

DOI: 10.2478/v10109-009-0018-7

## Biomechaniczne uzasadnienie wyrównywania szans w trójboju siłowym dla niepełnosprawnych lekkoatletów

Biomechanical substantiation of handicap in powerlifting for athletes with a disability

Yuriy Briskin<sup>1</sup>, Alina Perederiy<sup>1</sup>, Mariia Roztorgui<sup>1</sup>, Ihor Zanevskyy<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Państwowa Akademia Wychowania Fizycznego we Lwowie (Ukraina)  
Lviv State University of Physical Culture, Ukraine

<sup>2</sup> Politechnika Radomska im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu  
Casimir Pulaski Technical University in Radom

### Streszczenie:

Celem badania było utworzenie modelu wyrównywania szans w trójboju siłowym dla niepełnosprawnych lekkoatletów. Zostali przebadani najlepsi lekkoatleci biorący udział w Regionalnych Mistrzostwach Zachodniej Ukrainy w 2007 r. Model wyrównywania szans był utworzony na podstawie oceny poziomu możliwości motorycznych niepełnosprawnych lekkoatletów, bazując na testach mięśniowych. Ponieważ występuje znacząca dodatnia korelacja pomiędzy oficjalnymi wynikami współzawodniczących oraz wynikami testów mięśniowych, z łatwością można wyliczyć współczynnik kompensacji jako stosunek możliwie maksymalnego wyniku z indywidualnym wynikiem testu mięśniowego. Obiektywność testu mięśniowego jest potwierdzona zarówno przez znacząco istotną korelację pomiędzy oficjalnymi wynikami współzawodniczących oraz wynikiem dynamometrii, jak również korelację pomiędzy testem mięśniowym a dynamometrią. Dzięki współczynnikowi kompensacji sportowcy z większym upośledzeniem mogli uzyskiwać lepsze wyniki. Najważniejsza rola w determinacji zwycięzców wciąż pozostaje przypisywana oficjalnym wynikom współzawodniczących, które są potwierdzone przez stabilne miejsce w rankingu zwycięzców.

**Słowa kluczowe:** trójbój siłowy, niepełnosprawni lekkoatleci, wyrównywanie szans.

### Abstract:

The aim of the research was to create a handicap model in powerlifting for athletes with a disability. Best athletes participated West Ukrainian Regional competition in 2007 were examined. The model of handicap was created on the estimation of the motor possibilities level of disabled athletes, based upon muscle testing. There is a strong positive correlation between the official competitive result and the result of muscle testing that makes clear to calculate a compensation coefficient as a ratio of its maximally possible result to the individual muscle testing result. Objectivity of muscle testing is confirmed by the significant strong correlation between the official competitive result and the result of dynamometry, and also correlation between muscle testing and dynamometry. Thanks the compensation coefficient the sportsmen with harder impairments moved to better positions. The most important role in the determination of the winners remains for the official competitive result that is proved by winners' rank stability.

**Key words:** powerlifting, athletes with a disability, handicap.

### Wprowadzenie

Wyniki sportowe na paraolimpiadach zależą od zachowanych możliwości ruchowych. Ocena ruchowych możliwości sportowców jest przeprowadzana podczas klasyfikacji, np.: procedura, która ma na celu pogrupowanie sportowców jest określana ze względu na stopień niepełnosprawności. Obiektywność klasyfikacji jest typowym problemem dla wszystkich nozologii, ale najbardziej krytyczna podczas klasyfikacji sportowców z urazami narządu ruchu [1].

Klasyfikacja paraolimpijska przechodzi przez dwa etapy: etap klasyfikacji ogólnej oraz etap klasyfikacji funkcjonalnej [2]. Ogólna klasyfikacja obejmuje podział sportowców na grupy w ramach ograniczeń nozologii: dostrzegalne upośledzenie, porażenie mózgowie, amputacja, urazy rdzenia kręgowego oraz grupę, która obejmowała wszystkich tych, którzy nie kwalifikowali się do wyżej wymienionych ("Les Autres"). Klasyfikacja czynnościowa określa stopień zacho-

### Introduction

Competition results in Paralympics sports depend on sportsmen locomotors possibilities retained. Determination of the locomotor possibilities of the sportsmen is carried out while classification i.e. a procedure that aims to group the sportsmen into equal classes defined by the degree of disability function for participation in a competitions. The objectivity of the classification is a problem typical for the all nosologies, but the most critical while the classification of the sportsmen with the locomotor apparatus injuries [1].

Paralympic classification has passed two stages: a stage of a general classification and a stage of functional classification [2]. The general classification includes a distribution of sportsmen into groups within the limits of nosology: visual impairment, cerebral paralysis, amputee, spinal cord injuries, and a group that includes all those which do not fit into the aforementioned groups

wanych możliwości ruchowych sportowca i jest określona dla każdego tego typu zawodów [3]. Systemy nowoczesnej klasyfikacji podczas różnych zawodów biorą pod uwagę czynnościowe możliwości sportowców. Na przykład, klasyfikacja dla koszykówki jest oparta raczej na testach rzutów, podawania, odbijania, popychania, dryblowania niż na medycznej diagnozie lub badaniu czynnościowym mięśnia. Istnieje 8 grup klasyfikacyjnych opartych na zdolnościach czynnościowych do gry w koszykówkę na wózku inwalidzkim [4]. Klasyfikacja czynnościowa dla jazdy na rowerze jest oparta na teście siły mięśni, teście przeprowadzonym za pomocą goniometrii dla każdej górnej kończyny i dla obydwu stóp w celu określenia mobilności stawów w kolanie, jak również na specyficznych sportowych testach pedałowania. Analiza systemów klasyfikacji podczas niektórych mistrzostw świadczy o naruszeniu podstawowych zasad równych możliwości dla osiągnięcia sportowych wyników.

Podstawą klasyfikacji w trójboju siłowym są kategorie wagowe. Mężczyźni rywalizują w 48, 52, 56, 60, 67,5, 75, 82,5, 90, 100 kg oraz w kategorii otwartej. Kobiety rywalizują w 40, 44, 48, 52, 56, 60, 67,5, 75, 82,5 kg oraz w kategorii otwartej [5]. W paraolimpijskim trójboju siłowym ocena możliwości czynnościowych sportowców jest stosowana, ale nie jest brana pod uwagę podczas formowania grup startowych. Porównawcza analiza wyników czynności współzawodniczenia w rywalizacji lekkoatletów w trójboju siłowym została zastosowana w celu odkrycia istotnej różnicy w możliwościach czynnościowych sportowców w tej dziedzinie [6]. Wyrównywanie szans jest jedną z metod ustalenia możliwości czynnościowych niepełnosprawnych sportowców. System wyrównywania szans przewiduje wyrównanie możliwości osiągnięcia wyników sportowych poprzez danie szansy słabszym sportowcom [7]. Zastosowanie wyrównywania szans w narciarstwie na przełaj oraz biathlonie potwierdziło względy praktyczne jej zastosowania, jakkolwiek wystąpił problem z jej określeniem. Wyniki porównawcze sportowców niepełnosprawnych, jak i w pełni sprawnych w trójboju siłowym są przydatne przy ocenie wyrównywania szans [8].

Celem badania było stworzenie modelu wyrównywania szans w trójboju siłowym dla niepełnosprawnych lekkoatletów.

## Metody

Naoczne badanie, analiza biomechaniczna (test mięśniowy, goniometria, dynamometria) oraz metody statystyki matematycznej: test Shapiro-Wilka do badania rozkładu normalnego, nieliniowy model regresji do badania rodzaju korelacji; korelacja porządku rang Spearmana oraz korelacja liniowa Pearsona do określenia parametrów informacyjnych dla wyrównania szans; ANOVA (analiza wariancji) powtarzających się pomiarów do oceny wiarygodności w teście mięśniowym, pakiet oprogramowania Statistica. Testy mięśniowe były wykonane zgodnie ze standardami Amerykańskiego Towarzystwa Urazów Kręgosłupa (American Spinal Injuries Association). Uniwersalna skala (od 0 do 5 punktów) była zastosowana dla oceny siły mięśni, która przewiduje określenie możliwości siłowych sportowca niezależnie od urazu [9].

## Wyniki i dyskusja

13 lekkoatletów biorących udział w Regionalnych Mistrzostwach Zachodniej Ukrainy w roku 2007 zostało podanych naocznemu badaniu. Następnie wybrano 7, którzy mieli

(“Les Autres”). The functional classification determines the degree of retained locomotors possibilities of a sportsman and is specific for the every event [3]. The modern classification systems in the different events take into account functional possibilities of sportsmen. For example, basketball classification is based upon sport-specific tests of shooting, passing, rebounding, pushing and dribbling rather than a medical diagnosis or muscle function examination. There are eight classification groups based upon functional ability to play wheelchair basketball [4]. The cycling functional classification is based upon the test of muscle strength, testing performed with the help of goniometry for the each upper limb and for both feet, for determination of knee-joints mobility, and upon sport-specific tests of pedaling. The analysis of classification systems in some events testifies to violation of a basic principle of equal possibilities for achievement of sporting result.

A basis of the classification in powerlifting is made by distributing bodyweight categories. Men compete in the 48, 52, 56, 60, 67.5, 75, 82.5, 90, 100 kg and over divisions. Women compete in the 40, 44, 48, 52, 56, 60, 67.5, 75, 82.5 kg and over divisions [5]. In paralympics powerlifting, the estimation of functional possibilities of sportsmen is applied to, but it is not taken into consideration while forming of starting groups. Comparative analysis of the results of competition activity of the athletes in powerlifting has been used to found out a substantial difference in functional possibilities of the sportsmen of one division [6]. Handicap is one of the methods to account functional possibilities of sportsmen with a disability. The system of handicap foresees equalization of possibilities for achievement of sporting result, by granting weaker sportsmen with certain odds [7]. Using of handicap in cross country skiing and biathlon has proved the expedience of its application, but there is a problem of its determination. Comparative results of valid and invalid sportsmen in powerlifting are useful for handicap determination [8].

The aim of the research was to create a handicap model in powerlifting for athletes with a disability.

## Methods

Visual inspection, biomechanical analysis (muscle testing, goniometry, dynamometry) and methods of mathematical statistics: Shapiro-Wilk test to study a normal distribution; non-linear model of regression to study a form of correlation; Spearman rank order and Pearson linear correlation to determine an informative parameter for handicap; ANOVA of repeated measures for estimating of reliability in the muscle testing; software package Statistica. Muscle testing was provided according to the Standard of American Spinal Injuries Association. A scale (from 0 to 5 points) was used for estimation of muscle force which is universal and foresees determination of power possibilities of sportsman regardless of injury [9].

## Results and discussion

There were 13 best athletes participated West Ukrainian Regional competition in 2007 visually examined, and then selected 7, which had upper limbs injuries, spinal cord in-

urazy górnych kończyn, urazy rdzenia kręgowego powyżej T<sub>12</sub>, oraz porażenie mózgowie. Oficjalny wzór Wilka został zastosowany do obliczenia masy ciała, która umożliwia wyrównanie możliwości startu sportowców w różnych kategoriach wagowych [10].

Model wyrównywania szans został stworzony po określeniu możliwości ruchowych niepełnosprawnych lekkoatletów, bazując na goniometrii, dynamometrii oraz teście mięśniowym. Test mięśniowy jest stosowany do oceny możliwości siłowych sportowców. Jest on podstawą klasyfikacji podczas wielu zawodów paraolimpijskich. Ogólna ocena możliwości siłowych jest określana przez ocenę zespołu grup mięśni, przez 7 testów sprawnościowych z maksymalną ilością 70 punktów dla obydwu stron.

Biomechaniczna analiza struktury techniki wyciskania na ławeczce wykazała, że podczas wykonywania ćwiczenia podstawowe obciążenie spada na mięsień naramienny (*m. deltoideus*), mięsień dwugłowy ramienia (*m. biceps brachii*), mięsień trójgłowy ramienia (*m. triceps brachii*) oraz mięsień najszerzy grzbietu (*m. latissimus dorsi*). Wychoząc z tego założenia, do testowania wybrano właściwe grupy czynnościowe mięśni.

Wyniki testów czynnościowych mięśni były wyliczone jako średnia arytmetyczna trzech pomiarów. Wiarygodność testu oceniano, stosując odchylenie wyników w każdej z triad pomiarów. Wyniki pomiarów w triadach były równe w stosunku do siebie lub różniły się między sobą o jeden punkt, np.: 5, 5, 5; 4, 5, 5; 3, 4, 4; 4, 4, 4. Dla równych wyników w triadzie (np.: 5, 5, 5; 4, 4, 4; 3, 3, 3), poziom wiarygodności jest doskonały lub mieści się w górnym pułapie. Triady z wynikami różniącymi się między sobą o jeden punkt (np. 5, 4, 5; 5, 4, 4; 4, 4, 3; 3, 3, 4) pokazują najbliższy doskonałemu poziom wiarygodności. Ponieważ wariancja wyników w drugim rodzaju triad jest teoretycznie najmniejsza (oprócz zera, jak było w triadach z równym wynikiem), możemy się spodziewać wiarygodności testu. Wiarygodność powtarzanych mierzonych testów mięśniowych została oceniona jako stabilna, ponieważ błędy w wynikach są zależne od różnic w wariancjach powtórnego pomiaru (ang. *test-retest*). Do oceny tej stabilności w wynikach testów mięśniowych była zastosowana ANOVA (analiza wariancji) dla wartości powtórných (tab. 1).

Liczby odpowiednich współczynników stabilności w 13 z 14 testów mięśniowych dla wszystkich siedmiu czynnościowych grup mięśni mieściły się w zakresie pomiędzy 0,924 a 1,000. Tylko jeden z 14 testów wykazał trochę gorszą stabilizację ze współczynnikiem równym 0,827. Część sumy kwadratów spowodowana przez trzy powtórzone pomiary nie jest większa niż 2%. Poziom ufności, wg kryterium Fisher-Snedekor dla procedury powtórnego pomiaru (ang. *test-retest procedure*), nie jest mniejszy niż 0,235. Wszystkie wspomniane dane pozwalają nam uznać, że test czynnościowy mięśnia jest na dobrym poziomie wiarygodności w trzech pomiarach.

Z powodu małej liczebności grupy (n = 7) jej rozkład i charakter korelacji były poddane badaniu. Hipoteza o normalnym rozkładzie została odrzucona (przy poziomie ufności p < 0,05) dla dwóch z całkowitej liczby 16 ocenianych parametrów.

Hipoteza o liniowym charakterze korelacji pomiędzy wynikami zawodów a 15 biomechanicznymi parametrami została odrzucona w 8 przypadkach na tym samym poziomie ufności, co stanowiło przyczynę zastosowania współczynnika korelacji kolejności rang Spearmana. Ustalono istotny poziom współczynnika korelacji kolejności rang pomiędzy wynikiem zawodów a trzema biomechanicznymi parametrami: test czynnościowy mięśnia (p = 0,023) oraz dynamo-

juries over T<sub>12</sub>, and cerebral palsy. An official Wilks formula was applied to account a weight of the body that made equal start possibilities of sportsmen in different body-weight categories [10].

The model of handicap was created on the estimation of the motor possibilities level of disabled athletes, based upon goniometry, dynamometry, and muscle testing. Muscle testing is used for determination of power possibilities of sportsmen. This test is a basis of the classification in many paralympics events. The general estimate of power possibilities is determined by set of muscles groups estimations by 7 test motions with the maximal amount of points 70 for both sides.

The biomechanical analysis of bench press technique structure showed, that while performance of the exercise basic loading falls on *m. deltoideus*, *m. biceps brachii*, *m. triceps brachii*, and *m. latissimus dorsi*. Coming from this, there were proper functional groups of muscles selected for testing.

The results of the muscle function test were calculated as an arithmetic mean of three measurements. The reliability of the test was estimated using a deviation of results in each of the measurement triads. The results of the measurement in the triads were equal each other or differed between themselves of one point, e.g. 5, 5, 5; 4, 5, 5; 3, 4, 4; 4, 4, 4. For the equal results in a triad (e.g. 5, 5, 5; 4, 4, 4; 3, 3, 3 etc.), the level of reliability is an excellent or a top size one. The triads with results differed between themselves of one point (e.g. 5, 4, 5; 5, 4, 4; 4, 4, 3; 3, 3, 4) show the nearest to the excellent level of reliability. Because variation of the results in the second kind of triads is the smallest that could be theoretically (except zero as it was in the triads with equal result), we can expect a good reliability of the test. Reliability of the repeated measured muscle testing was evaluated as stability because errors in the results are depend on differences in the test-retest variation. ANOVA for repeated measures was used to estimate this stability in the muscle test results (Table 1).

The quantities of the corresponding coefficient of stability in 13 of 14 muscle testing for all the seven functional groups of muscles were found in the range between 0.924 and 1.000. Only one of 14 testings showed some worse stability with coefficient equal 0.827. A part of sums of squares caused by three repeated measures is not greater than 2%. The level of confidence of Fisher-Snedekor criteria for test-retest procedure is not smaller than 0.235. All the mentioned above allows us to recognize the muscle function test in a good level of reliability in three measurements.

Because a small size of the group (n = 7) its distribution and a character of correlation were studied. A hypothesis about the normal distribution was rejected (at the level of confidence p < 0.05) for two of a total number of 16 evaluated parameters. A hypothesis about a linear character of correlation between a competition result and 15 biomechanical parameters was rejected in the 8 cases at the same level of confidence. That was the reason to apply Spearman rank order coefficient of correlation.

There was fixed a significant level of the rank order coefficient of correlation between the competition result and three biomechanical parameters: muscle function test (p = 0.023) and hand dynamometry (p = 0.007 for a dominate hand and p = 0.000 for another hand). The level of confidence regarding the twelve other parameters did not show a significant correlation (p = 0.205 ÷ 0.933).

Because of normal distribution of the official results (p = 0.774), muscle function test (p = 0.091), and a hand dynamometry (p = 0.756 for a dominated hand and

Tabela 1. Wyniki ANOVA oraz wiarygodności zespołu 7 testów mięśniowych: górne dotyczą ręki dominującej, a niższe drugiej  
Table 1. Results of ANOVA and reliability of the battery of 7 muscle tests: an upper is for a dominate hand and the lower – for another

Test mięśniowy Muscle test	Kryterium Fisher-Snedekora Fisher-Snedekor criteria (F)*	Poziom ufności Level of confidence	Część sumy kwadratów A part of sums of squares %	Współczynnik stabilności Coefficient of stability
Zginanie barku Shoulder flexion	0,462 1,000	0,641 0,397	1,1 0,7	0,925 0,978
Odwodzenie barku Shoulder abduction	1,000 1,000	0,397 0,397	0,7 0,6	0,977 0,980
Wyprost barku Shoulder extension	1,000 1,636	0,397 0,235	0,6 2,0	0,981 0,957
Zginanie łokcia Elbow flexion	1,000 1,000	0,397 0,397	2,0 1,3	0,929 0,957
Wyprost łokcia Elbow extension	0,000 0,300	1,000 0,746	0,0 1,4	1,000 0,827
Poziom przywodzenia barku Horizontal shoulder adduction	1,000 0,000	0,397 1,000	2,0 0,0	0,929 1,000
Poziom odwodzenia barku Horizontal shoulder abduction	0,000 0,300	1,000 0,746	0,0 0,7	1,000 0,924

\*  $F_{0,05;2;12} = 3,885$

metria ręki ( $p = 0,007$  dla ręki dominującej oraz  $p = 0,000$  dla drugiej ręki). Poziom ufności odnoszący się do dwunastu innych parametrów nie wykazał znaczącej korelacji ( $p = 0,205 \div 0,933$ ).

Z powodu rozkładu normalnego oficjalnych wyników ( $p = 0,774$ ) test czynnościowy mięśnia ( $p = 0,091$ ) oraz dynamometria ręki ( $p = 0,756$  dla dominującej ręki oraz  $p = 0,263$  dla drugiej ręki) i forma liniowa z korelacji pomiędzy tymi parametrami, zastosowano korelację parametryczną. Została określona mocna dodatnia korelacja pomiędzy oficjalnymi wynikami lekkoatletów w zawodach a testami mięśniowymi ( $r = 0,888$ ;  $p = 0,008$ ). Korelacja pomiędzy wynikami zawodów a wynikami goniometrii ( $|r| < 0,590$ ;  $p = 0,163$ ) nie była znacząca, dlatego też test goniometrii nie jest właściwy dla wykorzystania go w określaniu możliwości czynnościowych sportowców w trójboju siłowym. Została ustalona dodatnia, silna i znacząca, korelacja pomiędzy wynikami dynamometrii ręki dominującej oraz drugiej ręki sportowców a oficjalnymi wynikami z zawodów ( $r = 0,909$ ,  $p = 0,005$ ;  $r = 0,918$ ,  $p = 0,004$ ). Stanowi ona jednocześnie rekomendację zastosowania dynamometrii w ocenianiu możliwości czynnościowych sportowców. Ponadto została przeprowadzona analiza korelacji pomiędzy ustalonymi wynikami testów mięśniowych a dynamometrią, podczas której określono obecność takiej samej istotnej korelacji ( $r = 0,952$ ,  $p = 0,001$ ;  $r = 0,923$ ,  $p = 0,003$ ).

Współczynnik kompensacji wyrównywania szans w trójboju siłowym został opracowany na podstawie wyniku testów mięśniowych, który jest określany jako stosunek jego maksymalnie możliwego wyniku do indywidualnego wyniku testu mięśniowego. Wynik końcowy jest określany jako wynik współczynnika kompensacyjnego i wyniku sportowego (tab. 2).

Sportowcy o numerach 3, 4, 5 zmienili swoje miejsce w rankingu (ryc. 1). Dzięki współczynnikowi kompensacji sportowcy z większym upośledzeniem przesunęli się na lepszą pozycję. Jakkolwiek najważniejsza rola w określeniu zwycięzców jest przypisywana oficjalnemu wynikowi zawodów, który jest udowodniony przez stabilność rankingu zwycięzców.

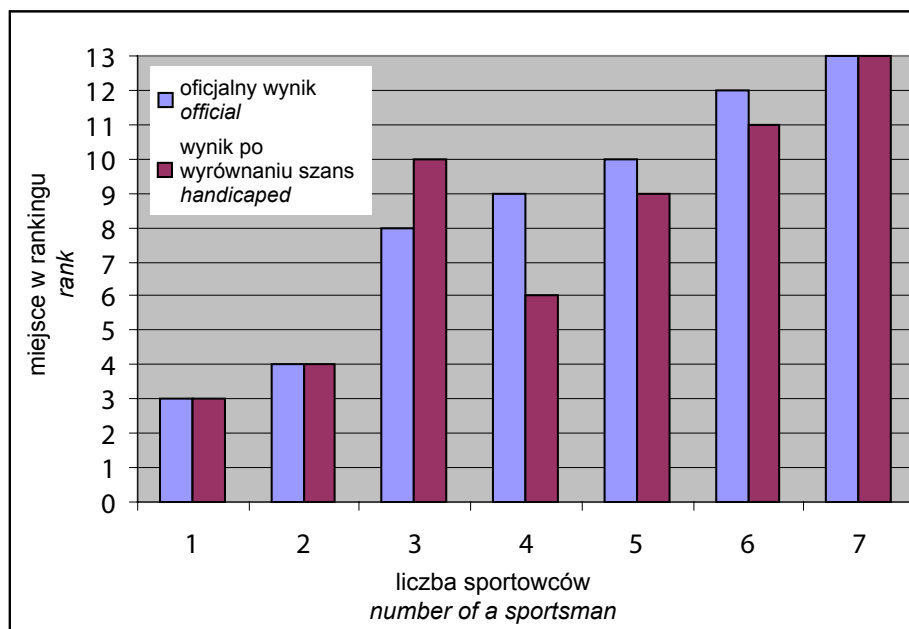
$p = 0,263$  for another hand) and linear form of correlation between these parameters, parametrical correlation was applied. A strong positive correlation between the official competitive results of athlete and muscle testing was found ( $r = 0,888$ ;  $p = 0,008$ ). Alternatively, correlation between the competitive results and results of goniometry ( $|r| < 0,590$ ;  $p = 0,163$ ) was not significant, therefore the goniometry test is not good for use in determination of functional possibilities of sportsmen in powerlifting. A positive strong and significant correlation between dynamometry results of a dominate hand and another hand of sportsmen and their official competitive results were fixed ( $r = 0,909$ ,  $p = 0,005$ ;  $r = 0,918$ ,  $p = 0,004$ ), which is the reason for recommendation of dynamometry for the estimation of functional possibilities of sportsmen. In addition, correlation analysis between the fixed results of muscle testing and dynamometry was conducted, which specifies the presence of the same significant correlation ( $r = 0,952$ ,  $p = 0,001$ ;  $r = 0,923$ ,  $p = 0,003$ ).

Compensation coefficient of handicap in powerlifting was developed on the basis of muscle testing results, which is determined as a ratio of its maximally possible result to the individual muscle testing result. The final result is determined as a product of compensating coefficient and sporting result (Table 2).

So the sportsmen number 3, 4, 5 have changed their ranks (Fig. 1). Thanks the compensation coefficient the sportsmen with harder impairments moved to better positions. But the most important role in the determination of the winners remains for the official competitive result that is proved by winners' rank stability.

Tabela 2. Wyniki mistrzostw osób niepełnosprawnych sportowców w trójboju siłowym  
 Table 2. Competition results of disability powerlifters

Oficjalne Official			Dla niepełnosprawnych Handicapped		
kolejność rang rank order	kgf	punkty points	test mięśniowy, punkty muscle test, points	współczynnik korygowania correction coefficient	punkty points
1.	115,0	98,08	70,0	1,00	98,08
2.	100,0	86,62	64,7	1,08	93,55
3.	80,0	70,99	67,7	1,03	73,12
4.	85,0	70,39	63,0	1,11	78,13
5.	85,0	69,41	65,7	1,07	74,27
6.	52,5	52,58	50,4	1,39	73,09
7.	40,0	31,81	48,4	1,45	46,13



Ryc. 1. Wyniki oficjalne oraz po wyrównaniu szans dla niepełnosprawnych zawodników w trójboju siłowym  
 Fig. 1 Official and handicapped results of disability powerlifters

**Wnioski**

1. Poziom możliwości czynnościowych sportowców z upośledzeniem górnych kończyn i rdzenia kręgowego powyżej kręgosłupa piersiowego powinien stanowić podstawę dla modelu wyrównywania szans w trójboju siłowym.
2. Test czynnościowy mięśnia (ang. *muscle function test*) wykazuje dobry poziom wiarygodności w trzech pomiarach. Wraz z dynamometrią powinien być uznany jako test informacyjny dla wyrównywania szans w trójboju siłowym.
3. Odnotowano silną dodatnią korelację pomiędzy oficjalnymi wynikami zawodów a wynikami testu mięśniowego ( $r = 0,888$ ;  $p = 0,008$ ), która czyni przejrzyste wyliczenie współczynnika kompensacji jako stosunku jego maksymalnego możliwego wyniku do indywidualnego wyniku testu mięśniowego. Ponieważ nie występuje korelacja pomiędzy oficjalnymi wynikami zawodów a wynikami goniometrii, metoda ta nie powinna być stosowana w wyrównywaniu szans w trójboju siłowym ( $|r| < 0,590$ ;  $p = 0,163$ ).

**Conclusions**

1. The level of functional possibilities of sportsmen with upper limbs and spinal cord impairments above thoracic spine should be the basis to model handicap in powerlifting.
2. A muscle function test has showed a good level of reliability in three measurements. With a hand dynamometry it should be recognized as an informative test for handicap in powerlifting.
3. There is a strong positive correlation between the official competitive result and the result of muscle testing ( $r = 0.888$ ;  $p = 0.008$ ) that makes clear to calculate a compensation coefficient as a ratio of its maximally possible result to the individual muscle testing result. As there is no correlation between official competitive results and results of goniometry, the method shouldn't be used in powerlifting handicap ( $|r| < 0.590$ ;  $p = 0.163$ ).
4. Compensation coefficient in powerlifting handicap is calculated as a ratio between the maximally possible and

4. Współczynnik kompensacji w wyrównywaniu szans w trójboju siłowym jest obliczany jako stosunek pomiędzy maksymalnie możliwymi a przyjętymi wynikami testu mięśniowego. Obiektywność testu mięśniowego jest potwierdzona przez istotnie silną korelację pomiędzy wynikami oficjalnymi w zawodach a wynikiem dynamometrii ( $r = 0,909$ ,  $p = 0,005$ ;  $r = 0,9181$ ,  $p = 0,004$ ), jak również korelację pomiędzy testem mięśniowym a dynamometrią.
5. Dzięki współczynnikowi kompensacji sportowcy z większym upośledzeniem przesunęli się na lepszą pozycję. Jakkolwiek najważniejsza rola w określeniu zwycięzców jest przypisywana oficjalnemu wynikowi zawodów, który jest udowodniony przez stabilność rankingu zwycięzców.

the fixed results of muscle testing. Objectivity of muscle testing is confirmed by the significant strong correlation between the official competitive result and the result of dynamometry ( $r = 0.909$ ,  $p = 0.005$ ;  $r = 0.9181$ ,  $p = 0.004$ ), and also correlation between muscle testing and dynamometry.

5. Thanks the compensation coefficient the sportsmen with harder impairments moved to better positions. But the most important role in the determination of the winners remains for the official competitive result that is proved by winners' rank stability.

## Piśmiennictwo References

- [1] Briskin Y. *Disability sport in International Olympic movement*. Lviv, Krai 2006, 264.
- [2] DePauw K. P., Gavron S. J. *Disability sport*. Champaign, Il.: Human Kinetics, 1995, 408.
- [3] *Understanding paralympic classification* [http://www.eis2win.co.uk/tex/news\\_paraclassification100903.aspx](http://www.eis2win.co.uk/tex/news_paraclassification100903.aspx).
- [4] *Basketball Rules* ([http://www.paralympic.org/release/Summer\\_Sports/Wheelchair\\_Basketball/About\\_the\\_sport/Classification/](http://www.paralympic.org/release/Summer_Sports/Wheelchair_Basketball/About_the_sport/Classification/)).
- [5] *Powerlifting Rules* ([http://www.paralympic.org/release/Summer\\_Sports/Powerlifting/About\\_the\\_sport/Classification/index.html](http://www.paralympic.org/release/Summer_Sports/Powerlifting/About_the_sport/Classification/index.html)).
- [6] Perederiy A., Roztorgui M. *Comparative analysis of competitive activity performance of sportsmen in different nosological groups in paralympic powerlifting*. Moloda sportyvna nayka Ukrainy. Lviv, Panorama, 2007. – Ed.11. – Vo. 2, 275-280.
- [7] Handicap (<http://en.wikipedia.org/wiki/handicap>).
- [8] Surowska A., Seidel W., Piesiewicz K., Bolach B. *Porównanie wyciskania sztangi w pozycji horyzontalnej osób pełnosprawnych i niepełnosprawnych*, [w:] III Międzynarodowa konferencja naukowa „Aktywność ruchowa osób niepełnosprawnych”, Wrocław 2007.
- [9] Hislop H. *Daniels and Worthingham's Muscle Testing-Techniques of Manual Examination*. Elsevier, 2002, 480.
- [10] *Wilks formula* ([http://tsampa.org/training/scripts/relative\\_strength](http://tsampa.org/training/scripts/relative_strength)).

**Adres do korespondencji:  
Address for correspondence:**

Yuriy Briskin  
ops@infiz.lviv.ua

**Wpłynęło/Submitted: V 2008  
Zatwierdzono/Accepted: VI 2008**