

## Metody obiektywizacji i parametryzacji w klasyfikacji funkcjonalnej w pływaniu osób niepełnosprawnych

Objective and parametric methods used in functional classification disabled swimmers

numer DOI 10.2478/physio-2013-0022

Natalia Uścińowicz<sup>1</sup>, Wojciech Seidel<sup>2</sup>, Paweł Zostawa<sup>1</sup>, Sebastian Klich<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Wydział Fizjoterapii, Akademia Wychowania Fizycznego, Wrocław  
Faculty of Physiotherapy, University School of Physical Education, Wrocław

<sup>2</sup> Wydział Nauk o Sporcie, Akademia Wychowania Fizycznego, Wrocław  
Faculty of Sport Sciences, University School of Physical Education, Wrocław

### Streszczenie:

Ostatnie wydarzenia związane z igrzyskami olimpijskimi w Londynie wywołały wielkie zainteresowanie zawodami sportowców niepełnosprawnych. Różne osoby związane ze środowiskiem pływackim, w tym trenerzy oraz zawodnicy, spekulowały na temat słuszności oraz sprawiedliwości rywalizacji niepełnosprawnych. Nieustanny problem stanowią metody klasyfikacji sportowców, tak aby były one jak najbardziej obiektywne.

Początkowo osoby niepełnosprawne klasyfikowano, biorąc pod uwagę postawione diagnozy lekarskie. Z powodu ciągłej niesprawiedliwości dotyczącej startujących zawodników w niedługim czasie stworzono klasyfikację funkcjonalną, która aktualnie jest wykorzystywana. Zdaniem autorów wykorzystywanie obiektywnych metod nie wykluczyłoby całkowicie możliwości popełniania oszustw przez zawodników w procesie klasyfikacji, ale z całą pewnością znacznie by je ograniczyło. Spośród wielu metod mogących zobiektywizować klasyfikację sportowców z niepełnosprawnością należy wymienić posturografię, metodę oceny siły mięśniowej rozwijanej podczas skurczów izotonicznych, izometrycznych i izokinetycznych, ocenę elektrogoniometryczną, elektromiografię powierzchniową, a także analizę parametrów kinematycznych. Wskazane sposoby obiektywnej oceny mają sens diagnostyczny tylko w przypadku wspólnego ich zastosowania.

Autorzy podkreślają niezaprzeczalne korzyści płynące z używania obiektywnych metod oceny. Niestety, takie rozwiązanie oprócz zalet ma także kilka wad. Konkluzją artykułu jest stwierdzenie przez autorów słuszności stosowania metod obiektywnych, które pozwalałyby na pozostawanie w zgodzie z najważniejszą sportową zasadą: fair play.

**Słowa kluczowe:** klasyfikacja, pływanie osób niepełnosprawnych, sport osób niepełnosprawnych, metody obiektywne, klasyfikacja funkcjonalna

### Abstract:

The recent Olympic Games in London incited much interest in the competition of disabled athletes. Various people connected with swimming, including coaches and athletes, have speculated about the fairness of competitions of disabled athletes. A constant problem are the subjective methods of classification in disabled sport. Originally, athletes with disabilities were classified according to medical diagnosis. Due to the injustice which still affects the competitors, functional classification was created shortly after. In the present review, the authors show the anomalies in the structure of the classification. The presented discovery led to the suggestion to introduce objective methods, thanks to which it would be no longer necessary to rely on the subjective assessment of the classifier. According to the authors, while using objective methods does not completely rule out the possibility of fraud by disabled athletes in the classification process, it would certainly reduce their incidence. Some of the objective methods useful for the classification of disabled athletes are: posturography, evaluation of the muscle parameters, electrogoniometric assessment, surface electromyography, and analysis of kinematic parameters. These methods have provided objective evaluation in the diagnostic sense but only if they are used in tandem. The authors demonstrate the undeniable benefits of using objective methods. Unfortunately, there are not only advantages of such a solution, there are also several drawbacks to be found. The conclusion of the article is the statement by the authors that it is right to use objective methods which allow to further the most important rule in sport: fair-play.

**Key words:** classification, disabled swimming, objective methods, disabled sport, functional classification “: classification, disabled swimming, objective methods, disabled sport, functional classification

## Wprowadzenie

We współczesnym sporcie osób niepełnosprawnych istnieje wiele nieścisłości związanych z klasyfikacją do grup i klas startowych. Mimo że żyjemy w XXI w. i nasz świat rozwija się w każdej możliwej dziedzinie, to jednak sposób klasyfikacji w sporcie osób niepełnosprawnych nie idzie z duchem czasu. W przypadku niepełnosprawnych mówi się o klasyfikowaniu zawodników ze względu na dysfunkcje i stan funkcjonalny, tak aby mogli oni współzawodniczyć, mając równe szanse [1].

Klasyfikacja zawodników jest nieodzownym elementem również w pływaniu osób niepełnosprawnych. Jej zasadniczy cel to wyrównanie szans zawodników rywalizujących ze sobą w poszczególnych konkurencjach pływackich [2]. Na początkowym etapie rozwoju pływania niepełnosprawnych podstawę systemu klasyfikacji stanowiło rozpoznanie medyczne i badanie lekarskie – nosił on nazwę klasyfikacji medycznej. Nie było to najlepsze rozwiązanie, ponieważ podczas zawodów mogły ze sobą rywalizować tylko osoby z takim samym lub zbliżonym rodzajem schorzenia. W praktyce oznaczało to, że w jednej klasie znajdowali się zawodnicy np. po amputacji na poziomie uda i podudzia. Jest więc oczywiste, że takie osoby miały różne możliwości funkcjonalne. W związku z tym konieczne stało się wprowadzenie systemu podziału na klasy startowe, który pozwalałby konkurować zawodnikom z różnymi rodzajami schorzeń, ale mającymi podobne możliwości funkcjonalne. Obecnie obowiązujący system klasyfikacji (Functional Classification System – FCS) został po raz pierwszy wdrożony na igrzyskach paraolimpijskich w Barcelonie w 1992 r. Od tego czasu podlega on ciągłym modyfikacjom, aby rywalizacja w poszczególnych klasach startowych była jak najbardziej sprawiedliwa [3].

W procesie klasyfikacji funkcjonalnej pływacy niepełnosprawni oceniani są na podstawie dwóch elementów badania i obserwacji (testu ławkowego – testy ruchowe, testu w wodzie – funkcjonalna ocena możliwości pływaka w wodzie, obserwacji zawodnika niepełnosprawnego podczas zawodów, a zwłaszcza jego zdolności ruchowej). System klasyfikacji funkcjonalnej osób z ograniczeniami możliwości ruchowych zawiera dziesięć klas dla kobiet i dziesięć dla mężczyzn w stylach: dowolnym, grzbietowym i motylkowym – od S1 do S10. Każda z klas startowych charakteryzuje się modelem funkcjonalnym, wyrażonym w wartości punktowej, możliwej do uzyskania przez danego zawodnika podczas procedury klasyfikacyjnej. Numery klas świadczą o poziomie możliwości funkcjonalnych zawodnika. Im jest on niższy, tym niższą klasę uzyskują pływacy w wyniku klasyfikacji [4].

Obligatoryjny system klasyfikacyjny budzi wiele wątpliwości, ponieważ jest on subiektywny. W związku z tym, należałoby włączyć więcej elementów oceny obiektywnej [5]. Taka sytuacja skłania do poszukiwania metod diagnostycznych, które przyczyniłyby się do obiektywizacji i parametryzacji klasyfikacji funkcjonalnej w pływaniu, a tym samym zminimalizowałyby ryzyko przyznania nieadekwatnej do możliwości ruchowych klasy startowej.

Podczas badania osoba mająca kwalifikację – tzw. klasyfikator – ocenia zawodników pod kątem zakresu ruchomości w stawach, siły mięśniowej, a także poziomu koordynacji ruchów. Nie da się ukryć, że badanie jest subiektywną oceną klasyfikatora i budzi wiele kontrowersji. Zakres ruchomości w stawach oceniany jest za pomocą goniometru „na oko” w ustabilizowanych pozycjach, a siła mięśniowa – na podstawie testu przypominającego stosowany w Polsce test Lovetta. Daną

## Introduction

In present-day sport for the disabled, there are many inaccuracies regarding classification into categories. Even though we live in the 21st century and our world is developing in every possible area, classification in disabled sport does not follow the current trends. It is said that in the case of the disabled the athletes are classified according to their dysfunctions and functional status, to allow them to compete on a level playing field [1].

The classification of athletes is also indispensable in disabled swimming. Its fundamental aim is to equalize the chances of athletes competing in individual swimming competitions [2]. At the early developmental stage of disabled swimming, the classification system was based on medical diagnosis and examination: it was known as medical classification. It was not a very good solution, since only people with the same or similar kind of condition could compete during the event. In effect, this meant that athletes with above-knee and below-knee amputations belonged to the same category. It is obvious, therefore, that the functional capacities of these people were different. Consequently, it was necessary to introduce a class division system, which would enable competition between athletes with different kinds of conditions but similar functional capacities. The Functional Classification System (FCS) currently in place was implemented for the first time at the Paralympic Games in Barcelona in 1992. Since then, it has been undergoing constant modifications, so as to make the competition in individual classes as fair as possible [3].

In the functional classification process, disabled swimmers are evaluated based on two tests and observation (a bench test: motor evaluation, a water test: a functional evaluation of a swimmer's capabilities in water, and the observation of a disabled swimmer during competition, in particular regarding his/her mobility). The Functional Classification System for people with limited mobility contains 10 classes for women and 10 for men in Freestyle, Backstroke and Butterfly strokes, from S1 to S10. Each of the classes is characterized by a functional model expressed as a points score which a given athlete may obtain during the classification procedure. Class numbers correspond to the functional capacities of athletes. The lower the score, the lower class is assigned to a swimmer in the classification [4].

The obligatory classification system raises many doubts because it is subjective. Therefore, it should include more elements of objective assessment [5]. This situation is an incentive to seek diagnostic methods which might contribute to the objectivization and parameterization of functional classification in swimming, and thus to minimize the risk of being assigned to a class which is inadequate to one's mobility.

During the test, a qualified person – called a classifier – evaluates athletes regarding the range of movements in joints, muscle strength, and level of movement coordination. Undeniably, the test is a subjective evaluation of the classifier, which creates much controversy. The range of movement in joints is roughly assessed in stabilized positions using a goniometer, and the muscle strength test is similar to Lovett scale used in Poland. A given muscle group or a single muscle is measured on a scale of 0 to 5 degrees. The coordination of an athlete is assessed with a variety of tests involving repeated movement sequences. These tests are conducted on land, according to the IPC standards [4]. Under these circumstances classifiers may easily make mistakes, and

grupę mięśniową lub pojedynczy mięsień ocenia się w skali od 0 do 5. Koordynacja zawodnika badana jest przy użyciu różnego rodzaju testów, polegających na powtórzeniowych sekwencjach ruchów. Testy te przeprowadzane są na łądzie zgodnie ze standardami IPC [4]. W tej sytuacji nietrudno o pomyłki klasyfikatorów, a czasami nawet o oszustwa zawodników. Wynika to przede wszystkim z chęci otrzymania niższej klasy startowej, ponieważ w praktyce oznacza ona większą szansę na uzyskanie sukcesu podczas rywalizacji sportowej – wówczas zawodnik będzie konkurował z osobami mającymi mniejsze możliwości funkcjonalne.

Próby oszustwa podczas klasyfikacji dziwią, zwłaszcza że osoby niepełnosprawne bardziej niż inne powinny doceniać możliwość rywalizacji, dążenia do celu i samodoskonalenia, a jednak coraz częściej chwytają się one niedozwolonych metod, aby osiągnąć zamierzony cel [3]. Niezwykle trudno o konkretne i wiarygodne dane na ten temat. Wydaje się, że ma to związek z chęcią ukrycia pewnych faktów przez Międzynarodowy Komitet Paraolimpijski, który obecnie próbuje wyeliminować tego typu praktyki w środowisku zawodników, wprowadzając kary (takie same jak w przypadku stwierdzenia dopingu) za oszustwa podczas klasyfikacji. Sytuacje niezgodne z zasadami fair play w czasie klasyfikacji nielatwo znaleźć również w jakichkolwiek publikacjach naukowych lub oficjalnych doniesieniach. W większości są to opowieści krążące wśród zawodników i trenerów.

Celem pracy było przedstawienie obiektywnych metod wspomagających ocenę stanu funkcjonalnego, co pomogłoby w rzetelnym sklasyfikowaniu zawodników do klas startowych w pływaniu osób niepełnosprawnych.

## Obiektywne metody oceny stanu funkcjonalnego

Nieustannie pojawiają się problemy związane z obiektywnymi sposobami klasyfikacji w sporcie osób niepełnosprawnych. Największy dotyczy osób z niepełnosprawnością ruchową, mniejsze – osób z zaburzeniami narządu wzroku i z niepełnosprawnością intelektualną [6]. Wielu autorów opisuje nowe metody klasyfikacji sportowców, jednak nie przykłada się do nich wagi i nie są one stosowane. Wydaje się, że system klasyfikacji osób niepełnosprawnych oparty na ocenie zdolności funkcjonalnych jest właściwy, mimo że wykorzystywane metody są subiektywne, co oznacza, że klasyfikator może ocenić zawodnika w inny sposób, niż zrobiłby to jego kolega. Przykładowo inaczej określi siłę mięśniową drobna kobieta, a inaczej mężczyzna systematycznie uczęszczający na siłownię. Pożądanym rozwiązaniem wydaje się stosowanie obiektywnych metod oceny możliwości funkcjonalnych sportowców, a szczególnie parametrów, które bada się podczas procedury klasyfikacyjnej. Profesor Cairbre McCann z University of Vermont nazwał klasyfikację funkcjonalną „klasyfikacją przez obserwację”, co – jego zdaniem – zwraca uwagę na zbyt duże uproszczenie w klasyfikowaniu zawodników, często prowadzące do błędów [7].

## Metoda posturograficzna

Jedną z wielu metod mogących zobiektywizować klasyfikację sportowców z niepełnosprawnością jest posturografia. Służy ona do obiektywnej oceny układu równowagi człowieka oraz pozwala na badanie zaburzeń koordynacji wzrokowo-ruchowej dzięki rejestracji wychwień postawy, opartej na pomiarze sił wywieranych na podłożu. Na podstawie parametrów rejestrowanych przez czujniki tensometryczne komputer wylicza położenie środka nacisku stóp COP (*center of foot pressure*). Program rejestracji obejmuje analizę trzech rodzajów

sometimes even athletes may cheat. The latter is mostly due to the desire to obtain a lower class, as it effectively means a greater chance to succeed in sport competition: the athlete would then compete against people with lower functional capacities.

The attempts to cheat during classification are surprising, in particular because the disabled should appreciate more than others the opportunity to compete, pursue a goal, and self-improvement, and yet more and more often do they make use of prohibited methods to achieve the desired goal [3]. However, specific and reliable data on this is extremely difficult to find. Apparently, it may be related to the fact that the International Paralympic Committee would like to conceal certain facts, as it is currently striving to eliminate such practices in athletic milieu by introducing penalties for cheating in classification (the same as in the case of doping violations). Similarly, it is not easy to find any situations contrary to the principles of fair play in any scientific publications and official communications whatsoever. In most cases, these are stories circulated among athletes and coaches.

The aim of the paper was to present objective methods to support the assessment of functional status, which might contribute to reliable assignment of athletes into classes in disabled swimming.

## Methods of objective evaluation of functional status

New problems constantly arise, which are related to objective methods of classification in disabled sport. The greatest one involves people with motor disabilities, lesser ones affect those with eyesight and intellectual disabilities [6]. Many authors have described new methods of classifying athletes, yet they are not given consideration or implemented. It seems that a system of classification of the disabled based on the assessment of functional capacities is appropriate, even though the methods it uses are subjective, which means that a classifier may evaluate a given athlete differently than his colleague would. For instance, muscle strength would be measured differently by a small-framed woman and a man who regularly goes to the gym. What seems to be the most desirable solution is using objective methods of evaluation of functional capacities of athletes, and particularly the parameters tested during the classification procedure. Professor Cairbre McCann from the University of Vermont referred to functional classification as “classification by observation” which – according to him – draws attention to excessive simplification in classifying athletes, which leads to frequent mistakes [7].

## Posturographic method

One of many methods which may objectivize the classification of athletes with disabilities is posturography. It is used to objectively evaluate the human equilibrium system and enables testing the disturbances of visual-motor coordination by recording the wobbling of posture based on measuring the forces exerted on the ground. On the basis of parameters registered by strain gauges, the computer calculates the center of foot pressure (COP). The recording program involves the analysis of three types of COP displacements: with open eyes, with closed eyes, and in the conditions of visual-motor feedback, or biofeedback [8, 9].

przemieszczeń COP: przy oczach otwartych, przy oczach zamkniętych oraz w warunkach wzrokowo-ruchowego sprzężenia zwrotnego, tzw. biofeedback [8, 9].

Badania posturograficzne mogą być ukierunkowane na badania przesiewowe układu równowagi. Posturografia może być wykorzystywana do pomiaru reakcji posturalnych podczas utrzymania równowagi w pozycji stojącej zarówno przez osoby zdrowe, jak i niepełnosprawne [10]. Pomiar posturograficzny z kontrolą wzrokową polega na obserwacji przez osobę stojącą na posturografie punktu chwilowego położenia swojego COP, widniejącego na ekranie monitora w postaci obiektu. Obiekt ten wykonuje na ekranie ruchy, które odwzorowują ruchy COP. Obserwacja położenia obiektu reprezentującego COP jest oceniana na podstawie utrzymywania go w zadanym położeniu z dokładnością, która w dużym stopniu wynika z koordynacji wzrokowo-ruchowej badanej osoby. Ocena skuteczności korygowania wychwiał postawy badanego może być dokonywana z użyciem wskaźnika koordynacji. Jego wartość jest procentowym pomiarem czasu utrzymania COP w obrębie centralnie zlokalizowanego nieruchomego kwadratu w trakcie rejestracji ze sprzężeniem zwrotnym w stosunku do całkowitego czasu pomiaru [8]. Im wyższa jest wartość tego wskaźnika, tym lepsza okazuje się koordynacja wzrokowo-ruchowa u badanej osoby. Niższe jego wartości świadczą o słabej koordynacji, co w przypadku sportowców z niepełnosprawnością może ułatwić klasyfikację. Wydaje się więc, że metoda może być przydatna w ocenie możliwości koordynacyjnych, zwłaszcza u zawodników z porażeniem mózgowym. Badanie posturograficzne umożliwia uzyskanie obiektywnych wyników dotyczących wychyleń równowagi w statyce i dynamicie. Warto również zauważyć, że wykorzystanie dodatkowych bodźców (wychwiania z równowagi) może zmniejszyć ryzyko symulowania przez zawodnika o słabej kontroli ruchowej [9].

Niekwestionowaną wadą tej metody jest jej mała dostępność, a także wysoka cena urządzeń. Omawiane badanie jest długie, co szczególnie w przypadku osób z porażeniem mózgowym może prowadzić do zmęczenia i zaburzenia wyników badań. Ponadto należy pamiętać, że odbywa się ono w środowisku lądowym i z tego powodu może być przez niektóre osoby uważana za nieprawidłową metodę oceny stanu pływaków. Ze względu jednak na brak metod oceny równowagi i koordynacji w środowisku wodnym na dzisiejsze potrzeby posturografia wydaje się wystarczająca.

### **Metody oceny siły mięśniowej na podstawie skurczów izotonicznych, izometrycznych i izokinetycznych**

Jedną z metod oceny siły mięśniowej, pozwalającą zweryfikować aktualny stan układu ruchu, są ćwiczenia izotoniczne i izokinetyczne wykonywane na specjalnych urządzeniach.

Ocena izokinetyczna stanu funkcjonalnego sportowca opiera się na koncepcjach, które zakładają, że prędkość, z jaką porusza się dany segment ciała, przyjmuje wartość stałą. Ma to podstawowe znaczenie dla diagnostyki, a także bezpieczeństwa przeprowadzanego badania. Warto zaznaczyć również, że opór zmienia się pod wpływem uzyskiwanych momentów sił [11].

Badanie wykorzystujące pracę izokinetyczną powinno być w głównej mierze przeznaczone dla sportowców ze schorzeniami w obrębie ośrodkowego układu nerwowego. Stanowi też dobre rozwiązanie w przypadku zawodników z mózgowym porażeniem dziecięcym oraz diplegią spastyczną. Jeśli wziąć pod uwagę aspekty teoretyczne oraz założenia badania, to metoda ta wydaje się najlepsza [11-13]. Praca izometryczna natomiast charakteryzuje się równowagą między działaniem sił zewnętrznych i wewnętrznych.

Posturographic surveys may be targeted at equilibrium system screening. Moreover, posturography may be used to measure postural reactions during maintaining balance in a standing position by both disabled and healthy people [10]. A posturographic measurement with visual control involves the person standing on a posturograph observing the instantaneous location of his/her COP, displayed as an object on a monitor screen. This object moves on the screen in a way which mimics the movements of COP. The observation of the location of the object which represents COP is evaluated based on keeping it in a desired position with a precision which to a large extent results from the visual-motor coordination of the tested individual. The evaluation of how effectively the wobbling of posture of the examined individual are corrected may be performed using a coordination index. It equals the percentage of time when COP was maintained within a centrally located stationary square during the recording with biofeedback, compared to the total measurement time [8]. The higher the value of this index, the better the visual-motor coordination turns out to be in a tested individual. Whereas its lower values attest to weak coordination, which may facilitate classification in the case of disabled sportspeople. Therefore, it seems that this method may be useful to evaluate coordination capacities, especially in athletes with cerebral palsy. Posturographic testing allows to gain objective results regarding wobbling of posture in both statics and dynamics. It is also worth noting that using additional stimuli (wobbling of posture) may decrease the risk that an athlete would simulate weak motor control [9].

The unquestionable disadvantage of this method is its low availability, and the high cost of devices as well. The discussed test is long, which may lead to fatigue and disturb the results, especially in the case of persons with cerebral palsy. It should also be remembered that it is being performed on land, and therefore may be considered by some people as an inappropriate method to assess the state of swimmers. However, due to the lack of methods of evaluating equilibrium and coordination in water environment, posturography seems to meet the needs of today.

### **Methods of muscle strength evaluation based on isotonic, isometric, and isokinetic contractions**

One of the methods of evaluating muscle strength which allows to verify the current state of the motor system involves isotonic and isokinetic exercises performed on special devices.

The isokinetic evaluation of an athlete's functional state is based on conceptions which assume that the speed at which a given body part moves is constant. It is fundamentally important for diagnostics as well and the safety of performed tests. It is also worth to remark that resistance is affected by obtained moments of forces [11].

An evaluation using isokinetic function should be primarily designed for sportspeople with central nervous system disorders. It is also a good solution in the case of athletes with cerebral palsy and spastic diplegia. Taking into consideration the theoretical aspects and assumptions of the test, this method seems to be the best [11-13]. Isometric work, on the other hand, is characterized by the balance between the effects of external and internal forces.

In athletes who are tetraplegic or suffered from a stroke, it is indicated to carry out a diagnostic examina-

U zawodników z tetraplegią i osób po przebytych udarach mózgu jest wskazane wykonanie badania diagnostycznego w oparciu o pracę izometryczną mięśni. Należy jednak zauważyć, że może być ono połączone z pracą izokinetyczną ze względu na zaburzenie, które dotyczy danej kończyny [14].

Warto również zwrócić uwagę na skurcz izotoniczny mięśnia, który dotyczy zmian długości włókna mięśniowego przy zachowaniu stałego napięcia mięśniowego. Z przeglądu aktualnych danych naukowych wynika, że badania diagnostyczne wykorzystujące ten rodzaj skurczu jest prowadzone u sportowców chorujących na stwardnienie rozsiane, po amputacji kończyn dolnych i górnych, ze skrótem czynnościowym kończyn dolnych, a także mających deformacje lub niedorozwój narządu ruchu [15].

Uzyskane wyniki pozwalają na obiektywną ocenę zakresu pomiaru momentów sił oraz prędkości ruchu, zarówno w pracy koncentrycznej, jak i ekscentrycznej. Oprócz analizy pomiarów dla ruchów czynnych możliwe jest zastosowanie tej metody w przypadku ruchu biernego oraz izolowanego. Ich ocena dokonywana jest na podstawie analizy wartości niutonometrów, a także stopni. Ponadto istnieje możliwość archiwizacji baz danych, co mogłoby być pomocne w przesyłaniu raportów do IPC, jak również porównaniu wyników po kilku latach. Powtarzalność tego systemu jest zapewniona dzięki rozbudowanemu oprogramowaniu (raporty badań). Obiektywizm oceny siły mięśniowej w tym systemie gwarantuje wbudowany dynamometr elektryczny. Podczas klasyfikacji metodą izokinetyczną można uniknąć dokonania bardzo subiektywnej oceny siły mięśniowej oraz trudności w wyznaczaniu wartości siły według skali Lovetta. Jako jedną z najważniejszych zalet tej metody wymienia się bezpieczeństwo podczas badania, wynikające z dostosowania oporu do odpowiedniej siły mięśniowej, co sprawia, że nie dochodzi do przeciążeń ani uszkodzeń w obrębie stawu lub mięśnia [16].

Niewątpliwie największą wadą opisywanego badania jest jego wysoka cena. W związku z tym IPC mógłby zakupić tylko kilka drogich urządzeń, co spowodowałoby trudności w klasyfikacji osób z niepełnosprawnością z różnych odległych regionów świata. Ponadto problemem mogłoby okazać się transport urządzenia. Sprzęt pomiarowy zajmuje dużo miejsca, podczas gdy aby dokonać subiektywnej oceny siły mięśniowej, potrzebne jest jedynie przenośne łóżko.

### Metoda elektrogoniometryczna

Badanie zakresu ruchomości w stawach wydaje się szczególnie obarczone dużym ryzykiem występowania błędów. Głównym czynnikiem zakłócającym uzyskane wyniki jest niedokładność pomiarowa badającego, czego skutkiem może być zafalszowanie wyników przez badanego. W celu obiektywizacji i parametryzacji takich pomiarów można wykorzystać elektrogoniometr, który w bardziej obiektywny sposób mierzy wartości kątowe w stawach [17]. Metodę można zaliczyć do pomiarów obiektywnych, co wynika przede wszystkim ze standaryzacji umieszczania punktów pomiarowych i dużej powtarzalności przeprowadzanych pomiarów. Dzięki temu urządzeniu można uniknąć błędów pomiarowych podczas badania zakresu ruchu przez różne osoby. Każdy klasyfikator według swoich spostrzeżeń może przyjąć wynik końca zakresu ruchu, a następnie przepisać daną wartość. Zaletą jest również duża dokładność pomiarów, tj. do 0,1 stopnia zakresu ruchu. Wydaje się mało prawdopodobne, że ta metoda spowoduje błędy ze względu na bezpośredniość pomiarów, a jedyną możliwą niedokładność zależy od precyzji mocowania elektrogoniometrów. Powstały błąd względny szacowany jest na ok. 5%. Ponadto istnieje możliwość połączenia elektrogoniometru z innym obiektywnym urządzeniem, jak np.

tion based on the isometric work of muscles. It should be noted, however, that it may be combined with isokinetic function due to the disorder affecting a given limb [14].

It is also worth to pay attention to isotonic muscle spasm, involving the change in the length of muscle fibre while maintaining constant muscular tension. The review of current scientific data reveals that a diagnostic test using this type of contraction is performed in sportspeople suffering from sclerosis multiplex, with upper and lower limb amputations, functional shortening of lower limbs, as well as with malformations or hypoplasia of the motor system.

Obtained results enable an objective evaluation of the measurement range of the moments of forces and speed of movement, both in concentric and excentric work. Apart from analysing measurements for active movement, it is also possible to use this method for passive and isolated movement. They are evaluated based on the analysis of newton-meter values, and degrees. Moreover, the databases can be archived, which could be helpful in sending reports to the IPC, as well as comparing the results several years apart. The repeatability of this system is ensured by comprehensive software (research reports). The objectivity of the evaluation of muscle strength in this system is warranted by an embedded electric dynamometer. In classification using the isokinetic method, it is possible to avoid an extremely subjective evaluation of muscle strength and the difficulties in determining the strength according to Lovett scale. One of the most important known advantages of this method is safety during the test, which results from adjusting the resistance to the given muscle strength, which allows to avoid overloading and damage to the joint or muscle [16].

Undoubtedly, the greatest disadvantage of the described test is its high cost. As a result, IPC might only purchase a few pieces of expensive equipment, which would lead to difficulties in the classification of people with disabilities hailing from various remote regions of the world. Moreover, the transport of the device could be problematic. Measurement devices take a lot of space, whereas all that is needed for a subjective assessment of muscle strength is a portable bed.

### Electrogoniometric method

Measuring the range of movements in joints seems to incur a particularly high risk of error. The main factor disturbing the obtained results is the measurement imprecision of the examiner, which may lead to the results being distorted by the examined. The objectivization and parametrization of such measurements may be aided by using an electrogoniometer, which more objectively measures the values of angles in the joints [17]. This method may be considered an objective measurement, which results above all from the standardized placement of measurement points and high repeatability of performed measurements. Thanks to this device it is possible to avoid measurement error in the evaluation of the range of movement by different persons. Every classifier may adopt the result of the end of the movement range based on his or her observations, and then copy the given value. Yet another advantage is the high precision of measurement, that is, of 0.1 degree of the movement range. It seems unlikely that this method would lead to errors due to the measurements being direct, and the only possible source of inaccuracy is the precision of fixing the electrogoniometers. The occurring relative error is estimated at about 5%. Moreover, it is possible to connect an electrogoniometer with another objective device, such as EMG

EMG [18]. Zastosowanie obu tych metod ma na celu zmniejszenie prawdopodobieństwa wystąpienia oszustw, szczególnie podczas pomiarów siły mięśniowej. Monitorowanie napięcia mięśniowego dzięki EMG i równoczesny pomiar zakresu ruchomości zmniejszają również możliwość symulowania ograniczeń zakresu ruchomości w stawach.

Metoda obarczona jest niewielkim błędem, bo – jak twierdzi Capozzo – istnieje problem związany z wyznaczeniem punktów pomiarowych ze względu na dużą przesuwalność skóry. Na przykład wyznaczanie środka obrotu w stawie biodrowym według krętarza może w efekcie ukazać punkt obciążony błędem 2 cm. Obiektywna ocena wartości kątowej w stawie może być zakłócona przez dużą masę mięśniową zarówno podczas badania goniometrem, jak i elektrogoniometrem [19].

### Elektromiografia powierzchniowa

W obiektywnym postępowaniu badawczym należy również zwrócić uwagę na metody badania aktywności mięśni. Przykładem metody badawczej umożliwiającej obiektywną ocenę układu mięśniowego jest elektromiografia powierzchniowa (EMG), która polega na rejestracji sygnału elektrycznego z mięśni podczas ich pracy.

Bioelektryczna ocena mięśni podczas badania EMG wydaje się bardzo obiektywną metodą, a w literaturze naukowej można znaleźć inne cele kwantyfikacji EMG, jak np. monitorowanie intensywności względnej mięśnia w czasie skurczu statycznego i dynamicznego [20].

Elektromiografia to metoda rejestracji procesów elektrycznych przebiegających w mięśniach szkieletowych. Pozwala przede wszystkim na zobrazowanie napięcia elektrycznego, charakterystyki czasowej zaangażowania mięśnia w ruchu oraz współdziałania mięśni antagonistycznych. Jest również przydatna w czasie obserwacji aktywności motorycznej mięśni [21]. Do uzyskania elektromiogramów globalnych używane są elektrody kontaktowe, które umieszcza się na skórze ponad brzoścem danego mięśnia, w miejscu największego nagromadzenia włókien mięśniowych. Elektromiogram globalny stanowi zawsze sumę milionów potencjałów czynnościowych (zbiera sumaryczne odpowiedzi elektryczne wielu jednostek ruchowych) i reprezentuje aktywność mioelektryczną całego mięśnia [22]. Elektromiografia globalna ułatwia odpowiedź na pytania: jakie mięśnie biorą udział w wykonywaniu danej czynności, jaka jest ich aktywność czynnościowa, kiedy się rozpoczyna, a kiedy kończy ich skurcz [23]. To także wygodna metoda pomiaru aktywności mioelektrycznej całego mięśnia lub całych grup mięśniowych [24]. Może zatem służyć jako użyteczna metoda diagnostyczna określająca zaangażowanie mięśni.

Należy jednak podkreślić, że wiele czynników oddziałuje na jakość pomiaru EMG. Hałas podczas badania, a także przesuwalność skóry wpływają na artefakty błędów pomiaru. Kolejną trudnością związaną z badaniem EMG mogą okazać się umiejętności potrzebne do przeprowadzenia badania, takie jak umiejętność odpowiedniego przyklejenia elektrod we właściwych miejscach, a także umiejętność wykonania pomiaru [25]. Klasyfikator powinien odbyć długie szkolenia z tego zakresu. Ponadto aby móc zmniejszyć zakresy błędów, skórę, na którą mają zostać umocowane elektrody, należy ogolić oraz zdezynfekować alkoholem [26].

### Analiza parametrów kinematycznych

Ostatnią metodą mogącą posłużyć obiektywizacji w procesie klasyfikacji funkcjonalnej jest analiza parametrów kinematycznych w warunkach rywalizacji sportowej. Wyniki badań naukowych potwierdzają zasadność tego typu analiz.

[18]. Combining these methods is meant to decrease the likelihood of cheating, especially during the measurement of muscle strength. The monitoring of muscular tension with EMG with a simultaneous measurement of the range of movement in joints also limit the possibility of simulating the limitations to the latter.

The method contains a small error because – according to Capozzo – there is an issue related to determining measurement points due to the displaceability of the skin. For instance, determining the the hip joint rotation center based on the trochanter may yield a point with an error of 2 cm. The objective evaluation of angular value in a joint may be disturbed by high muscle mass both during a measurement with both a goniometer and an electrogoniometer [19].

### Surface electromyography

In performing an objective research, one should also pay attention to the methods of measuring muscular tension. An example of a method which enables an objective evaluation of the muscle system is surface electromyography (EMG), which involves recording electrical signals of muscles during their work.

The bioelectrical evaluation of muscles during an EMG test seems to be a very objective method, while in scientific literature there are also other aims for EMG quantification to be found, such as monitoring the relative intensity of a muscle during static and dynamic contraction [20].

Electromyography is a method of recording the electrical processes occurring in skeletal muscles. First and foremost, it enables the imaging of electric tension, time characteristics of a muscle in motion, and cooperation of antagonistic muscles. It is also useful in the observation of motor activity of muscles [21]. In order to obtain global electromyograms, contact electrodes are used, placed on the skin above the belly of the muscle, that is the place where the concentration of muscle fibers is the highest. The global electromyogram is always a sum of millions of action potentials (it gathers electrical responses of multiple motor units) and represents the myoelectrical activity of the whole muscle [22]. Global myography facilitates the answer to the question which muscles participate in performing a given activity, what their functional activity is, and when their contraction begins and ends [23]. It is also a convenient method to measure the myoelectrical activity of an entire muscle or whole muscle groups [24]. Therefore, it may serve as a useful diagnostic method to determine muscle engagement.

It should be stressed, however, that there are many factors affecting the quality of EMG measurement. Noise during measurement as well as the displaceability of the skin lead to measurement error artifacts. What may turn out to be yet another difficulty associated with EMG are the skills necessary to perform the test, such as the ability to attach the electrodes in appropriate locations and the skill to perform the measurement [25]. A classifier should undergo a lengthy training on this subject. Moreover, in order to decrease the error ranges, the skin where electrodes are to be applied should be shaved and disinfected with alcohol [26].

### Analysis of kinematic parameters

The last method which may contribute to the objectivization in functional classification is the analysis of kinematic parameters in the conditions of sport competition. Scientific research results tend to confirm the validity of this kind

Na przykład Pelayo i wsp. na podstawie badań przeprowadzanych z udziałem pływaków niepełnosprawnych potwierdzili, że długość cyklu jest powiązana z prędkością pływania w przeciwieństwie do częstotliwości cykli [27]. Stwierdzili, że prędkość, długość cyklu, jak i współczynnik efektywności zwiększają się znacząco w stosunku do wzrastającego poziomu możliwości funkcjonalnych od klasy startowej S3 do S10, a częstotliwość cykli nie różni się istotnie między poszczególnymi klasami. Wartość długości cyklu, pozostająca w relacji do stopnia niepełnosprawności ruchowej, mogłaby być jedną z metod odróżnienia od siebie klas niepełnosprawności (od S1 do S10). W rzeczywistości długość cyklu związana jest z siłą napędową wytwarzaną przez pływaka podczas pływania oraz z siłą oporu. Dlatego spadek długości cyklu w odniesieniu do stopnia niepełnosprawności ruchowej może być wytłumaczony zakresem ruchu, siłą, koordynacją lub długością kończyn [27]. Wzrost współczynnika efektywności może być więc łączony ze zmianami efektywności pływania w klasach startowych [28]. Rezultaty badań przeprowadzonych przez Pelayo wykazały, że na efektywność pływania większy wpływ ma stopień niepełnosprawności niż łączny czas treningu i przeplnięty kilometr. Dlatego współczynnik efektywności wydaje się praktycznym kryterium w rękach klasyfikatorów, wykorzystywanym w celu uzupełnienia oceny pływaków podczas klasyfikacji funkcjonalnej na potrzeby pływania, by zapewnić wszystkim zawodnikom jednakowy i sprawiedliwy punkt wyjściowy.

W przypadku klasyfikacji funkcjonalnej nie należałoby rozpatrywać parametrów kinematycznych osobno, ale w odniesieniu do rodzaju dysfunkcji, cech antropometrycznych pływaka, jego funkcjonalności w wodzie w konkretnym stylu pływackim, a także wieku i doświadczenia treningowego zawodnika. Wartości poszczególnych parametrów kinematycznych, a zwłaszcza współczynnika efektywności, powinny być łączone z efektywnością pływania zawodników w poszczególnych klasach. Chociaż to kryterium nie powinno być jedyną podstawą rozróżnienia funkcjonalności w odniesieniu do klas startowych, to jednak byłoby ono bardzo użytecznym narzędziem w grupie metod stosowanych przez klasyfikatorów w procesie klasyfikacji funkcjonalnej, ponieważ ukazuje różnice między zawodnikami w sposób jak najbardziej obiektywny, a tym samym niebudzący wątpliwości wśród zawodników i ich trenerów, a także klasyfikatorów [27].

## Dyskusja

Przez wiele lat cele i zadania sportu pływackiego nie mieściły w swoich ramach pojęcia niepełnosprawności. Działo się tak wskutek niewiedzy o potrzebach i możliwościach osób niepełnosprawnych. Ostatnia dekada XX w. to jednak czas profesjonalnego rozwoju pływania osób niepełnosprawnych. W związku z tym badania naukowe określające możliwości funkcjonalne niepełnosprawnych pływaków oraz zobiektywizowanie procedury klasyfikacyjnej powinny prowadzić do ustalenia jasnych, czytelnych i przede wszystkim sprawiedliwych kryteriów przyznawania klas startowych. Obecnie przy bardzo wysokim poziomie sportowym w pływaniu bardzo często osoby niepełnosprawne uprawiają sport w celach zarobkowych – profesjonalnie (zawodowo) [29]. System przyznawania stypendiów, nagród oraz emerytur sportowych medalistom najważniejszych imprez światowych daje możliwość uzyskiwania środków finansowych zapewniających utrzymanie na przyzwoitym poziomie. Czynniki te skłaniają do poszukiwania obiektywnych metod, które pomogłyby w sprawiedliwej klasyfikacji mimo opinii Tweedy'ego, że niemożliwe jest stworzenie takiego systemu klasyfikacji, aby podział był idealny i aby wszyscy rywalizowali na jednakowym poziomie

of analysis. For instance, based on the research with the participation of disabled swimmers, Pelayo et al. confirmed that the length of the cycle is connected with the speed of swimming, contrary to the frequency of cycles [27]. They observed that the speed, length of a cycle, as well as the efficiency index significantly increase relative to the increasing level of functional capacities in classes from S3 to S10, whereas the frequency of cycles does not significantly differ between classes. The length of cycle, which is related to the degree of motor disability, could be one of the methods of differentiating between disability classes (S1 to S10). Actually, the length of cycle is associated with the driving force produced by a swimmer during swimming and resistance. This is why the drop in the length of cycle in relation to the degree of motor disability may be explained by the range of movement, strength, coordination, or the length of limbs [27]. Therefore, the increase in the efficiency index may be associated with the changes in the efficiency of swimming between classes [28]. The results of the research performed by Pelayo indicated that the efficiency of swimming is more affected by the degree of disability than the total training time and mileage swum. And so the efficiency index seems to be a practical criterion for the classifiers, used to supplement the assessment of swimmers during functional classification for swimming, in order to provide an equal and fair starting point to all athletes.

In the case of functional classification, the kinematic parameters should not be considered separately but rather in relation to the type of dysfunction and anthropometric features of the swimmer, their functionality in water in the particular stroke, as well as the age and training experience. The values of individual kinematic parameters, in particular the efficiency index, should be connected to the swimming efficiency of athletes belonging to individual classes. While this criterion should not form the only basis to distinguish functionality regarding classes, it would still be a very useful tool in the set of methods used by the classifiers in the functional classification process, since it shows the differences between athletes in the most objective way possible, and thus does not raise doubts of athletes and their coaches, nor classifiers [27].

## Discussion

For many years, there was no room for disability among the objectives and tasks of swimming sport. It resulted from the ignorance of the needs and capabilities of the disabled. The last decade of the 20th century, however, was when the professional disabled swimming developed. Because of this, scientific research to determine the functional capacities of disabled swimmers and objectivization of the classification procedure should lead to the establishment of clear, legible, and above all fair criteria of assigning classes. Today, having a very high level of sport skills in swimming, disabled people very frequently participate in sport for profit (professionally) [29]. The system which grants sport scholarships, awards, and pensions to the medalists of the most prominent world events makes it possible to gain financial means sufficient to live at a decent level. These factors induce to seek objective methods which could facilitate fair classification, in spite of Tweedy's opinion that it is impossible to create such a classification system that the division would be perfect and that everybody would compete at the same level [5, 6]. An accurate definition of significant

[5, 6]. Trafne zdefiniowanie istotnych cech określających stan funkcjonalny może być kluczem do właściwego określenia klasy startowej oraz może dać odpowiedź na zasadnicze pytanie, co i jak mierzyć, żeby uzyskać przydatne i wiarygodne informacje o stanie funkcjonalnym niepełnosprawnego zawodnika.

Dotychczasowa ocena stanu funkcjonalnego dokonywana była w znacznej części na podstawie oceny wzrokowej. Wydaje się jednak zasadne poszukiwanie mierzalnych kryteriów klasyfikacji funkcjonalnej, czyli obiektywizacji cech, z których bezpośrednio wynika stopień niepełnosprawności. Zastosowanie rozwiązania parametryzacji jako zabiegu poznawczego miałooby na celu dostarczenie danych do ilościowej ich charakterystyki. W istocie postępowanie sprowadzałoby się do przyporządkowania poszczególnym cechom stanu funkcjonalnego pewnych liczb rzeczywistych jako miar. Takie postępowanie pozwoliłoby na obiektywne określenie stopnia uszkodzenia narządu ruchu.

W procesie klasyfikacji funkcjonalnej najmniej problematyczna wydaje się grupa osób po amputacjach, ponieważ mają one stałą dysfunkcję, której nie da się podważyć. Jedynym minusem klasyfikacji tej grupy zawodników jest brak jednoznacznych kryteriów mówiących o długości kikuta. Oczywiście istnieje podział, którego podstawą jest poziom amputacji, ale różnice w długości kikuta mogą osiągać nawet kilkadziesiąt centymetrów. Na drodze rozwoju biologicznego może dochodzić również do zmian w proporcjach między kikutem i kończyną zdrową. Fakt ten również może być przyczyną zmiany klasy startowej [30].

Wadą obowiązującego systemu klasyfikacji funkcjonalnej jest niewielka liczba doświadczonych klasyfikatorów. Zbyt mało jest również naukowych dowodów potwierdzających prawidłowość i skuteczność systemu klasyfikacyjnego, które w wielu przypadkach zależą od „przecucia” klasyfikatorów. Stąd tak wiele błędnych i przede wszystkim krzywdzących klasyfikacji. Tweedy i Vanlandewijck podają przykład osoby z niepełnym uszkodzeniem C6, z częściowo zaburzonym unerwieniem mięśni brzucha i pleców w dolnej części, a ponadto z osłabionymi mięśniami kończyn górnych. Klasyfikacja takiego zawodnika nastęrcza wiele trudności. Opisane zaburzenia są kompilacją klas startowych, co oznacza, że taka osoba może być przypisana teoretycznie do trzech różnych klas. I to od decyzji klasyfikatora zależy, do jakiej faktycznie klasy zostanie zakwalifikowana [5]. Zdaniem innych autorów lepszym rozwiązaniem byłoby wprowadzenie klasyfikacji procentowej. W takim przypadku wyniki byłyby korygowane o należy procent, zależny od dysfunkcji, a dokładniej od ubytku możliwości funkcjonalnych [31].

Podsumowując rozważania na temat wad i zalet obiektywnych metod diagnozowania sprawności funkcjonalnej sportowca, należy również wspomnieć o trudnościach w wykonywaniu tych badań. Korzystanie z wyspecjalizowanych urządzeń pomiarowych powinno być poprzedzone długoterminowym szkoleniem. Nie jest możliwe, aby zdobycie wiedzy teoretycznej, a także praktycznej specyfikacji sprzętu odbywało się podczas kilkugodzinnego szkolenia. Autorzy niniejszej pracy skłaniają się również do stwierdzenia, że osoby związane ze środowiskiem sportu osób niepełnosprawnych oraz akademickim mogłyby być dobrym przykładem przyszłych klasyfikatorów. Należy jednak wyraźnie zaznaczyć, że zastosowanie bardziej obiektywnych metod klasyfikacji nie wyeliminuje całkowicie oszustwa, jednak ich popelnienie byłoby znacznie trudniejsze niż obecnie.

Być może założone przez system klasyfikacji funkcjonalnej wyrównywanie szans wśród pływaków z odmiennymi dysfunkcjami narządu ruchu jest tylko utopią. Stwierdzenie, że przypuszczalnie ten system idealny nigdy nie będzie, pozostaje w sprzeczności ze szlachetną ideą zapewniającą

features which determine the functional state may be the key to adequately determine the class and provide an answer to the fundamental question what and how should be measured in order to obtain useful and reliable information on the functional state of a disabled athlete.

So far, the evaluation of functional state was performed, to a large extent, based on visual assessment. Still, it seems justified to seek measurable criteria of functional classification, that is, the objectivization of features which directly contribute to the degree of disability. It could be possible to use the solution of parametrization as a cognitive procedure in order to provide data for their quantitative characteristics. Essentially, the procedure would boil down to assigning certain real numbers as measures to the individual traits of the functional state. Such a procedure would enable objective determination of the degree of damage to the motor system.

In the functional classification process, the group of amputees seems to be the least problematic, since they have a constant dysfunction which cannot be denied. The only disadvantage of classification of this group of athletes is the lack of unambiguous criteria regarding the length of the stump. Obviously, there is a division based on the level of amputation, yet the differences in stump length may reach up to several dozen centimeters. Also, in biological development the proportions between the stump and the healthy limb may change. This fact may also lead to changing the class [30].

The disadvantage of the current functional classification system is that the number of experienced classifier is low. There is also not enough scientific evidence to confirm the validity and efficiency of the classification system, as in many cases they depend on the “feelings” of classifiers. This is the source of so many erroneous and, above all, unjust classifications. Tweedy and Vanlandewijck give an example of a person with partial C6 damage, partially disturbed innervation of abdominal and lower back muscles, who also has weakness of muscles of the upper limbs. The classification of such an athlete is rife with difficulties. The above described disturbances are a compilation of classes, which means that such a person can theoretically be assigned to three different classes. Ultimately it is the classifier’s decision which determines the actual classification [5]. According to some other authors, it would be better if a percentage-based classification was introduced. In this case, the results would be adjusted by an appropriate percentage depending on dysfunction, or more precisely on the deficit of functional capacities [31].

To conclude the considerations on the advantages and disadvantages of objective methods of diagnosing the functional fitness of an athlete, it is also necessary to mention the difficulties in performing these tests. Using specialized measuring devices should be preceded by long-term training. It is not possible to both gain the theoretical knowledge and learn the practical specification of a device during a couple hours of training. The authors of this paper also concur with the assessment that people associated with the milieu of disabled sport and academic circles are a good example of potential future classifiers. It should be clearly noted, however, that while using more objective classification methods will not completely rule out cheating, it would make the latter significantly more difficult than it is today.

It may be so that the equality of opportunity among swimmers with different motor system dysfunctions, which is the aim of the functional classification system, is not a utopia. To say that this system will probably never be



cą jednakowy i sprawiedliwy punkt wyjściowy dla wszystkich niepełnosprawnych pływaków. W perspektywie rozwoju techniki i dostępności metod diagnostycznych wydaje się bardzo pożądane, aby uzupełnić system klasyfikacji funkcjonalnej w pływaniu niepełnosprawnych metodami obiektywnymi, niepozwalającymi na subiektywizm, zwłaszcza w odniesieniu do zawodników o niejednoznacznych możliwościach funkcjonalnych.

## Wnioski

Liczne kontrowersje związane z klasyfikacją do klas startowych w pływaniu osób niepełnosprawnych wskazują, że należałoby wprowadzić obiektywne metody diagnostyczne w celu udoskonalenia i podwyższenia rzetelności klasyfikacji funkcjonalnej.

Zasadne wydaje się uzupełnienie oceny stanu funkcjonalnego wiarygodnymi metodami dotyczącymi oceny siły mięśniowej, zakresu ruchomości w stawach oraz zdolności koordynacyjnych.

perfect is contrary to the noble idea ensuring an equal and fair starting point to all disabled swimmers. In the view of technological development and availability of diagnostic methods it seems quite desirable to supplement the functional classification system in disabled swimming with objective methods which leave no room to subjectivism, particularly regarding athletes with ambiguous functional capacities.

## Conclusions

Numerous controversies associated with the division into classes in disabled swimming indicate that objective diagnostic methods should be introduced in order to improve functional classification and increase its reliability.

It seems justified to supplement the evaluation of functional state using reliable methods to assess the strength of muscles, range of movements in joints, and coordination abilities.

## Piśmiennictwo

### References

- [1] Vanlandewijck Y.C., Verellen J., Tweedy S., Towards evidence-based classification in wheelchair sports: Impact of seating position on wheelchair acceleration. *J. Sports Sci.*, 2011, 29 (10), 1089-1096.
- [2] Daly D.J., Vanlandewijck Y., Some criteria for evaluating the "fairness" of swimming classification. *J. Hum. Kinetics*, 1999, 16, 271-289.
- [3] James C., Howe P., The Conceptual Boundaries of Sport for the Disabled: Classification and Athletic Performance. *J. Philos. Sport*, 2005, 32 (2), 133-146.
- [4] International Paralympic Committee – Swimming. Classification Rules and Regulations. May 2011, [www.paralympic.org](http://www.paralympic.org).
- [5] Tweedy S.M., Vanlandewijck Y.C. International Paralympic Committee position stand-background and scientific principles of classification in Paralympic sport. *Br. J. Sports Med.*, 2011, 45, 259-269.
- [6] Tweedy S.M., Taxonomic theory and the ICF: Foundations for a unified disability athletics classification. *APAQ*, 2002, 19 (2), 220-237.
- [7] McCann C., Sports for the disabled: the evolution from rehabilitation to competitive sport. *Br. J. Sports Med.*, 1996, 30 (4), 279-280.
- [8] Rossi-Izquierdo M., Soto-Varela A., Santos-Pérez S., Sesar-Ignacio A., Labella-Caballero T., Vestibular rehabilitation with computerised dynamic posturography in patients with Parkinson's disease: Improving balance impairment. *Disabil. Rehabil.*, 2009, 31 (23), 1907-1916.
- [9] Castilho Alonso A., Luna N.M.S., Mochizuki L., Barbieri F., Santos S., D'Andréia Greve J.M., The influence of anthropometric factors on postural balance: the relationship between body composition and posturographic measurements in young adults. *Clinics (Sao Paulo)*, 2012, 67 (12), 1433-1441.
- [10] Nelson S.R., Di Fabio R.P., Anderson J.H., Vestibular and sensory interaction deficits assessed by dynamic platform posturography in patients with multiple sclerosis. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.*, 1995, 104, 62-68.
- [11] Stark B., Emanuelsson P., Gunnarsson U., Strigård K., Validation of Biodex system 4 for measuring the strength of muscles in patients with rectus diastasis. *J. Plast. Surg. Hand Surg.*, 2012, 46 (2), 102-105.
- [12] Brændvik S.M., Elvrum A.K., Vereijken B., Roeleveld K., Involuntary and voluntary muscle activation in children with unilateral cerebral palsy – Relationship to upper limb activity. *Eur. J. Paediatr. Neurol.*, 2012, 17 (3), 274-279.
- [13] Pierce S.R., Prosses L.A., Lee S.C., Lauer R.T., The relationship between spasticity and muscle volume of the knee extensors in children with cerebral palsy. *Pediatr. Phys. Ther.*, 2012, 24 (2), 177-181.
- [14] Nascimento L.R., Polese J.C., Faria C.D., Teixeira-Salmela L.F., Isometric hand grip strength correlated with isokinetic data of the shoulder stabilizers in individuals with chronic stroke. *J. Bodyw. Mov. Ther.*, 2012, 16 (3), 275-280.
- [15] Chung L.H., Remelius J.G., Van Emmerik R.E., Kent-Braun J.A., Leg power asymmetry and postural control in women with multiple sclerosis. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2008, 40 (10), 1717-1724.
- [16] Lund H., Søndergaard K., Zachariassen T., Christensen R., Bülow P., Henriksen M., et al., Learning effect of isokinetic measurements in healthy subjects, and reliability and comparability of Biodex and Lido dynamometers. *Clin. Physiol. Funct. Imaging*, 2005, 25 (2), 75-78.
- [17] Assal M., Shofer J.B., Rohr E., Price R., Czerniecki J., Sangeorzan B.J., Assessment of an electronic goniometer designed to measure equinus contracture. *J. Rehabil. Res. Dev.*, 2003, 40 (3), 235-240.
- [18] Van Campen A., De Groote F., Jonkers I., De Schutter J., An extended dynamometer set-up to improve the accuracy of knee joint moment assessment. *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, 2012, 60(5), 1202-1208.
- [19] Cappelzo A., Three-dimensional analysis of human walking: Experimental methods and associated arti-

- facts. *Hum. Mov. Sci.*, 1991, 10, 589-602.
- [20] Ettema G.J., Taylor E., North J.D., Kippers V., Muscle synergies at the elbow in static and oscillating isometric torque tasks with dual degrees of freedom. *Motor Control*, 2005, 9 (1), 59-74.
- [21] Süß V., Kračmar B., Pravečková P., Matošková P., Čuříková L., Evaluation of movement competences by means of surface electromyography. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae*, 2011, 51 (2) 10-13.
- [22] Donaldson S., Donaldson M., Snelling L., SEMG evaluations: an overview. *Appl. Psychophysiol. Biofeedback*, 2003, 28 (2), 121-127.
- [23] Suzuki H., Conwit R.A., Stashuk D., Santarsiero L., Metter E.J., Relationships between surface-detected EMG signals and motor unit activation. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2002, 34 (9), 1509-1517.
- [24] Koh T.J., Grabiner M.D., Evaluation of methods to minimize cross talk in surface electromyography. *J. Biomech.*, 1993, 26 (1), 151-157.
- [25] Rau G., Schulte E., Disselhorst-Klug C., From cell to movement: to what answers does EMG really contribute? *J. Electromyogr. Kinesiol.*, 2004, 14 (5), 611-617.
- [26] Hewson D.J., Hogrelb J.-Y., Langerona Y., Duchêne J., Evolution in impedance at the electrode-skin interface of two types of surface EMG electrodes during long-term recordings. *J. Electromyogr. Kinesiol.*, 2003, 13 (3), 273-279.
- [27] Pelayo P., Sidney M., Moretto P., Wille F., Chollet D., Stroking parameters in top level swimmers with a disability. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 1999, 31, 1839-1843.
- [28] Pelayo P., Moretto P., Robin H., Adaptation of maximal aerobic and anaerobic tests for disabled swimmers. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 1995, 71, 512-517.
- [29] Buckley J., Classification and the Games, [w:] Gilbert K., Schante O.J. (red.), *The paralympic games: empowerment or side show*. Meyer & Meyer Sport, Meindehead, 2008, 89-98.
- [30] Lorincz N., The classification of the elite athlete in disability sport – an athlete's "holistic" perspective, [w:] Doll-Teper G., Kröner M., Sonnenschein. *New horizons in sports for athletes with a disability*. Tom 1. Meyer & Meyer Sport, Cologne, 2001, 303-318.
- [31] Rawicz-Mańkowski G., Evaluation of functional capabilities and the classification in disability sport [in Polish]. *Scientific Yearbooks University School of Physical Education in Warsaw*, 1998, XXXVII, 235-271.

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

Natalia Uścińowicz  
ul. Łochowskiego 4/49  
85-796 Bydgoszcz  
natalia.uscinowcz@gmail.com

**Wpłynęło/Submitted: I 2013**  
**Zatwierdzono/Accepted: IX 2013**

