

Konrad Pałka, Eugeniusz Bolach

Stronność kończyn górnych po wyzwoleniu maksymalnej siły izometrycznej u niepełnosprawnych ciężarowców

Przegląd Naukowo-Metodyczny. Edukacja dla Bezpieczeństwa nr 2, 237-252

2014

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach
dozwolonego użytku.

Konrad PAŁKA
Eugeniusz BOLACH

Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu

STRONNOŚĆ KOŃCZYN GÓRNYCH PO WYZWOLENIU MAKSYMALNEJ SIŁY IZOMETRYCZNEJ U NIEPEŁNOSPRAWNYCH CIĘŻAROWCÓW

Wprowadzenie

Na świecie osób z niepełnosprawnością jest ponad pół miliarda z czego w Europie 50 milionów, a 4,7 w Polsce.¹ Wśród ogółu osób niepełnosprawnych w Europie, znaczącą ich część stanowią ludzie ze schorzeniami narządu ruchu. Charakter dysfunkcji oraz mechanizm jej powstawania u tych osób jest różny, lecz wszystkich ich łączy aspekt wykonywania ćwiczeń fizycznych, odpowiednich dla danego schorzenia, których celem jest zapobieganie pogłębianiu się niepełnosprawności, a także przeciwdziałanie patologicznym wzorcom kompensacji, tworząc tym samym prawidłowe.^{2 3} W Polsce jedną z najczęściej preferowanych dyscyplin sportu wśród młodych osób z niepełnosprawnością ruchową jest podnoszenie ciężarów.⁴ Pomimo tak dużego zainteresowania tą dyscypliną sportu, brak jest badań naukowych określających rozkład sił kończyn górnych podczas obustronnego wyciskania sztangi w płaszczyźnie horyzontalnej. Symetria ruchu sztangi jest warunkiem niezbędnym do zaliczenia boju i odgrywa kluczową rolę w treningu sportowym.^{5 6} Ponadto w dotychczas opublikowanych pracach nie zajmowano się stronnym zróżnicowaniem siły kończyn górnych w zależności od stażu treningowego danego zawodnika. Przebieg pojedynczego podejścia pozwala na wyciągnięcie wniosków, że obie kończyny górne generują identyczną siłę maksymalną, ponieważ ruch odbywa się symetrycznie do góry. Zawodnik może jednak kontrolować ruch i dozować siłę w taki sposób, aby spełnić warunki niezbędne do zaliczenia boju. Tak więc siła maksymalna obu kończyn górnych w łańcuchu otwartym może być różna.

¹ Główny Urząd Statystyczny. Raport z wyników – Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań. GUS. Warszawa 2012, s. 63-67

² K. Hady-Bartkowiak, M. Skupniewski, R. Kamiński, Schmidt R., W. Marek, Z. Kawecki, J. Mażnicka-Maciaszek, G. Domeński, K. Kwapiszewski, R. Plinta, T. Kaźmierczak, *Vademecum Sportu Niepełnosprawnych*. Polski Związek Sportu Niepełnosprawnych „Start”, Oficyna Wydawnicza Aba. Warszawa 2007

³ M. Kamińska, *Cechy osobowości inwalidów uprawiających sport w przeciwieństwie ze studentami*, Kultura Fizyczna, 1980

⁴ E. Bolach, *Trening sportowy zawodników z porażeniem mózgowym uprawiających podnoszenie ciężarów*. (w:) Sozański H., Perkowski K., Śledziwski D., *Efektywność systemów szkolenia w różnych dyscyplinach sportu*, AWF. Warszawa 2000, s. 142-145

⁵ J. Mysłakowski, *Przepisy organizacyjne i sędziowanie zawodów w podnoszeniu ciężarów dla osób niepełnosprawnych*, Wyd. Polski Związek Sportu Niepełnosprawnych „START”. Wrocław 2006

⁶ International Paralympic Committee. Powerlifting Rules and Regulations 2013-2016, Wyd. IPC. Bonn 2012

Cel badań

Celem badań było ustalenie różnicy w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych u niepełnosprawnych ciężarowców podczas obustronnego wyciskania w pozycji leżąc tyłem na ławie ciężkoatletycznej w łańcuchu otwartym przy różnym ustawieniu kątowym w stawach łokciowych (75°, 90°, 105°).

Pytania badawcze:

1. Czy występują istotne różnice w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych w łańcuchu otwartym u niepełnosprawnych ciężarowców?
2. Czy w którymś z ustawień kątowych w stawach łokciowych, występują wyraźniejsze dysproporcje w maksymalnej sile izometrycznej obu kończyn górnych?
3. Czy wraz ze wzrostem poziomu zaawansowania sportowego (stażu treningowego) zawodnika, zmniejszają się różnice pomiędzy maksymalną siłą izometryczną kończyn górnych w łańcuchu otwartym?

Materiał i metody badań

Materiał badań

Materiał badań dostarczył eksperyment badawczy przeprowadzony wśród 18 niepełnosprawnych zawodników uprawiających wyczynowo podnoszenie ciężarów osób niepełnosprawnych (powerlifting). Wszyscy badani zawodnicy to mężczyźni, dwóch z nich było leworęcznych, pozostali praworęczni. Wiek niepełnosprawnych ciężarowców kształtował się od 16 do 32 lat, przy średniej wieku 23,4 lata (tab. 1). Zawodnicy charakteryzowali się dużym zróżnicowaniem pod względem stażu treningowego: od 1 roku do 10 lat. Średni staż wyniósł 4 lata (tab. 1). Pięciu zawodników reprezentowało III grupę sportowo-medyczną (amputowani w obrębie kończyn dolnych), 6 zawodników – IV grupę (niepełnosprawni z paraplegią), 2 zawodników – V grupę (z różnymi schorzeniami narządu ruchu) oraz 5 zawodników – VI grupę sportowo-medyczną (z porażeniem mózgowym).

Tabela nr 1: Inicjały zawodników oraz ich staż treningowy / Initials of powerlifters and their training experience.

INICJAŁY ZAWODNIKÓW	STAŻ TRENINGOWY (LATA)	WIEK (LATA)
G. P.	1	16
K. P.	1	17
A. M.	1,5	16
M. S.	1,5	17
K. Ko.	2	20
K. J.	2	24
T. W.	2	23
M. M.	2,5	26
K. W.	3	18
K. B.	3	24
K. K.	3,5	19
A. S.	3,5	25

INICJAŁY ZAWODNIKÓW	STAŻ TRENINGOWY (LATA)	WIEK (LATA)
S. S.	5	25
K. T.	5	27
M. K.	8	32
A. O.	9	30
Ł. P.	9	31
K. T.	10	31

Metoda badań

Metodą badań był eksperyment, który służył do oceny różnic w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych u niepełnosprawnych ciężarowców podczas obustronnego wyciskania w pozycji leżąc tyłem na ławie ciężkoatletycznej w łańcuchu otwartym przy różnym ustawieniu kątowym w stawach łokciowych (75°, 90°, 105°).

Przebieg eksperymentu badawczego

Pozycja osoby badanej – zawodnik spoczywał na ławie ciężkoatletycznej w pozycji leżąc tyłem, jego kończyny dolne pozostawały w wyproście, zaś górne odwiedzone były pod kątem 90 stopni pomiędzy tułowiem, a ramieniem. Kąt w stawach łokciowych był zmienny, ustalony od 75, 90 do 105 stopni. Podczas trwania prób pięty, pośladki, łopatki oraz głowa zawodników pozostawały w stałym kontakcie z powierzchnią ławy ciężkoatletycznej. Kończyny dolne zostały dodatkowo ufiksowane pasem stabilizacyjnym. Uchwyty połączone z czujnikami tensometrycznymi spoczywały luźno w rękach osoby badanej, natomiast dolna część elementu pomiarowego za pomocą łańcuchów i haczyków przytwierdzone zastały do stelaża ławy ciężkoatletycznej, prostopadle do podłoża i ramienia zawodników. Regulacja odległości uchwytu od podłoża odbywała się poprzez wpinanie haczyków mocujących w odpowiednie ogniwa łańcucha, przytwierdzającego czujniki tensometryczne do stanowiska badawczego. Umożliwiało to dostosowanie łańcucha do długości kończyn górnych badanych zawodników i ustawienie zamierzonego kąta w stawach łokciowych (75°, 90°, 105°). Kąty w stawach mierzone były goniometrem ręcznym, ustalone poprzez regulację łańcucha mocującego. Szerokość chwytów będąca odległością pomiędzy palcami wskazującymi obu rąk była jednakowa dla wszystkich zawodników i wynosiła 81 centymetrów. Ustalenie tej wartości odbywało się za pomocą centymetra krawieckiego.

Próba badawcza – przed przystąpieniem do danej próby niepełnosprawni zawodnicy otrzymywali informację słowną dotyczącą przebiegu eksperymentu badawczego. Pierwsza próba badawcza, dla każdego ustawienia kąтового w stawach łokciowych wykonana była w celu zapoznania się zawodników z procedurą badania. Kolejne dwie próby traktowane były jako właściwe. Brano wynik średni z obu prób. Badany proszony był o nieznaczne naciągnięcie łańcuchów poprzez ruch rąk w górę. Następnie na sygnał słowny prowadzącego eksperyment, zawodnik wygenerował maksymalną siłę izometryczną mięśni kończyn górnych. Ruch ten odbywał się w płaszczyźnie horyzontalnej. Czas trwania maksymalnej siły izometrycznej mięśni kończyn górnych wynosił

3 sekundy. Na drugi sygnał zawodnik kończył to zadanie ruchowe i rozluźniał mięśnie. Próby przebiegały identycznie dla poszczególnych ustawień kątowych w stawach łokciowych kończyn górnych. Pierwszy pomiar przeprowadzany został w pozycji zerowej, tj. takiej, która występuje podczas boju wyciskania sztangi w jego pierwszej koncentrycznej fazie. Uchwyty pomiarowe znajdowały się na wysokości klatki piersiowej, w miejscu będącym przedłużeniem linii łączącej sutki badanego (rys. 1). Kąty w stawach łokciowych w tej pozycji były miarą indywidualną dla każdego zawodnika, mieszczącą się w zakresie od 60 do 70 stopni (rys. 1). Kąty te uzależnione były od cech antropometrycznych niepełnosprawnych zawodników, tj. długości kończyn górnych i wysokości klatki piersiowej. Następne pomiary wykonane zostały w kolejnych etapach fazy koncentrycznej wyciskania sztangi w leżeniu tyłem na ławie ciężkoatletycznej. Wykonano próby przy różnym ustawieniu stawów łokciowych, tj. pod kątami 75, 90 i 105 stopni, przy zachowaniu stałej odległości pomiędzy palcami wskazującymi zawodnika (81 centymetrów) w łańcuchu otwartym. Przerwa pomiędzy pomiarami przy tych samych ustawieniach kątowych u każdego zawodnika trwała 2 minuty, natomiast przy różnych kątach wydłużona została do 4 minut z uwagi na zmianę długości łańcuchów. Informacje zacytywane były z każdego czujnika tensometrycznego z osobna, co pozwalało na autonomiczny zapis maksymalnej siły izometrycznej kończyn górnych prawej i lewej.

Rysunek nr 1: Pozycja wyjściowa dla ruchu sztangi w fazie koncentrycznej boju (rys. własna) / The starting position for the movement of the barbell in the concentric phase of the battle.



Narzędzia badawcze

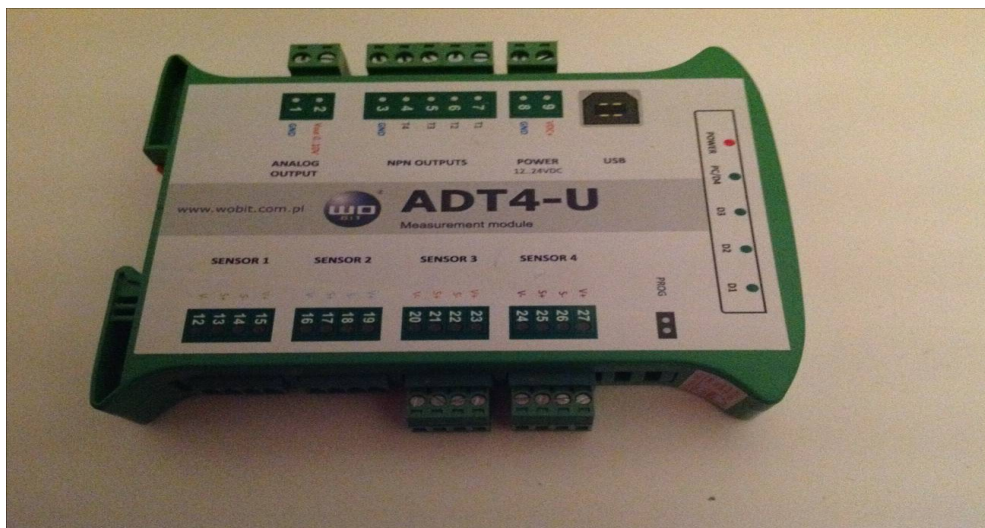
Moduł pomiarowy ADT4U – stanowił skrzynkę analizująco-rejestrującą pomiar maksymalnej siły skurczu izometrycznego mięśni kończyn górnych sczytywane z czujników tensometrycznych. Moduł ten jest urządzeniem służącym do pomiaru sygnałów pochodzących z czterech mostkowych czujników tensometrycznych. Układ ten pozwala na dokonywanie pomiarów z rozdzielczością do 100,000

działek, co umożliwia bardzo precyzyjny pomiar sił. Liczba działek wagi (n), określa liczbę działek odczytowych w przedziale od zera do obciążenia maksymalnego i wyrażona jest wzorem: $n = \max/d$, gdzie „ d ” – to działka odczytowa, która wyraża najmniejszą wartość odczytową wagi np. waga o zakresie $\max = 1 \text{ kg}$ i $d = 0,1 \text{ g}$ ma rozdzielczość 10.000. Urządzenie to współpracuje z programem komputerowym ADT4U-PC, który umożliwia jego konfigurację, a także odczyt pomiarów i ich wizualizację. Zapis zarejestrowanych pomiarów możliwy jest do odczytu w formie pliku tekstowego lub arkusza kalkulacyjnego. Komunikacja komputera z modułem odbywa się za pomocą kabla USB. Urządzenie nie wymaga zewnętrznego zasilania, gdy połączone jest z komputerem przez złącze USB (rys. nr 2).

Czujniki tensometryczne, tj. czujniki KMM20 wykonywane są na zakresy od 100 N do 5 kN obciążenia znamionowego. Obciążenie użytkowe może wynosić maksymalnie 150% zakresu. Stała charakterystyczna czujnika wynosi $1,5 \text{ mV/V} \pm 2\%$. Czujniki działają na zasadzie odkształcania materiału korpusu czujnika pod wpływem przyłożonej siły, a wraz z korpusem rozciągane są tensometry połączone w układ mostka. Czujniki umieszczone zostały pomiędzy dwoma częściami elementu mostka. Czujniki stanowił uchwyt pojedynczy do wyciągu, umożliwiający stabilny chwyt. Dolny fragment służył do połączenia urządzenia z łańcuchem mocującym je do stelaża ławy ciężkoatletycznej, zakończony był karabińczykiem (rys. 3).

Eksperyment badawczy poprzedzony został 15 minutową rozgrzewką niepełnosprawnych ciężarowców, która obejmowała mięśnie kończyn górnych, obręczy barkowej i tułowia. Jej zadaniem była aktywizacja mięśni zawodników, co zmniejszało ryzyko wystąpienia kontuzji podczas prób badawczych oraz pozwalało generować większą siłę maksymalną (tab. 2).

Rysunek nr 2: Moduł pomiarowy ADT4U (rys. własny) / The measuring module ADT4U.



Rysunek nr 3: Czujnik tensometryczny umieszczony pomiędzy uchwytem pojedynczym do wyciągu, a dolną częścią elementu pomiarowego, zakończonym karabińczykiem (rys. własna) / Tensometric sensor placed between the single handle to lift and lower part of the measuring system, completed carabiner.



Tabela nr 2: Rozgrzewka poprzedzająca próby pomiarowe na ławie ciężkoatletycznej u niepełnosprawnych ciężarowców / Warming up prior to the measurements on the bench with disabilities powerlifters.

OPIS ĆWICZENIA	CZAS	ILOŚĆ SERII	UWAGI
PW: siad z chwytem ławy jednorącz Ruch: krążenie drugą kg w przód	1 min.	1	Po 30 sekundach zmiana funkcji kończyn
PW: siad na ławie Ruch: jednoczesne krążenie kkg w przód i w tył	2 min.	1	Po 1 minucie zmiana kierunku ruchu
PW: siad na ławie, kkg odwiedzione w stawach ramiennych, zgięte w łokciowych Ruch: jednoczesne krążenie przedramion do przodu i do tyłu	1 min.	1	Po 30 sekundach zmiana kierunku ruchu
PW: siad na ławie, kkg wzdłuż tułowia, zgięte w stawach łokciowych, ręce splecione Ruch: krążenia nadgarstków w obu kierunkach	1 min.	1	Po 30 sekundach zmiana kierunku ruchu
PW: siad na ławie, w rękach piłka lekarska na wysokości klatki piersiowej Ruch: Wyrzut piłki sprzed klatki piersiowej, z jednoczesnym wyprostem w stawach łokciowych	3 min.	3 serie/1 5 powtórzeń	Zawodnik podaje piłkę do osoby siedzącej naprzeciwko w odległości 3 metrów

OPIS ĆWICZENIA	CZAS	ILOŚĆ SERII	UWAGI
PW: siad na ławie, piłka lekarska w rękach za głową Ruch: wyrzut piłki za głowy, jednoczesnym wyprostem w stawach łokciowych i ramiennych	3 min.	3 serie/15 powtórzeń	Zawodnik podaje piłkę do osoby siedzącej naprzeciwko w odległości 3 metrów
PW: leżenie tyłem na ławie, sztanga w rękach na wysokości klatki piersiowej Ruch: wyprost kkg w przód, następnie powrót do pw	4 min.	3 serie/15 powtórzeń	Szerokość chwytu gryfu w odległości 81 centymetrów pomiędzy palcami wskazującymi

Legenda do tab. 2:

kg – kończyna górna;

kkg – kończyny górne;

pw – pozycja wyjściowa;

Metoda statystyczna

Analizę statystyczną zastosowaną w badaniach przeprowadzono w programie STATISTICA 11.0. Uzyskane wyniki badań poddano trójczynnikowej analizie wariancji. Przy pomocy powyższego programu dokonano obliczeń odchyleń standardowych, przedziałów ufności oraz średnich wartości sił skurczu izometrycznego mięśni kończyny górnych lewej i prawej w zależności od stażu treningowego danego zawodnika oraz kątów w stawach łokciowych. Posługując się testem Tukeya określono istotne statystycznie różnice, przy poziomie istotności $p=0,01$ pomiędzy maksymalną siłą skurczu izometrycznego mięśni kończyn górnych niepełnosprawnego zawodnika.

Wyniki badań

Przeprowadzono badania, w których oceniano różnicę w maksymalnej sile skurczu izometrycznego kończyn górnych w łańcuchu otwartym u niepełnosprawnych ciężarowców. Dysproporcje w sile obu kończyn górnych skorelowano z różnymi ustawieniami kątowymi w stawach łokciowych oraz ze stażem treningowym danego zawodnika.

Analiza maksymalnej siły izometrycznej mięśni kończyn górnych obejmowała cztery ustawienia kątowe w stawach łokciowych, tj. w pozycji zerowej (60-70°) oraz przy ustawieniach 75°, 90°, 105°.

1. Analiza pierwszego ustawienia w stawach łokciowych: pozycja zerowa (kąt 60-70°).

Przy ustawieniu stawów łokciowych pod kątem w przedziale od 60 do 70 stopni, tj. w pozycji zerowej średnia różnica w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych w łańcuchu otwartym wyniosła 2,69 kilograma. Była to wartość nieistotna statystycznie, przy poziomie istotności $p=0,01$ (tab. 3).

Zawodnicy z krótkim stażem treningowym, tj. od 1 do 2 lat wykazywali większe różnice w maksymalnej sile izometrycznej pomiędzy obiema kończynami górnymi. Wraz ze wzrostem stażu treningowego różnice te znacznie się zmniejszały (tab. 3). U zawodnika K. T., uprawiającego tę dyscyplinę od 10 lat, różnica pomiędzy kończynami górnymi wyniosła 0 kilogramów (tab. 3);

2. Analiza drugiego ustawienia w stawach łokciowych: kąt 75°.

Średnia różnica w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych w łańcuchu otwartym, przy stawach łokciowych zgiętych do kąta 75 stopni, wyniosła 1,96 kilograma. Była to wartość nieistotna statystycznie, przy poziomie istotności $p=0,01$ (tab. 3).

U zawodników, którzy uprawiali tę dyscyplinę w okresie do 2 lat, wykazano znacznie większe różnice w sile maksymalnego skurczu izometrycznego kończyn górnych niż u zawodników trenujących ponad 5 lat (tab. 3);

3. Analiza trzeciego ustawienia w stawach łokciowych: kąt 90°.

Przy stawach łokciowych ustawionych pod kątem 90 stopni, średnia różnica w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych w łańcuchu otwartym wyniosła 2,45 kilograma. Była to wartość nieistotna statystycznie, przy poziomie istotności $p=0,01$ (tab. 3).

Zawodnicy z dłuższym stażem treningowym wykazywali znacznie mniejsze różnice w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych (tab. 3). U zawodnika M. S. uprawiającego podnoszenie ciężarów od 1,5 roku wykazano rekordowo dużą dysproporcję w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych, tj. 9,5 kilograma (tab. 3);

4. Analiza czwartego ustawienia w stawach łokciowych: kąt 105°.

Średnia różnica w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych w łańcuchu otwartym, przy stawach łokciowych zgiętych do kąta 105 stopni, wyniosła 2,16 kilograma. Była to wartość nieistotna statystycznie, przy poziomie istotności $p=0,01$.

W końcowej fazie ruchu maksymalna siła izometryczna pomiędzy kończynami górnymi różniła się nieznacznie u większości zawodników. Zawodnik trenujący najkrócej wykazał się największą różnicą w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych, tj. 6,2 kilograma (tab. 3). W grupie sportowców ze stażem treningowym od 2 do 3 lat, także wykazano dość istotne różnice (tab. 3).

Analizując średnią różnicę w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych, największe dysproporcje wykazano w pozycji zerowej (kąty od 60 do 70 stopni) oraz stawach łokciowych zgiętych pod kątem 90 stopni. Natomiast najmniejszą średnią asymetrię w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych zarejestrowano przy stawach łokciowych pod kątem 75 stopni (tab. 3). U wszystkich niepełnosprawnych ciężarowców kończyny górne dominujące generowały większą maksymalną siłę w skurczu izometrycznym.

Tabela nr 3: Różnica w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych w zależności od kąta w stawach łokciowych / The difference in maximal isometric strength of the upper limbs depending on the angle at the elbow.

ZAWODNIK	STAŻ TRENINGOWY (LATA)	RÓŻNICA W MAKSYMALNEJ SILE IZOMETRYCZNEJ POMIĘDZY KOŃCZYNAMI GÓRNYMI			
		PW	KĄT 75	KĄT 90	KĄT 105
G. P.	1	6,8	3,6	3,2	6,2
K. P.	1	7	4	3,5	2,5
A. M.	1,5	6,6	3,2	5,2	0,6
M. S.	1,5	7	7,5	9,5	0,5
K. Ko.	2	2,7	1,1	2	0,2
K. J.	2	2,1	0,3	1,9	3,6
T. W.	2	0,4	1,4	0,7	1,8
M. M.	2,5	3	0,7	0,7	1
K. W.	3	2,7	2,2	0,6	6
K. B.	3	0,8	5,1	4,1	4,8
K. K.	3,5	1,6	1	2,4	1,5
A. S.	3,5	4	0,9	3,8	3,5
S. S.	5	0,6	0,5	2,1	0,4
K. T.	5	0,5	0,8	1,6	1,1
M. K.	8	1	1,1	0,8	1
A. O.	9	0,2	0,5	0,3	1,1
Ł. P.	9	1,5	0,9	1,3	2
K. T.	10	0	0,5	0,4	1,2
Wartość średnia		2,69	1,96	2,45	2,16

Omówione wcześniej wyniki badań poddano trójczynnikowej analizie wariancji. Dokonano obliczeń odchyłeń standardowych, przedziałów ufności oraz średnich wartości maksymalnej siły skurczu izometrycznego mięśni kończyn w zależności od stażu treningowego zawodnika oraz kątów w stawach łokciowych. Ponadto posługując się testem Tukeya określono istotne statystycznie różnice, pomiędzy maksymalną siłą skurczu izometrycznego mięśni kończyn górnych w łańcuchu otwartym. Zawodników podzielono na trzy grupy pod względem stażu treningowego. W pierwszej grupie znajdowali się zawodnicy trenujący od 1 do 2,5 roku, w drugiej od 2,5-5 lat, natomiast w trzeciej grupie znaleźli się sportowcy ze stażem treningowym przekraczającym 5 lat.

U niepełnosprawnych ciężarowców ze stażem treningowym od 1 roku do 2 lat, wykazano istotne statystycznie różnice w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych u dwóch zawodników. Były to osoby z 1,5 rocznym stażem treningowym, które reprezentowały VI grupę sportowo-medyczną (tab. 4 i 5). Różnice w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych kształtowały się średnio od 0,2 do 9,5 kilograma.

U zawodnika A. M. z 1,5 rocznym stażem treningowym wykazano istotne statystycznie różnice w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych w pozycji zerowej (kąty od 60 do 70 stopni). Poziom istotności $p=0,01$ (tab. 4).

Tabela nr 4: Wartości średnie maksymalnej siły skurczu izometrycznego kończyn górnych zawodnika A. M. w zależności od kąta w stawie łokciowym oraz rodzaju kończyny / The average values of maximum isometric strength of the upper limbs powerlifter A. M. depending on the angle at the elbow and the type of limb.

KĄT	STAŻ	RODZAJ KOŃCZYNY	\bar{X}	ODCHYLENIE STANDARDOWE	MINMUM	MAXIMUM
PW	1,5	KGD	39,40 c	2,20	33,93	44,86
PW	1,5	KGnD	32,80 ab	2,20	27,33	38,26
75	1,5	KGD	32,40 ab	2,00	27,43	37,36
75	1,5	KGnD	29,20 a	0,90	26,96	31,43
90	1,5	KGD	42,60 cd	0,00	42,60	42,60
90	1,5	KGnD	37,40 bc	1,00	34,91	39,88
105	1,5	KGD	47,20 d	1,00	44,71	49,68
105	1,5	KGnD	46,60 d	1,10	43,86	49,33

Podobnie u zawodnika M. S. z 1,5 rocznym stażem treningowym wykazano istotne statystycznie różnice w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych w pozycji zerowej (kąty od 60 do 70 stopni), a także przy stawach łokciowych ustawionych pod kątem 75 i 90 stopni (tab. 5). Poziom istotności $p=0,01$.

Tabela nr 5: Wartości średnie maksymalnej siły skurczu izometrycznego kończyn górnych zawodnika M. S. w zależności od kąta w stawie łokciowym oraz rodzaju kończyny / The average values of maximum isometric strength of the upper limbs powerlifter M. S. depending on the angle at the elbow and the type of limb.

KĄT	STAŻ	RODZAJ KOŃCZYNY	\bar{X}	ODCHYLENIE STANDARDOWE	MINMUM	MAXIMUM
PW	1,5	KGD	34,00 b	2,00	29,03	38,96
PW	1,5	KGnD	27,00 a	0,50	25,75	28,24
75	1,5	KGD	34,50 b	2,00	29,53	39,46
75	1,5	KGnD	27,00 a	1,00	24,51	29,48
90	1,5	KGD	33,00 b	2,00	28,03	37,96
90	1,5	KGnD	23,50 a	1,50	19,77	27,22

KĄT	STAŻ	RODZAJ KOŃCZYNY	\bar{X}	ODCHYLENIE STANDARDOWE	MINIMUM	MAXIMUM
105	1,5	KGD	46,50 c	1,50	42,77	50,22
105	1,5	KGnD	45,00 c	1,00	42,51	47,48

Legenda do tab. 4-5:

a, b, c – tożsame litery, umieszczone za wartościami średniej siły mięśniowej dla przeciwstawnych kończyn górnych przy jednakowym ustawieniu w stawie, oznaczają, że nie wystąpiła istotna statystycznie korelacja pomiędzy różnicą w sile kończyn górnych;

KGD – kończyna górna dominująca;

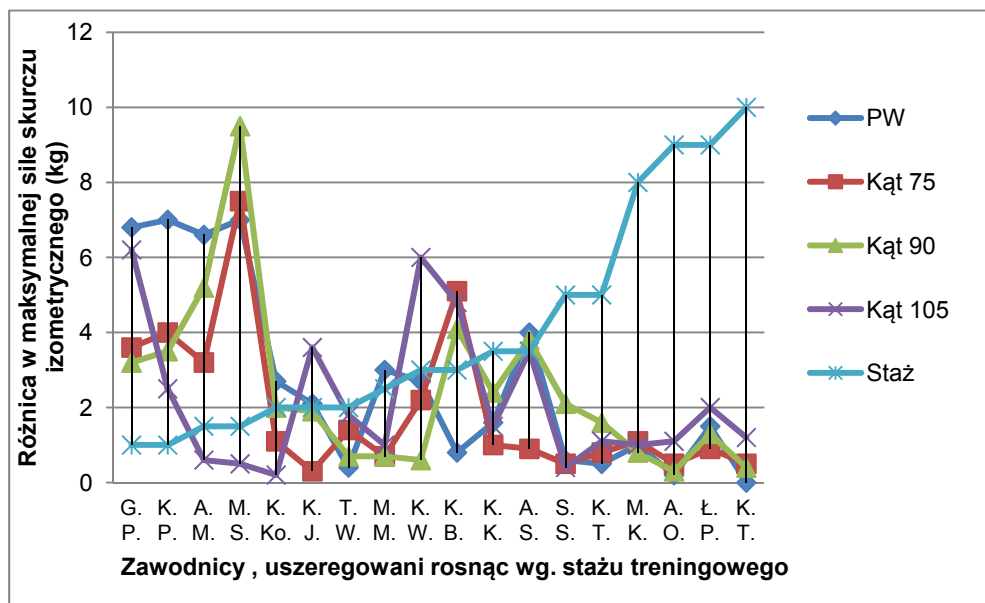
KGnD – kończyna górna niedominująca;

PW – pozycja wyjściowa (kąąt 60-70°).

U niepełnosprawnych ciężarówków ze stażem zawodniczym od 2,5 do 5 lat oraz z ponad 5 letnim doświadczeniem, nie wykazano istotnych statystycznie różnic w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych.

Porównanie różnicy w maksymalnej sile izometrycznej obu kończyn górnych we wszystkich ustawieniach kątowych w stawach łokciowych oraz zestawienie tej wartości ze stażem treningowym zawodników we wszystkich trzech grupach, ukazuje określoną zależność pomiędzy stażem treningowym, a różnicą w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych. Wraz ze wzrostem stażu treningowego, zmniejsza się różnica w maksymalnej sile skurczu izometrycznego kończyn górnych (rys. 4).

Rysunek nr 4: Różnica w maksymalnej sile skurczu izometrycznego kończyn górnych niepełnosprawnych ciężarówków w zależności od ustawienia kąowego w stawach łokciowych i stażu treningowego / The difference in the maximum force of isometric contraction of the upper limbs disabilities powerlifters, depending on the angular elbows and training experience.



Dyskusja

W piśmiennictwie niewiele uwagi poświęca się badaniom niepełnosprawnych sportowców z dysfunkcją narządu ruchu w aspekcie lateralizacji w sporcie wyczynowym. Ponadto brak jest publikacji, dotyczących korelacji maksymalnej siły skurczu izometrycznego kończyn wraz ze wzrostem stażu treningowego u tych sportowców.

Niestety w literaturze nie zostały odnalezione publikacje dotyczące badań nad różnicą w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych w łańcuchu otwartym u niepełnosprawnych ciężarowców oraz odnoszące te wartości do poziomu zaawansowania sportowego.

Juszkiewicz i Starosta⁷ badali asymetrię w maksymalnej sile izometrycznej kończyn dolnych u sprinterów różnego poziomu zaawansowania sportowego. Jako asymetrię uznawali różnicę pomiędzy sumarycznym wynikiem maksymalnej siły mięśni zginaczy i prostowników kończyny dolnej zamachowej i odbijającej. Średni wskaźnik maksymalnej siły izometrycznej mięśni zginaczy uda kończyny zamachowej był wyższy niż odbijającej u większości zawodników z wyłączeniem zawodników początkujących. U lekkoatletów II i III klas zaawansowania sportowego, maksymalna siła zginaczy podudzia była większa w kończynie dolnej zamachowej, natomiast w kończynie odbijającej u zawodników I klasy sportowej i mistrzowskiej. Większe wartości maksymalnej siły izometrycznej mięśni zginaczy stopy kończyny dolnej odbijającej stwierdzono u większości zawodników, z wykluczeniem sportowców początkujących. Wraz ze wzrostem stażu treningowego różnice te zwiększały się, osiągając wartość maksymalną taką jak u zawodników II klasy sportowej. U zawodników I klasy sportowej i mistrzowskiej asymetria w sile kończyn dolnych ponownie ulegała zmniejszeniu, co spowodowane było inną specyfiką treningu. Początkowy etap szkolenia sprinterów miał charakter szybkościowo-siłowy z pominięciem rozwoju zdolności koordynacyjnych.

Hyjek i wsp.⁸ badali wpływ zdolności motorycznych i lateralizacji na rytm biegu przez płotki u 17-19 letnich uczennic. W badaniach stwierdzili brak istotnych statystycznie zależności pomiędzy wyborem kończyny dolnej atakującej a siłą mięśni. W biegu, w którym płotki ustawione były w regularnych odległościach, wykazano większą preferencję kończyny dolnej „lepszej” niż w biegu z płotkami rozstawionymi nieregularnie. Także lepsze wyniki zanotowali w biegu przez płotki z regularnym rozstawem przeszkód. Zgodnie z przeprowadzoną analizą, można było stwierdzić, że stronność w biegu przez płotki nie zależała tylko od czynników morfologicznych i funkcjonalnych, ale także od struktury treningu i wyuczonych czynności ruchowych.

Z kolei Bolach i Wardęga⁹ określali korelację pomiędzy stażem zawodniczym, a wynikami sportowymi niepełnosprawnych ciężarowców. U zawodników ze stosunkowo krótkim stażem treningowym odnotowano wyraźne i istotne statystycznie korelacje pomiędzy wzrostem maksymalnej siły kończyn górnych,

⁷ T. Juszkiewicz, W. Starosta, *Asymetria maksymalnej siły kończyn dolnych u lekkoatletów – sprinterów różnego poziomu zaawansowania sportowego*, „Medycyna Sportowa” 2011, vol. 17, nr 4: 161-164

⁸ J. Hyjek, J. Iskra, G. Wachowski, *Budowa somatyczna, zdolności motoryczne oraz lateralizacja a rytm biegu przez płotki uczennic 17-19 letnich*, AWF. Katowice 2012, 38:109-112

⁹ E. Bolach, A. Wardęga, *Ocena wyników sportowych w podnoszeniu ciężarów niepełnosprawnych zawodników w zależności od stażu treningowego*, „Fizjoterapia” 2008, nr 16(4): 76-87

a stażem sportowym. Wraz ze wzrostem stażu treningowego zależność ta malała, by w bardzo długim okresie uprawiania tej dyscypliny sportu stać się zależnością ujemną.

Na podstawie przytoczonych wyników badań można stwierdzić, że istnieje istotny związek pomiędzy stażem sportowym, a doskonaleniem zdolności motorycznych. Osoby z większym doświadczeniem sportowym odznaczały się wyższym poziomem maksymalnej siły mięśniowej, koordynacji ruchowej zatem istnieje związek pomiędzy stażem zawodniczym a umiejętnością optymalnego zaangażowania niezbędnych w danej dyscyplinie grup mięśniowych. Pojęcie lateralizacji nabiera różnego wydźwięku w zależności od dyscypliny sportowej. W biegu przez płotki będzie to preferowanie kończyny dolnej dominującej jako tej, która zaopatruje najważniejszą funkcję w tej dyscyplinie, czyli odbicie. U sprinterów siła poszczególnych grup mięśniowych uzależniona będzie od funkcji kończyny dolnej odbijającej i zamachowej podczas biegu. Natomiast w podnoszeniu ciężarów niepełnosprawnych sportowców pojęcie lateralizacji będzie dotyczyło zmniejszenia różnic w maksymalnej sile kończyn górnych, wraz ze wzrostem stażu sportowego. Specyfiką przebiegu boju jest symetryczny ruch sztangi w górę, gdzie gryf musi być ustawiony niemal równoległe do podłoża. Taki przebieg boju w najbardziej ekonomiczny sposób zapewnia brak różnic w maksymalnej sile mięśni kończyn górnych.

Analizując różnice w maksymalnej sile mięśniowej u zawodników niepełnosprawnych ruchowo, należy także uwzględnić posiadaną przez nich dysfunkcję. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że sportowcy, u których wystąpiły największe dysproporcje w maksymalnej sile mięśniowej kończyn górnych, to zawodnicy z porażeniem mózgowym reprezentujący VI grupę sportowo-medyczną. Uszkodzenia mózgu u tej grupy zawodników powodują różnego rodzaju specyficzne zaburzenia ruchowe takie, jak: niedowład, ruchy mimowolne czy zaburzenia koordynacji ruchowej. Powyższe objawy utrudniały symetryczny przebieg boju i równomierne generowanie siły mięśni obu kończyn górnych.

Jaskólska i wsp.¹⁰ badali szybkość narastania siły mięśniowej z ustawieniem kąta optymalnego w stawie łokciowym. W powyższych badaniach stwierdzono, że optymalna długość mięśnia dla rozwoju maksymalnej siły w skurczu izometrycznym, to kąt bliski 90°. Wartości kątowe, przy których osoby badane rozwijały największe wartości siły mieściły się w przedziale od 70° do 105°.

Badania przeprowadzone w powyższej pracy nie potwierdziły tej tezy. Spowodowane było to faktem, iż przedmiotem badań nie była siła izometryczna mięśni zginających stawy łokciowe, lecz maksymalna siła izometryczna kończyn górnych. Najwyższe rezultaty w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych odnotowano w końcowej fazie ruchu, przy ustawieniu stawów łokciowych pod kątem 105° oraz w pozycji zerowej. Najniższe wartości maksymalnej siły izometrycznej kończyn górnych odnotowano w stawach łokciowych zgiętych do 70 i 90 stopni.

¹⁰ A. Jaskólska, K. Kisiel, Z. Adach, A. Jaskólski, *Szybkość narastania siły mięśniowej a kąt optymalny w stawie łokciowym*, „Wychowanie Fizyczne i Sport” 1999, nr 3: 77-92

Wnioski

1. U niepełnosprawnych sportowców kończyny górne dominujące generowały większą siłę w maksymalnym skurczu izometrycznym w łańcuchu otwartym niż kończyny nie dominujące;
2. Ustawienia kątowe w stawach łokciowych (75° , 90° , 105°) nie wpływały na zwiększenie, bądź zmniejszenie różnic w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych u niepełnosprawnych sportowców;
3. U sportowców z dłuższym stażem treningowym zmniejszały się dysproporcje w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych w łańcuchu otwartym, odwrotnie proporcjonalną zależność obserwowano u początkujących niepełnosprawnych zawodników;
4. U zawodników z porażeniem mózgowym występowały większe dysproporcje w sile maksymalnego skurczu izometrycznego kończyn górnych niż u niepełnosprawnych ciężarowców z dysfunkcjami narządu ruchu, tj. amputowanych w obrębie kończyn dolnych, osób z paraplegią oraz z różnymi schorzeniami narządu ruchu.

Streszczenie

Celem badań było ustalenie różnicy w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych u niepełnosprawnych ciężarowców podczas obustronnego wyciskania w łańcuchu otwartym w pozycji leżąc tyłem na ławie ciężkoatletycznej, przy różnym ustawieniu kątowym w stawach łokciowych (75° , 90° , 105°). Materiał badań stanowiło 18 niepełnosprawnych z dysfunkcją narządu ruchu uprawiających wyczynowo podnoszenie ciężarów (powerlifting). Byli to mężczyźni, dwóch z nich było leworęcznych, pozostali – praworęczni. Wiek badanych kształtował się od 16 do 32 lat, przy średniej wieku 23,4 lata. Zawodnicy charakteryzowali się znacznym zróżnicowaniem pod względem stażu zawodniczego (od 1 roku do 10 lat).

Metodą badań był eksperyment, służący do oceny różnic w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych u niepełnosprawnych ciężarowców podczas obustronnego wyciskania w pozycji leżąc tyłem na ławie ciężkoatletycznej w łańcuchu otwartym przy różnym ustawieniach kątowych w stawach łokciowych (75° , 90° , 105° stopni). Narzędziem badawczym był moduł ADT4U, który jest urządzeniem służącym do pomiaru sygnałów pochodzących z czterech mostkowych czujników tensometrycznych. W próbach badawczych zawodnicy z niepełnosprawnością ruchową proszeni byli o wygenerowanie maksymalnej siły izometrycznej kończyn górnych w pozycji leżąc tyłem na ławie ciężkoatletycznej. Czas trwania maksymalnego napięcia skurczu mięśni wynosił 3 sekundy. Wszystkie próby przebiegały identycznie w poszczególnych ustawieniach kątowych w stawach łokciowych (75° , 90° , 105°). Uzyskane wyniki pozwoliły określić, że kończyny górne dominujące generowały większą siłę w maksymalnym skurczu izometrycznym niż kończyny nie dominujące u niepełnosprawnych ciężarowców. U osób z dłuższym stażem treningowym zmniejszały się dysproporcje w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych, odwrotnie proporcjonalną zależność obserwowano u początkujących niepełnosprawnych zawodników. Ustawienia kątowe w stawach łokciowych (75° , 90° , 105°) nie wpływały na zwiększenie, bądź zmniejszenie różnic w maksymalnej sile izometrycznej kończyn górnych. U zawodników z porażeniem mózgowym występowały większe

dysproporcje w sile maksymalnego skurczu izometrycznego kończyn górnych niż u osób niepełnosprawnych z innych grup sportowo-medycznych.

Summary

The aim of this study was to determine the difference in the maximum isometric force of upper extremities disabilities powerlifters during bilateral squeezing in a position lying back on the bench heavyweight at different angular setting elbows (75°, 90°, 105°). The research material consisted of 18 athletes practicing professionally disabled powerlifting. All tested individuals were men, two of them were left-handed. Age disabled powerlifters ranged from 16 to 32 years, with a mean age of 23.4 years. Powerlifters were characterized by a great diversity in terms of the level of advancement of sports: from 1 to 10 years.

The research tool was ADT4U module, which is a device used to measure the signals from the four bridges of tensometric sensors. In research trials riders with physical disabilities were asked to generate maximal isometric force of the arms in position lying back on the bench heavyweight. The duration of the muscle contraction was 3 seconds. All attempts are carried out identically in each setting angle in the elbows (75°, 90°, 105°). The results helped to determine that the dominant upper extremities generate more power at maximum isometric contraction than the non-dominant arm with disabilities weightlifters. In patients with longer training experience reduced disparities in maximum isometric strength of the upper extremities, inversely proportional relationship was observed in novice riders with disabilities. Set the angular elbows (75°, 90°, 105°) did not affect the increase or decrease in the differences in the maximum isometric strength of the upper extremities. In athletes with cerebral palsy were greater disparities in the strength of maximum isometric contraction of the upper extremities than in those of other groups of disabled sports medicine.

Bibliografia

1. Główny Urząd Statystyczny. Raport z wyników – Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań. GUS. Warszawa 2012
2. Hady-Bartkowiak K., Skupniewski M., Kamiński R., Schmidt R., Marek W., Kawecki Z., Mażnicka-Maciaszek J., Domeński G., Kwapiszewski K., Plinta R., Kaźmierczak T., *Vademecum Sportu Niepełnosprawnych*. Polski Związek Sportu Niepełnosprawnych „Start”, Oficyna Wydawnicza Aba. Warszawa 2007
3. Kamińska M. Cechy osobowości inwalidów uprawiających sport w przeciwieństwie ze studentami, *Kultura Fizyczna*, 1980
4. Bolach E., *Trening sportowy zawodników z porażeniem mózgowym uprawiających podnoszenie ciężarów*. (w:) Sozański H., Perkowski K., Śledziewski D., *Efektywność systemów szkolenia w różnych dyscyplinach sportu*, AWF. Warszawa 2000
5. Mysłakowski J., *Przepisy organizacyjne i sędziowanie zawodów w podnoszeniu ciężarów dla osób niepełnosprawnych*, Wyd. Polski Związek Sportu Niepełnosprawnych „START”. Wrocław 2006
6. International Paralympic Committee. *Powerlifting Rules and Regulations 2013-2016*, Wyd. IPC. Bonn 2012

7. Juskiewicz T., Starosta W., *Asymetria maksymalnej siły kończyn dolnych u lekkoatletów – sprinterów różnego poziomu zaawansowania sportowego*. „Medycyna Sportowa” 2011, vol. 17, nr 4
8. Hyjek J., Iskra J., Wachowski G., *Budowa somatyczna, zdolności motoryczne oraz lateralizacja a rytm biegu przez płotki uczennic 17-19 letnich*, AWF. Katowice 2012,
9. Bolach E., Wardęga A., *Ocena wyników sportowych w podnoszeniu ciężarów niepełnosprawnych zawodników w zależności od stażu treningowego*, „Fizjoterapia” 2008, nr 16(4)
10. Jaskólska A., Kisiel K., Adach Z., Jaskólski A., *Szybkość narastania siły mięśniowej a kąt optymalny w stawie łokciowym*, „Wychowanie Fizyczne i Sport” 1999, nr 3