniejszoną ilość urazów związanych z odcinkiem lędźwiowym kręgosłupa. Badania dotyczące osób uprawiających Cross-Fit pokazują, iż jest to jeden z najbardziej urazowych sportów siłowych (Alekseyev i wsp. 2020). Alekseyev i wsp. zbadali, iż na 885 osób uprawiających ten sport około 33,3% doznało urazu po wykonywaniu tego rodzaju aktywności (Alekseyev i wsp. 2020). Cross-Fit jest systemem ćwiczeń o wysokiej intensywności, które są trenowane w sposób powtarzalny, z naciskiem na minimalny czas „regeneracji”. Twórcy Cross-Fitu sugerują, że ich program zwiększa odpowiedź neuroendokrynną organizmu. Połączenie treningu o wysokiej intensywności, krótkich przerw między seriami oraz zwiększonego tętna, prowadzi do sekrecji insuliny i hormonu wzrostu, co z kolei wiąże się ze wzrostem przyrostu tkanki mięśni szkieletowych i siły mięśni (Claudino i wsp. 2018). Literatura naukowa związana z Cross-Fitem donosi o możliwości (jako efekt uprawiania tego rodzaju treningu) zmiany składu masy ciała, zmiany parametrów psychofizjologicznych, zwiększonego ryzyka urazów układu mięśniowo-szkieletowego, aczkolwiek w systematycznych przeglądach oraz metaanalizach nie znaleziono istotnych wyników, które potwierdzałyby te doniesienia (Claudino i wsp. 2018).

Niektóre opracowania naukowe dotyczące ryzyka urazów wskazują na kilka punktów, które powinny być brane pod uwagę w ocenie ryzyka urazów (Bonilla i wsp. 2022, Siewe i wsp. 2014). Prawidłowa nauka i utrzymanie prawidłowej techniki podczas wykonywania ćwiczeń jest kluczowe dla zmniejszenia ryzyka urazów. Stopniowe zwiększanie ciężaru, liczby powtórzeń (czyli intensywności i objętości treningu) to kolejny punkt. Należy wykonywać

odpowiednią rozgrzewkę przed treningiem, aby przygotować mięśnie, stawy i inne struktury do aktywności. Dodatkowo, regularne rozciąganie może poprawić elastyczność mięśni i zmniejszyć tym samym ryzyko urazów. Bardzo ważne jest również zapewnienie odpowiedniego czasu na odpoczynek i regenerację pomiędzy treningami. Niektórzy autorzy zwracają uwagę na stabilizację i równowagę (Bonilla i wsp. 2022). Silne mięśnie stabilizujące mogą pomóc w ochronie stawów i tym samym zmniejszyć ryzyko kontuzji.

W wynikach własnych wykazano, iż ilość beztłuszczowej masy ciała wpływa na różnice w parametrach funkcjonalnych organizmu pomiędzy poszczególnymi terminami badań. Moquin i wsp. przedstawili rozważania teoretyczne, które wskazują, że dla optymalnego wzrostu siły i mocy trening powinien kłaść nacisk na zmiany składu ciała i zwiększenie zdolności metabolicznej do pracy. Dowody wskazują, że zmiany w składzie ciała poprzez przyrost beztłuszczowej masy ciała i utratę tłuszczu są lepiej osiąmane przy większych objętościach treningu oporowego (Moquin i wsp. 2021). W obu grupach wykazano zależności pomiędzy zmianami funkcjonalnymi a beztłuszczową masą ciała, aczkolwiek zależność ta powinna mieć potwierdzenie poprzez kontynuację w dalszych badaniach na podobnym materiale obejmujących dłuższy czas eksperymentu niż 16 tygodni. Beztłuszczowa masa ciała silnie wiąże się z masą mięśni szkieletowych całego ciała i kończyn (Takai i wsp. 2020). Wyniki badania własnego pokazują dokładnie taką zależność. Zaobserwowano, iż wzrost beztłuszczowej masy ciała w grupie I istotnie wpływał na: wynik pomiaru VO_{2max} ($r=0,98$, $p<0,001$), wynik w teście siadów z leżenia tyłem ($r=0,81$, $p=0,015$), wynik zwisu na drążku ($r=0,79$, $p=0,018$), wynik wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM ($r=0,96$, $p<0,01$) oraz wynik przysiadu klasycznego ze sztangą 1RM ($r=0,97$, $p<0,01$). Analiza statystyczna wykazała brak zależności pomiędzy zmianą wyników zdolności koordynacyjnych i siły eksplozywnej a czynnikami morfologicznymi w grupie I. Natomiast w grupie II wzrost beztłuszczowej masy ciała istotnie wpływał na wynik VO_{2max} ($r=0,98$, $p<0,033$) oraz wynik w zwisie na drążku ($r=0,79$, $p=0,018$). Czyli wydolność tlenowa oraz siła mięśniowa były powiązane z beztłuszczową masą ciała, tak jak zaobserwowali to wcześniej Takai i wsp.

Podsumowując, rezultaty badań pokazują, że trening rekreacyjny z mniejszym ciężarem i dużą liczbą powtórzeń może być w pewnych warunkach równie skuteczny w budowaniu siły mięśniowej co trening z dużym ciężarem i małą liczbą powtórzeń. Nasuwa się też spostrzeżenie, że trening progresywny od mniejszego ciężaru do większego wydaje się w ostateczności nieznacznie lepiej kształtować parametry funkcjonalne niż trening rozpoczęty od dużego ciężaru i małej liczby powtórzeń. Badanie pokazuje również, że czynnik taki jak

beztłuszczowa masa ciała (jak wykazuje analiza statystyczna) jest najlepszym prognostykiem zwiększania się poziomu parametrów funkcjonalnych u ćwiczących.

Ograniczenia badań:

Początek realizacji programu badań wstępnie zaplanowano na 2019 rok, jednak zostały one zrealizowane w okresie późniejszym. Pandemia COVID 19 wprowadziła szereg ograniczeń czasowych i logistycznych, które wpłynęły na trudności w organizacji spotkań, rekrutacji, przeprowadzaniu pomiarów i realizacji treningów. Ponieważ eksperyment był rotacyjny, grupy stanowiły same dla siebie grupę kontrolną. Zrezygnowano, zatem z grupy kontrolnej, która nie podlegała żadnym interwencjom treningowym.

Wnioski

1. Wnioski poznawcze:

- Trening eksperymentalny zwiększa poziom badanych parametrów morfologicznych, takich jak beztłuszczowa masa ciała (co sugeruje zwiększenie masy mięśniowej) oraz funkcjonalnych, takich jak wydolność aerobowa, siła mięśni kończyn górnych i dolnych oraz tułowia u osób ćwiczących rekreacyjnie kulturystykę.
- Wzrost rezultatów w próbie siły dynamicznej mięśni brzucha, podciągania na drążku, czasu zwisu na drążku, przysiadu klasycznego ze sztangą, wyników w teście biegu wahadłowego oraz skłonu dosiężnego w siadzie świadczy o poprawie sprawności fizycznej badanych osób w grupie eksperymentalnej.
- Zarówno trening z małym jak i dużym oporem zewnętrznym zwiększa poziom parametrów morfologicznych oraz funkcjonalnych. Efektywność kształtowania siły mięśni kończyn górnych, dolnych oraz tułowia w obu przypadkach jest porównywalna.
- Ilość beztłuszczowej masy ciała oraz BMI wpływa na różnice w parametrach funkcjonalnych organizmu między różnymi rodzajami treningu.

2. Wnioski teoretyczne:

- Trening siłowy, zarówno z małym jak i większym oporem, ma pozytywny wpływ na rozwój mięśni i sprawność fizyczną ćwiczących.
- Wyniki badania potwierdzają, że trening siłowy jest skuteczną metodą prowadzącą do zwiększenia masy mięśniowej i poprawy sprawności fizycznej.
- Badanie potwierdza potrzebę regularnej zmiany programów treningowych w celu zapewnienia dalszego postępu i uniknięcia stagnacji. Zastosowanie różnych metod treningowych, takich jak trening wszystkich grup mięśniowych oraz trening dzielony, może przyczynić się do większej różnorodności bodźców treningowych i lepszych rezultatów.

3. Wnioski aplikacyjne:

- Trening siłowy może być skutecznym narzędziem w kształtowaniu masy mięśniowej i poprawie poziomu sprawności fizycznej.
- Osoby rekreacyjnie ćwiczące kulturystykę mogą osiągnąć pozytywne efekty treningowe, takie jak zwiększenie beztłuszczowej masy ciała i poprawa siły mięśniowej, poprzez odpowiednio dobrane programy treningowe.
- W rekreacyjnym treningu siłowym zalecane jest wdrożenie do praktyki treningu z mniejszym ciężarem i większą liczbą powtórzeń, który jest bezpieczniejszą formą ćwiczeń, a efekty tego typu treningu dają podobne wyniki do treningu z dużym ciężarem i mniejszą liczbą powtórzeń.
- Wyniki badania mogą być przydatne w opracowywaniu programów treningowych dla osób rekreacyjnie ćwiczących kulturystykę, które mają na celu poprawę sylwetki i sprawności fizycznej.

Piśmiennictwo

1. Adamczyk J.G., Charakterystyka rodzaju i częstotliwości występowania urazów w wyczynowym treningu w sportach siłowych. *Roczniki Naukowe Wyższej Szkoły Wychowania Fizycznego i Turystyki w Białymstoku* 2012; 8-2081-1063: 113-117.
2. Alekseyev K., John A., Malek A., Lakdawala M., Verma N., Southall C., Nikolaidis A., Akella S., Erosa S., Islam R., Perez-Bravo E., Ross M., Identifying the Most Common CrossFit Injuries in a Variety of Athletes. *Rehabil Process Outcome*. 2020 Jan 22;9:1179572719897069.
3. Almeida F.N., Lopes C.R., Concei R.Ma., Oenning L., Crisp A.H., de Sousa Nuno Manuel Frade, Trindade T.B., Willardson J.M., Prestes J., Acute Effects of the New Method Sarcoplasma Stimulating Training Versus Traditional Resistance Training on Total Training Volume, Lactate and Muscle Thickness. *Frontiers in Physiology* 2019; 10.
4. Alves R.C., Prestes J., Enes A., de Moraes W.M.A.M., Trindade T.B., de Salles B.F., Aragon A.A., Souza-Junior T.P., Training Programs Designed for Muscle Hypertrophy in Bodybuilders: A Narrative Review. *Sports (Basel)*. 2020;8(11):149.
5. Alizadeh Pahlavani H. Exercise Therapy for People with Sarcopenic Obesity: Myokines and Adipokines as Effective Actors. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2022;13:811751.
6. Andreasson J., Johansson T., Bodybuilding and fitness doping in transition. Historical transformations and contemporary challenges. *Soc. Sci.* 2019; 8:80. 10.3390/socsci 8030080.
7. Baz-Valle E., Fontes-Villalba M., Santos-Concejero J., Total Number of Sets as a Training Volume Quantification Method for Muscle Hypertrophy: A Systematic Review. *J Strength Cond Res*. 2021;35(3):870-878.
8. Bober T., Rutkowska-Kucharska A., Pietraszewski B., Poprawę siły eksplozywnej, można było zaobserwować tylko w przypadku treningu eksperymentalnego. *Sport Wyczynowy* 2007; 7-9: 511-513.
9. Bonilla D.A., Cardozo L.A., Vélez-Gutiérrez J.M., Arévalo-Rodríguez A., Vargas-Molina S., Stout J.R., Kreider R.B., Petro J.L., Exercise Selection and Common Injuries in Fitness Centers: A Systematic Integrative Review and Practical Recommendations. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Oct 5;19(19):12710.
10. Buckthorpe M., Della Villa F., Recommendations for Plyometric Training after ACL Reconstruction - A Clinical Commentary. *Int J Sports Phys Ther*. 2021;16(3):879-895.

11. Castanheira R.P.M., Ferreira-Junior J.B., Celes R.S., Rocha-Junior V.A., Cadore E.L., Izquierdo M., Bottaro M., Effects of Synergist vs. NonSynergist Split Resistance Training Routines on Acute Neuromuscular Performance in Resistance-Trained Men. *J Strength Cond Res.* 2017;31(12):3482-3488.
12. Chappell A.J., Simper T., Barker M.E., Nutritional strategies of high level natural bodybuilders during competition preparation. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018;15:4.
13. Chmielewski T.L., Myer G.D., Kauffman D., Tillman S.M., Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: physiological responses and clinical application. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36(5):308-19.
14. Claudino JG, Gabbett TJ, Bourgeois F, Souza HS, Miranda RC, Mezêncio B, Soncin R, Cardoso Filho CA, Bottaro M, Hernandez AJ, Amadio AC, Serrão JC. CrossFit Overview: Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med Open.* 2018 Feb 26;4(1):11.
15. Cronin J., McNair P.J., Marshall R.N., Developing explosive power: a comparison of technique and training. *J Sci Med Sport.* 2001;4(1):59-70.
16. De Melo Madureira Á.N., de Oliveira J.R.S., de Menezes Lima VL. The Role of IL-6 Released During Exercise to Insulin Sensitivity and Muscle Hypertrophy. *Mini Rev Med Chem.* 2022 Mar 9.
17. De Moraes W.M.A.M., De Almeida F.N., Dos Santos L.E.A., Cavalcante K.D.G., Santos H.O., Navalta J.W., Prestes J., Carbohydrate Loading Practice in Bodybuilders: Effects on Muscle Thickness, Photo Silhouette Scores, Mood States and Gastrointestinal Symptoms. *J Sports Sci Med.* 2019;18(4):772-779.
18. Damas F., Libardi C.A., Ugrinowitsch C., The development of skeletal muscle hypertrophy through resistance training: the role of muscle damage and muscle protein synthesis. *Eur J Appl Physiol.* 2018;118(3):485-500.
19. Demeilles L., Kruszewski M., *Kulturystyka dla każdego.* Wydawnictwo Siedmiogród, Wydanie II, Warszawa 2017.
20. Duda M., Plyometrics: A Legitimate Form of Power Training? *Phys Sportsmed.* 1988;16(3):212-8.
21. Durkalec-Michalski K., Domagalski A., Główska N., Kamińska J., Szymczak D., Podgórski T., Effect of a Four-Week Vegan Diet on Performance, Training Efficiency and Blood Biochemical Indices in CrossFit-Trained Participants. *Nutrients.* 2022;14(4):894.

22. Engstrom L-M., Social change and physical activity, *Scandinavian Journal of Nutrition* 2004;48:3, 108-113.
23. Eberhardt A., Dzbanki P., Fabirkiewicz K., Iwański A., Frequency of injuries in recreational bodybuilding. *Physical Education and Sport* 2007; 51(-1): 40-44.
24. Escalante, G., Stevenson, S.W., Barakat, C. Peak week recommendations for bodybuilders: an evidence based approach. *BMC Sports Sci Med Rehabil* 2021; 13, 68.
25. Fragala M.S., Cadore E.L., Dorgo S., Izquierdo M., Kraemer W.J., Peterson M.D., Ryan E.D., Resistance Training for Older Adults: Position Statement From the National Strength and Conditioning Association. *J Strength Cond Res.* 2019;33(8):2019-2052.
26. Fagerberg P., Negative Consequences of Low Energy Availability in Natural Male Bodybuilding: A Review. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2018;28(4):385-402.
27. Fernández-Lázaro D., Díaz J, Caballero A., Córdova A., The training of strength-resistance in hypoxia: effect on muscle hypertrophy. *Biomedica.* 2019;39(1):212-220.
28. Fiatarone S, M., Hackett, D., Schoenfeld, B., Vincent, H. and Westcott, W. ACSM Guidelines For Strength Training | Featured Download. [online] 2019 Acsm.org. Available at: <<https://www.acsm.org/blog-detail/acsm-certified-blog/2019/07/31/acsm-guidelines-for-strength-training-featured-download>> [dostęp, kwiecień 22, 2023].
29. Figueiredo V.C., Cameron-Smith D., Is carbohydrate needed to further stimulate muscle protein synthesis/hypertrophy following resistance exercise?. *J Int Soc Sports Nutr.* 2013;10(1):42. Published 2013 Sep 25.
30. Fink J., Schoenfeld B.J., Nakazato K., The role of hormones in muscle hypertrophy. *Phys Sportsmed.* 2018;46(1):129-134.
31. Ford H.T. Jr, Puckett J.R., Drummond J.P., Sawyer K., Gantt K., Fussell C., Effects of three combinations of plyometric and weight training programs on selected physical fitness test items. *Percept Mot Skills.* 1983;56(3):919-22.
32. Gallagher J.R., Gallagher C.D., Brouha L. IV. The Evaluation of a "Body-Building" Program Utilizing a Bicycle Ergometer Test. *Yale J Biol Med.* 1943;15(5):689-692.
33. Geanta V.A., Petru A.V., Improving muscle size with Weider's principle of progressive overload in non-performance athletes. *Timisoara Physical Education and Rehabilitation Journal* 2021; 14,27: 27-32.
34. Goertzen M., Schöppe K., Lange G., Schulitz K.P., Verletzungen und Überlastungsschäden beim Bodybuilding und Powerlifting [Injuries and damage caused by excess stress in body building and power lifting]. *Sportverletz Sportschaden.* 1989;3(1):32-6.

35. Grgic J., Schoenfeld B.J., Mikulic P., Effects of plyometric vs. resistance training on skeletal muscle hypertrophy: A review. *J Sport Health Sci.* 2021;10(5):530-536.
36. Gulam A., Recreation- Need and importance in modern society. *International Journal of Physiology, Nutrition and Physical Education* 2016; 1(2): 157-160.
37. Heffernan C., Desirable Bodies and Eugen Sandow's Curative Institute in Edwardian England. *Social History of Medicine* 2022; 35,1: 195-216.
38. Helms E.R., Aragon A.A., Fitschen P.J., Evidence-based recommendations for natural bodybuilding contest preparation: nutrition and supplementation. *J Int Soc Sports Nutr.* 2014;11:20.
39. Iraki J., Fitschen P., Espinar S., Helms E., Nutrition Recommendations for Bodybuilders in the Off-Season: A Narrative Review. *Sports (Basel).* 2019;7(7):154.
40. Karimian R., Rahnama N., Ghasemi G., Lenjannejadian S., Photogrammetric Analysis of Upper Cross Syndrome among Teachers and the Effects of National Academy of Sports Medicine Exercises with Ergonomic Intervention on the Syndrome. *J Res Health Sci.* 2019 Jul 3;19(3):e00450.
41. Karpik A., Jemioł-Milc D., Załęska P., Ryterska K., Suplementacja wśród mężczyzn amatorsko uprawiających kulturystykę. *Polski Przegląd Nauk o Zdrowiu* 4 (61) 2019
42. Keogh J.W., Winwood P.W., The Epidemiology of Injuries Across the Weight-Training Sports. *Sports Med.* 2017 Mar;47(3):479-501.
43. Keenan S., Cooke M.B., Belski R., The Effects of Intermittent Fasting Combined with Resistance Training on Lean Body Mass: A Systematic Review of Human Studies. *Nutrients.* 2020;12(8):2349.
44. Kisiel D., Kozubowski A., Bezpieczne żywienie w treningu siłowym. *Security, Economy & Law* 2017; 3,XVI : 178-198).
45. Kowaluk G., Sacharuk J., Bodybuilding. Methods of training, nutrition and biological renewal. University of Physical Education in Biała Podlaska. Biała Podlaska 2003.
46. Krzysztofik M., Wilk M., Wojdała G, Gołaś A. Maximizing Muscle Hypertrophy: A Systematic Review of Advanced Resistance Training Techniques and Methods. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2019; 16(24):4897.
47. Kruszewski M., Metody treningu i podstawy żywienia w sportach siłowych. Centralny Ośrodek Sportu, Warszawa 2007.
48. Kruszewski M., Kępa G., Merda W., Trening Kulturystyczny w okresie przygotowawczym. Zeszyty Nakowo-Methodyczne Wydanie I Akademia Wychowania Fizycznego w Warszawie, Warszawa 1997.

49. Kruszewski M., Elias J., Dąbrowa M., Kruszewski B., Wit B., Wychowanki M., Gajewski J., Wpływ izometrycznego treningu siły mięśniowej i suplementacji hydroksymetylomaślanem (HMB) na potencjał ruchowy i skład ciała młodych mężczyzn nie uprawiających wyczynowo sportu. *Pol. Physiother.* 2003;3:357-374.
50. Kuropatnicki A., Sir Thomas Elyofs The Castel of Helth as an Example of Popular Renaissance Medical Literature. *Annales Academiae Paedagogicae Cracoviens Studia Romantica* 2003; 151-162.
51. Kuropatnicki A., Sir Thomas Elyot –A neologiser with utylitarian aims. *Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis Studia Anglica* 2015; 40-55.
52. Kuński H., *Podstawy Treningu Zdrowotnego.* Medsportpress, Warszawa 2002.
53. Lavallee M.E., Balam T., An overview of strength training injuries: acute and chronic. *Curr Sports Med Rep.* 2010;9(5):307-13.
54. Leith R.F.C., An Inquiry into the Physiology of the Action of Thermal Saline Baths and Resistance Exercises in the Treatment of Chronic Heart Disease (the Nauheim and Schott System). *Trans Med Chir Soc Edinb.* 1896;15:67-94.
55. Lenzi J.L., Teixeira E.L., de Jesus G, Schoenfeld B.J., de Salles Painelli V. Dietary Strategies of Modern Bodybuilders During Different Phases of the Competitive Cycle. *J Strength Cond Res.* 2021;35(9):2546-2551.
56. Lis M., Wolność wyboru a suplementy diety w kontekście wzrostu efektywności treningu siłowego „Rynek-Społeczeństwo-Kultura”. 2018;31,1: 59-63.
57. Macaluso F., Isaacs A.W., Myburgh KH. Preferential type II muscle fiber damage from plyometric exercise. *J Athl Train.* 2012 ;47(4):414-20.
58. Maniazhagu D., Kannadasan M., Malar S., Effects of explosive strength and strength endurance based circuit training on speed performance. *International Journal of Research - Granthaalayah* 2017; 5(8:SE), 76-82.
59. Mata F., Valenzuela P.L., Gimenez J., Tur C., Ferreria D., Domínguez R., Sanchez-Oliver A.J., Martínez Sanz JM. Carbohydrate Availability and Physical Performance: Physiological Overview and Practical Recommendations. *Nutrients.* 2019;11(5):1084.
60. Maestroni L., Read P., Bishop C., Papadopoulos K., Suchomel T.J., Comfort P., Turner A. The Benefits of Strength Training on Musculoskeletal System Health: Practical Applications for Interdisciplinary Care. *Sports Med.* 2020;50(8):1431-1450.

61. Methenitis S., Mpampoulis T., Spiliopoulou P., Papadimas G., Papadopoulos C., Chalari E., Evangelidou E., Stasinaki A.N., Nomikos T., Terzis G., Muscle fiber composition, jumping performance, and rate of force development adaptations induced by different power training volumes in females. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2020;45(9):996-1006.
62. Mentzer M., Little J., High-Intensity training the mike Mentzer way. McGraw Hill Professional, 2002.
63. Moir G.L., Graham B.W., Davis S.E., Guers J.J., Witmer C.A., Effect of cluster set configurations on mechanical variables during the deadlift exercise. *J Hum Kinet.* 2013;39:15-23.
64. Moretti A., Paoletta M., Liguori S., Bertone M., Toro G., Iolascon G. Choline: An Essential Nutrient for Skeletal Muscle. *Nutrients.* 2020;12(7):2144.
65. Moquin P.A., Wetmore A.B., Carroll K.M., Fry A.C., Hornsby W.G., Stone M.H.. Lean Body Mass and Muscle Cross-Sectional Area Adaptations Among College Age Males with Different Strength Levels across 11 Weeks of Block Periodized Programmed Resistance Training. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(9):4735.
66. Naglak Z., *Metodyka treningowa sportowca.* Wydawnictwo Akademii Wychowania Fizycznego, Wrocław 1999.
67. Nunes E.A., Colenso-Semple L., McKellar S.R., Yau T, Ali M.U., Fitzpatrick-Lewis D., Sherifali D., Gaudichon C., Tomé D., Atherton P.J., Robles M.C., Naranjo-Modad S., Braun M., Landi F., Phillips S.M., Systematic review and meta-analysis of protein intake to support muscle mass and function in healthy adults. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2022;13(2):795-810.
68. Osiński W., *Antropomotoryka (Antropomototics).* Wydawnictwo AWF Poznań, Seria Podręczniki, 2000; 49.
69. Panasiewicz M., Grochowicz J., Ocena sposobu odżywiania i aktywności fizycznej w uprawianiu kulturystyki. Online : https://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.desklight-6310812b-5916-41b7-aa75-cbf05af55542/c/03-Panasiewicz-Grochowicz-OCENA_SPOSOBU.pdf (Dostęp 15.05.2022).
70. Patus J., Accentuated Eccentric Loading is Superior to Traditional Loading for Improving Acute Countermovement Jump Performance in Adult, Resistance-Trained Males, *Journal of Sport Rehabilitation* 2021; 30(6): 956-960.
71. Pedersen B.K., Physical activity and muscle-brain crosstalk. *Nat Rev Endocrinol.* 2019 Jul;15(7):383-392.

72. Pedersen H., Fimland M.S., Schoenfeld B.J., A randomized trial on the efficacy of split-body versus full-body resistance training in non-resistance trained women. *BMC Sports Sci Med Rehabil* 2022; 14: 87.
73. Ramirez-Campillo R., Andrade D.C., Izquierdo M., Effects of plyometric training volume and training surface on explosive strength. *J Strength Cond Res.* 2013;27(10):2714-22.
74. Ribeiro A.S., Nunes J.P., Schoenfeld B.J., Should Competitive Bodybuilders Ingest More Protein than Current Evidence-Based Recommendations? *Sports Med.* 2019;49(10): 1481-1485.
75. Pignanelli C., Petrick H.L., Keyvani F., Heigenhauser G.J.F., Quadrilatero J., Holloway G.P., Burr J.F., Low-load resistance training to task failure with and without blood flow restriction: muscular functional and structural adaptations. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2020;318(2):R284-R295.
76. Plotkin D.L., Roberts M.D., Haun C.T., Schoenfeld B.J., Muscle Fiber Type Transitions with Exercise Training: Shifting Perspectives. *Sports (Basel).* 2021;9(9):127.
77. Reyes N.L., Banks G.B., Tsang M., Margineantu D., Gu H., Djukovic D., Chan J., Torres M., Liggitt H.D., Hirenallur-S D.K., Hockenbery D.M., Raftery D., Iritani B.M., Fnip1 regulates skeletal muscle fiber type specification, fatigue resistance, and susceptibility to muscular dystrophy. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2015;112(2):424-9.
78. Roberts B.M., Helms E.R., Trexler E.T., Fitschen P.J., Nutritional Recommendations for Physique Athletes. *J Hum Kinet.* 2020;71:79-108. Published 2020 Jan 31. doi:10.2478/hukin-2019-0096.
79. Rodrigues R., Ferraz R.B., Kurimori C.O., Guedes L.K., Lima F.R., de Sá-Pinto A.L., Gualano B., Roschel H., Low-Load Resistance Training With Blood-Flow Restriction in Relation to Muscle Function, Mass, and Functionality in Women With Rheumatoid Arthritis. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2020;72(6):787-797.
80. Sartori R., Romanello V., Sandri M., Mechanisms of muscle atrophy and hypertrophy: implications in health and disease. *Nat Commun.* 2021;12(1):330.
81. Schoenfeld Brad., Hypertrophy-Related Responses and Adaptations to Exercise Stress [w:] *Science and Development of Muscle Hypertrophy.* Human Kinetics, United Kingdom, 2016.
82. Schoenfeld B.J., Grgic J., Van Every D.W., Plotkin D.L., Loading Recommendations for Muscle Strength, Hypertrophy, and Local Endurance: A Re-Examination of the Repetition Continuum. *Sports (Basel).* 2021;9(2):32.

83. Schoenfeld B.J., Aragon A.A., Krieger J.W., The effect of protein timing on muscle strength and hypertrophy: a meta-analysis. *J Int Soc Sports Nutr.* 2013;10(1):53.
84. Schoenfeld B.J., Ogborn D., Krieger J.W., Effects of Resistance Training Frequency on Measures of Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2016;46(11):1689-1697.
85. Siewe J., Marx G., Knöll P., Eysel P., Zarghooni K., Graf M., Herren C., Sobottke R., Michael J., Injuries and overuse syndromes in competitive and elite bodybuilding. *Int J Sports Med.* 2014;35(11):943-8.
86. Spittler D.L., Diaz F.J., Horvath S.M., Wright J.E., Body composition and maximal aerobic capacity of bodybuilders. *J Sports Med Phys Fitness.* 1980;20(2):181-8.
87. Stojiljković N., Ignjatović A., Savić Z., Marković Ž., Milanović S., HISTORY OF RESISTANCE TRAINING. *Activities in Physical Education and Sport* 2013; 3,1: 135-138.
88. Stokes T., Hector A.J., Morton R.W., McGlory C., Phillips S.M., Recent Perspectives Regarding the Role of Dietary Protein for the Promotion of Muscle Hypertrophy with Resistance Exercise Training. *Nutrients.* 2018;10(2):180.
89. Szopa J., Mleczo E., Żak S., *Podstawy Antropomotoryki.* Wydawnictwo Naukowe PWN - Warszawa- Kraków 2000.
90. Szopa J, Grabowski H. *Eurofit: Europejski Test Sprawności Fizycznej.* Wydawnictwo Skryptowe AWF Kraków 1991; 103: 33-71.
91. Takai Y, Nakatani M, Aoki T, Komori D, Oyamada K, Murata K, Fujita E, Akamine T, Urita Y, Yamamoto M, Kanehisa H. Profile of regional fat and fat-free soft tissue accumulation in male athletes. *J Physiol Anthropol.* 2020 Mar 6;39(1):5.
92. Uciechowski P., Dempke W.C.M., Interleukin-6: A Masterplayer in the Cytokine Network. *Oncology.* 2020;98(3):131-137.
93. Wagle J.P., Taber CB, Cunanan AJ, Bingham GE, Carroll KM, DeWeese BH, Sato K, Stone MH. Accentuated Eccentric Loading for Training and Performance: A Review. *Sports Med.* 2017;47(12):2473-2495.
94. Walling M.A., Janovitz EB. Chapter 5 - Morphologic Manifestations of Toxic Cell Injury. [w:] *Fundamentals of Toxicologic Pathology (Third Edition).* Academic Press, London 2018; 59-81.
95. Wasserfurth P., Palmowski J., Hahn A., Krüger K., Reasons for and Consequences of Low Energy Availability in Female and Male Athletes: Social Environment, Adaptations, and Prevention. *Sports Med Open.* 2020;6(1):44.

96. Wawrzyniak A., Przybyłowicz K., Wądołowska L., Charzewska J., Górecką D., Lange E., Stanowisko komitetu o żywieniu człowieka polskiej akademii nauk w sprawie stosowania przez osoby dorosłe suplementów diety zawierających witaminy i składniki mineralne. *Rocz Panst Zakl Hig* 2021; 72,3: 1-6.
97. Westcott W.L., Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Curr Sports Med Rep.* 2012;11(4):209-16.
98. Weider J. System budowania ciała. Sport i Turystyka. Warszawa 1992.
99. Wilson J.M., Duncan N.M., Marin P.J., Brown L.E., Loenneke J.P., Wilson S.M., Jo E., Lowery R.P., Ugrinowitsch C., Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *J Strength Cond Res.* 2013 ;27(3):854-9.
100. Wilson J.M., Loenneke J.P., Jo E., Wilson G.J., Zourdos M.C., Kim J.S., The effects of endurance, strength, and power training on muscle fiber type shifting. *J Strength Cond Res.* 2012;26(6):1724-9.
101. Włodarczyk M., Adamus P., Zieliński J., Kantanista A., Effects of Velocity-Based Training on Strength and Power in Elite Athletes-A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18,10:5257.
102. Zuzda J., Latasiewicz R., Zasady i komponenty treningu rekreacyjnego - regulacja intensywności rekreacyjnych ćwiczeń systemu Step Reebok. *Economy and Management* 2010; 2: 110-126.
103. Villavicencio Kim J., Wu G.Y., Body Building and Aminotransferase Elevations: A Review. *J Clin Transl Hepatol.* 2020;8(2):161-167.

Źródła internetowe:

<https://www.nasca.com/about-us/about-us/> dostęp 12.04.2023

<https://blog.nasm.org/sports-performance/back-to-the-basics-hypertrophy> dostęp 15.04.2023

<https://www.npg.org.uk/collections/search/portrait/Eugen-Sandow> dostęp 10.04.2023

Spis tabel

Tabela 1. Kategorie kulturystyki klasycznej	10
Tabela 2. Rekomendacje dotyczące treningu w kulturystyce (Fiatarone i wsp. 2019)	16
Tabela 3. Charakterystyka badanych grup	30
Tabela 4. Ćwiczenia w pierwszym etapie badania (8 tygodni interwencji) w zależności od grupy	33
Tabela 5. Ćwiczenia w drugim etapie badania (8 tygodni interwencji) w zależności od grupy	34
Tabela 6. Wyniki badań parametrów morfologicznych przed interwencją w zależności od grupy	38
Tabela 7. Wyniki pomiarów obwodów tułowia przed interwencją w zależności od grupy	38
Tabela 8. Wyniki pomiarów obwodów kończyn górnych oraz dolnych przed interwencją w zależności od grupy	39
Tabela 9. Wyniki pomiarów sprawności fizycznej przed interwencją w zależności od grupy	40
Tabela 10. Wyniki badań parametrów morfologicznych w grupie I w zależności od etapu badań	41
Tabela 11. Wyniki pomiarów obwodów tułowia w grupie I w zależności od punktu pomiarowego	41
Tabela 12. Wyniki pomiarów obwodów kończyn dolnych i górnych w grupie I w zależności od etapu badania	42
Tabela 13. Wyniki pomiarów sprawności fizycznej w grupie I w zależności od etapu badania	43
Tabela 14. Wyniki badań parametrów morfologicznych grupy II przed i po interwencji	44
Tabela 15. Wyniki pomiarów obwodów tułowia dla grupy II przed i po interwencji	44
Tabela 16. Wyniki pomiarów obwodów kończyn górnych oraz dolnych grupy II przed i po interwencji	45
Tabela 17. Wyniki pomiarów sprawności fizycznej grupy II przed i po interwencji	46
Tabela 18. Wyniki badań parametrów morfologicznych dla grupy Ib przed i po interwencji	47
Tabela 19. Wyniki pomiarów obwodów części tułowia grupy Ib przed i po interwencji	47
Tabela 20. Wyniki pomiarów kończyn dolnych oraz górnych grupy Ib przed i po interwencji	48
Tabela 21. Wyniki pomiarów sprawności fizycznej grupy Ib przed i po interwencji	49
Tabela 22. Wyniki badań parametrów morfologicznych grupy IIb przed i po interwencji	50

Tabela 23. Wyniki pomiarów obwodów tułowia grupy IIb przed i po interwencji	50
Tabela 24. Wyniki pomiarów obwodów kończyn górnych i dolnych grupy IIb przed i po interwencji	51
Tabela 25. Wyniki pomiarów sprawności fizycznej grupy IIb przed i po interwencji	52
Tabela 26. Efektywność interwencji wyrażona przez różnice pomiędzy I i II badaniem w zależności od grupy	62
Tabela 27. Efektywność interwencji wyrażona przez różnice pomiędzy II i III badaniem w zależności od grupy	63
Tabela 28. Czynniki kształtujące zmianę wyników wydolności tlenowej VO_{2max}	64
Tabela 29. Czynniki kształtujące zmianę wyników przejścia do siadu z leżenia tyłem	65
Tabela 30. Czynniki kształtujące zmianę wyników podciągania na drążku	66
Tabela 31. Czynniki kształtujące zmianę wyników siły chwytu.....	67
Tabela 32. Czynniki kształtujące zmianę wyników wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM.....	68
Tabela 33. Czynniki kształtujące zmianę wyników wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej z ciężarem 30 kg	69
Tabela 34. Czynniki kształtujące zmianę wyników przysiadu klasycznego ze sztangą 1RM .	70
Tabela 35. Czynniki kształtujące zmianę wyników biegu wahadłowego	71
Tabela 36. Czynniki kształtujące zmianę wyników skłonu dosiężnego w siadzie.....	72
Tabela 37. Czynniki kształtujące zmianę wyników skoku w dal z miejsca	73
Tabela 38. Korelacja pomiędzy czynnikami morfologicznymi a zmianą wyników sprawności fizycznej w grupie I	74
Tabela 39. Korelacja pomiędzy czynnikami morfologicznymi a zmianą wyników sprawności fizycznej w grupie II.....	75

Spis rycin

Ryc. 1. Eugen Sandow w pozie posągowej z rozluźnionymi mięśniami, sztanga Sandowa.....	9
Ryc. 2. Zależności pomiędzy liczbą powtórzeń, a efektem treningowym	16
Ryc. 3. Schemat badania.....	31
Ryc. 4. Zmiana średniej wyników VO_{2max} w zależności od terminu badań oraz grupy.....	53
Ryc. 5. Zmiana średniej wyników próby przejść do siadów z leżenia tyłem w zależności od terminu badań oraz grupy	54
Ryc. 6. Zmiana średniej wyników podciągania na drążku w zależności od terminu badań oraz grupy.....	55
Ryc. 7. Zmiana średniej wyników zwisu na drążku w zależności od terminu badań oraz grupy.....	56
Ryc. 8. Zmiana średniej wyników wyciskania sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM w zależności od terminu badań oraz grupy	57
Ryc. 9. Zmiana średniej wyników przysiadu klasycznego ze sztangą w zależności od terminu badań oraz grupy	58
Ryc. 10. Zmiana średniej wyników biegu wahadłowego w zależności od terminu badań oraz grupy.....	59
Ryc. 11. Zmiana średniej wyników skłonu dosiężnego w siadzie w zależności od terminu badań oraz grupy	60
Ryc. 12. Zmiana średniej wyników skoku w dal z miejsca w zależności od terminu badań oraz grupy.....	61

Streszczenie

Wstęp

Kulturystyka widziana jest wielowymiarowo; w wymiarze społecznym, zdrowotnym, psychologicznym. Według Słownika Języka Polskiego kulturystyka definiowana jest jako: „zespół ćwiczeń wykonywanych z odpowiednimi przyborami i na specjalnych przyrządach, zapewniających człowiekowi umięśnioną sylwetkę oraz sprawność fizyczną. Badania wskazują, iż w ciągu 10 tygodni treningu oporowego wartość beztłuszczowej masy ciała może zwiększyć się o około 1,4 kg, zwiększyć metabolizm spoczynkowy o 7% oraz obniżyć masę ciała o 1,8 kg. Jednocześnie nie ma konsensusu dotyczącego stosunku liczby powtórzeń i oporu zewnętrznego, w kształtowaniu siły i masy mięśniowej w ujęciu rekreacyjnym. Celem badania był wpływ eksperymentalnego treningu siłowego na poziom wybranych parametrów morfologicznych i funkcjonalnych organizmu osób rekreacyjnie ćwiczących kulturystykę.

Material i Metody

Zbadano 40 osób, które zostały podzielone na dwie grupy (X 26,1 lat, SD 2,1 roku). Badanych podzielono losowo na dwie równe grupy. Trening był realizowany przez 16 tygodni według programu opisanego (tabela 4 i 5). Pierwsze 8 tygodni było realizowane przy założeniu:

1. 4 tygodnie treningu wszystkich grup mięśniowych po 3 x w tygodniu
2. 4 tygodnie treningu dzielonego (systemem split)

Grupa I po pierwszych 8 tygodniach zmieniła nazwę na grupa Ib i realizowała program dla grupy II z pierwszych 8 tygodni. Natomiast grupa II zmieniła nazwę na grupę IIb i realizowała program grupy I z pierwszych 8 tygodni.

Po pierwszych 8 tygodniach treningowych nastąpiła siedmiodniowa przerwa regeneracyjna. Wykonano III punkty pomiarowe (I-przed, II po pierwszych 8 tygodniach, III- po zakończeniu kolejnych 8 tygodni).

Badani z pierwszej grupy mieli uzyskać submaksymalną intensywność ćwiczeń siłowych (80% 1RM, 4 serie, 6-8 powtórzeń, 1 minuta odpoczynku między seriami). Badani z drugiej grupy wykonywali ten sam zestaw ćwiczeń, ale o umiarkowanej intensywności (40-60% 1RM, 4 serie, 15-20 powtórzeń, 1 minuta przerwy między seriami)

Zbadano parametry somatyczne (wysokość ciała, masę ciała, obliczono BMI, zmierzono obwody ciała), morfologiczne (% tkanki tłuszczowej, masę tkanki tłuszczowej, beztłuszczową masę ciała) oraz funkcjonalne poprzez testy sprawności fizycznej (test stopniowany - pomiar VO_{2max} , przejścia do siadu z leżenia tyłem, podciąganie na drążku, czas

zwisu na drążku, wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM, wyciskanie sztangi o ciężarze 30 kg w leżeniu na ławce poziomej, przysiad klasyczny ze sztangą 1RM, skok z miejsca w dal, bieg wahadłowy, skłon dosiężny w siadzie). Parametry morfologiczne oraz funkcjonalne zbadano trzykrotnie.

Wyniki

Badani w II grupie mieli większą ilość beztłuszczowej masy ciała, obwód ramienia lewego oraz uda lewego ($p < 0,05$). Po interwencji w grupie I zaobserwowano istotny wzrost beztłuszczowej masy ciała o 2,1% ($p < 0,05$), zwiększenie obwodu uda prawego (różnica 1,25 cm $p < 0,05$) oraz lewego (różnica 1,25 cm $p < 0,05$). Zwiększyli oni swoje wyniki w testach przejścia do siadu z leżenia tyłem, podciągania na drążku, zwisie na drążku, przysiadu klasycznego ze sztangą 1RM, biegu wahadłowego oraz skłonu dosiężnego w siadzie ($p < 0,05$). Po interwencji w grupie II zaobserwowano wzrost beztłuszczowej masy ciała o około 2% ($p = 0,037$). Wyniki sprawności fizycznej uległy poprawie we wszystkich badanych parametrach ($p < 0,05$). Efektywność w pierwszych 8 tygodniach wykazała, iż efekt interwencji dla parametrów morfologicznych oraz testów sprawności fizycznej wahał się pomiędzy brakiem efektu (podciąganie na drążku oraz wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM) do umiarkowanego (czas zwisu na drążku). Większy efekt był obserwowany w ubytku masy tłuszczowej w grupie I, natomiast w grupie II w czasie zwisu na drążku. Efektywność w kolejnych 8 tygodniach interwencji dla parametrów morfologicznych oraz testów sprawności fizycznej wahał się pomiędzy brakiem efektu (wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM) do dużego efektu (przejścia do siadu z leżenia tyłem, zwis na drążku). Większy efekt był obserwowany w czasie zwisu na drążku w grupie Ib, natomiast dla grupy IIb w przejściach do siadu z leżenia tyłem.

Wnioski

1. Trening eksperymentalny zwiększa poziom badanych parametrów morfologicznych, takich jak beztłuszczowa masa ciała (co sugeruje zwiększenie masy mięśniowej) oraz funkcjonalnych, takich jak wydolność aerobowa, siła mięśni kończyn górnych i dolnych oraz tułowia u osób ćwiczących rekreacyjnie kulturystykę.
2. Wzrost rezultatów w próbie siły dynamicznej mięśni brzucha, podciągania na drążku, zwisu na drążku, przysiadu klasycznego ze sztangą 1RM, wyników w teście biegu wahadłowego oraz skłonu dosiężnego w siadzie świadczy o poprawie sprawności fizycznej badanych osób.

4. Zarówno trening z małym jak i dużym oporem zewnętrznym zwiększa poziom parametrów morfologicznych oraz funkcjonalnych.
5. Efektywność kształtowania siły mięśni kończyn górnych, dolnych oraz tułowia w obu przypadkach jest porównywalna. Ilość beztłuszczowej masy ciała oraz BMI wpływa na różnice w parametrach funkcjonalnych organizmu między różnymi rodzajami treningu.

Abstrakt

Introduction

Bodybuilding is viewed multidimensionally: socially, physically, and psychologically. According to the Polish Dictionary, bodybuilding is defined as a "set of exercises performed with appropriate equipment and on special devices, providing a person with a muscular physique and physical fitness." Research indicates that over a 10-week period of resistance training, the value of lean body mass can increase by approximately 1.4 kg, resting metabolism can increase by 7%, and body mass can decrease by 1.8 kg. However, there is no consensus on the relationship between the number of repetitions and external resistance in recreational strength and muscle mass development. The aim of this study was to investigate the impact of experimental strength training on selected morphological and functional parameters of individuals engaged in recreational bodybuilding.

Materials and Methods

A total of 40 individuals were divided into two groups (mean age 26.1 years, SD 2.1 years). The participants were randomly assigned to two equal groups. The training was conducted for 16 weeks according to the described program (Table 4 and 5). The first 8 weeks involved the following:

1. 4 weeks of training all muscle groups 3 times a week.
2. 4 weeks of split training.

Group I was renamed Group Ib after the first 8 weeks and followed the program of Group II from the first 8 weeks. Meanwhile, Group II was renamed Group IIb and followed the program of Group I from the first 8 weeks. After the initial 8 weeks of training, a seven-day recovery period was implemented. Three measurement points were conducted (I-pre, II-after the first 8 weeks, III-after the subsequent 8 weeks).

The participants in the first group were to achieve submaximal intensity in strength exercises (80% 1RM, 4 sets, 6-8 repetitions, 1-minute rest between sets). The participants in the second group performed the same set of exercises but at a moderate intensity (40-60% 1RM, 4 sets, 15-20 repetitions, 1-minute rest between sets). Somatic parameters (height, body weight, BMI calculated, body circumferences), morphological parameters (percentage of body fat, fat tissue mass, lean body mass), and functional parameters measured through physical fitness tests (incremental test - VO₂max measurement, sit-ups, pull-ups, hanging time on a bar, bench press

1RM, bench press with a 30 kg weight, classic squat 1RM, standing long jump, shuttle run, sit and reach test) were examined. Morphological and functional parameters were assessed three times.

Results

Group II participants had a higher amount of lean body mass, left arm circumference, and left thigh circumference ($p<0.05$). After the intervention in Group I, a significant increase in lean body mass by 2.1% ($p<0.05$), an increase in right thigh circumference (difference of 1.25 cm, $p<0.05$), and left thigh circumference (difference of 1.25 cm, $p<0.05$) were observed. They also improved their performance in physical fitness tests such as the sit-ups test, pull-ups, hanging time on a bar, bench press 1RM, shuttle run, and sit and reach test ($p<0.05$). After the intervention in Group II, an increase in lean body mass by approximately 2% was observed ($p=0.037$). Physical fitness results improved in all assessed parameters ($p<0.05$). The effectiveness in the first 8 weeks varied between no effect (pull-ups and bench press 1RM) and moderate effect (hanging time on a bar). Greater effects were observed in fat mass reduction in Group I, while in Group II, it was observed during the hanging time on a bar. The effectiveness in the subsequent 8 weeks varied between no effect (bench press 1RM) and significant effect (sit-ups test, hanging time on a bar). Greater effects were observed in hanging time on a bar in Group Ib, while for Group IIb, it was observed in the sit-ups test.

Conclusions

1. Experimental training increases the level of morphological parameters such as lean body mass (indicating increased muscle mass) and functional parameters such as aerobic endurance, upper and lower limb strength, and trunk strength in individuals engaged in recreational bodybuilding.
2. Improved results in dynamic muscle strength tests of the abdomen, pull-ups, hanging time on a bar, bench press 1RM, shuttle run test, and sit and reach test demonstrate improved physical fitness in the participants.
3. Both low and high external resistance training increase morphological and functional parameters.
4. The effectiveness of developing upper limb, lower limb, and trunk strength is comparable in both cases. Lean body mass and BMI contribute to differences in the functional parameters of the body between different types of training.

Aneks

Załącznik nr 1. Karta pomiarów antropometrycznych

Grupa: Badany:	I badanie	II badanie	III badanie
Wysokość ciała (m)
Masa ciała (kg)
Poziom tkanki tłuszczowej (%)
Masa tkanki tłuszczowej (kg)
Beztłuszczową masa ciała (kg)
BMI (kg/m ²)

Załącznik nr 2. Karta pomiarów obwodów ciała

Grupa: Badany:	I badanie			II badanie			III badanie		
	Część ciała	Wartość	Strona Lewa	Strona Prawa	Wartość	Strona Lewa	Strona Prawa	Wartość	Strona Lewa
Ramię	-			-			-		
Przedramię	-			-			-		
Szyja		-	-		-	-		-	-
Klatka piersiowa		-	-		-	-		-	-
Obwód brzucha		-	-		-	-		-	-
Udo	-			-			-		
Łydka	-			-			-		

Załącznik nr 3. Karta pomiarów testów sprawności fizycznej

<p>Grupa: Badany:</p>	I badanie	II badanie	III badanie
VO_{2max} (ml/kg/min)			
Przejście do siadu z leżenia tyłem (nx)			
Podciąganie na drążku (nx)			
Zwis na drążku (s)			
Wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 1RM (kg)			
Wyciskanie sztangi w leżeniu na ławce poziomej 30 kg (nx)			
Przysiad klasyczny ze sztangą 1RM (kg)			
Bieg Wahadłowy (s)			
Skłon dosiężny w siadzie (cm)			
Skok w dal z miejsca (cm)			