

Anna Kostiukow, Roksana Malak, Elżbieta Rostkowska, Włodzimierz Samborski

Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Klinika Reumatologii i Rehabilitacji

Wykorzystanie testów koordynacji ruchowej w diagnostyce wybranych jednostek chorobowych

Motor coordination tests as a diagnostic tool in number
of diseases

Słowa kluczowe: koordynacja ruchowa, testy koordynacji ruchowej, równowaga

Key words: motor coordination, tests of motor coordination, balance

Streszczenie

Koordynacja ruchowa jako zdolność do wykonywania złożonych ruchów dokładnie, szybko i w zmiennych warunkach stała się przedmiotem zainteresowań nie tylko specjalistów nauk o kulturze fizycznej, ale także lekarzy specjalistów różnych gałęzi medycyny.

Głównym celem pracy było przedstawienie różnorodności testów koordynacyjnych wykorzystywanych w medycynie.

W pracy przytoczone zostały przykłady stosowanych testów w: neurologii, pediatrii i onkologii, psychiatrii oraz chorobach wewnętrznych.

Abstract

Motor coordination as ability to make movement fast, accurate and in a changeable environment became main ground of work to many specialists, not only in physical activity but also in medicine.

The main purpose of this article is to show diversity of motor coordination tests being used in medicine.

In the article we show tests in: neurology, paediatrics, oncology, psychiatry, and internal medicine.

Koordynację ruchową, a głównie jej zaburzenia, czyli brak umiejętności wykonywania trudnych pod względem koordynacyjnym aktów ruchowych, wymienia się w naukach medycznych stosunkowo często. Opisy chorób

z zakresu neurologii, ortopedii, reumatologii i in., w wielu wypadkach zawierają sformułowanie *zaburzonej koordynacji ruchowej*. Rehabilitacja medyczna w tychże chorobach także opiera się zwykle na poprawie *koordynacji ruchowej*. W związku z tym, pacjenci kierowani są na długotrwałe leczenie rehabilitacyjne nastawione na *trening koordynacyjny*. Taki typ aktywności fizycznej zalecany jest nie tylko w przypadku określonej choroby, lecz również w grupie osób zdrowych. Jak się okazuje, znaczny udział finansowania świadczeń zdrowotnych z budżetu państwa pochodzi bezpośrednio lub pośrednio, z następstw upadków i urazów nimi spowodowanych u osób starszych. Za zmniejszenie skali tego zjawiska odpowiedzialny byłby *trening koordynacyjny* wybranej grupy wiekowej.

W związku z tym, iż we współczesnej medycynie koordynacja ruchowa jako aspekt sam w sobie został niejako pominięty, należałoby usystematyzować i uaktualnić wiedzę w tym zakresie. Tym bardziej, że w medycznych ośrodkach całego świata temat ten rozwija się, naukowcy dają konkretne wskazówki, propozycje diagnostyczne, których wykorzystanie nie zawsze wiązałoby się ze znacznymi nakładami finansowymi. Natomiast wprowadzenie diagnostyki koordynacyjnej w postępowaniu leczniczo-rehabilitacyjnym w wielu przypadkach stanowiłoby przełom w postrzeganiu motoryczności człowieka.

Głównym celem niniejszej pracy było przedstawienie różnorodności testów koordynacyjnych wykorzystywanych przez specjalistów z różnych gałęzi medycyny, czyli - przegląd badań koordynacji ruchowej w wybranych jednostkach chorobowych.

Nadal przodującą rolę w tej dziedzinie odgrywają specjaliści nauk o kulturze fizycznej, którzy stworzyli podwaliny naukowe opisywanego aspektu. Wciąż najbardziej aktualną i trafną definicją *koordynacji ruchowej* jest zaproponowana przez Starostę, który tłumaczy omawiany temat jako "zdolność do wykonywania złożonych ruchów dokładnie, szybko i w zmiennych warunkach" [1,2]. Ten sam autor wskazuje na złożoność elementów składowych koordynacji, nazywając je *zdolnościami koordynacyjnymi*. Współcześnie wymienia się jedenaście zdolności koordynacyjnych, które, jak się okazuje, stanowią dość istotny element w wykorzystaniu odpowiednich testów koordynacyjnych. Tymi poszczególnymi komponentami koordynacji ruchowej są zdolności: *adekwatnej reakcji, zachowania równowagi, orientacji czasowo-przestrzennej, umiejętności przejawiania szybkiej reakcji, kinestetycznego różnicowania ruchów, rytmizacji ruchów, łączenia ruchów, dostosowania ruchów, wyrazistości ruchów, rozluźnienia mięśni oraz symetryzacji ruchów* [1,2,3].

W tak rozpatrywanej koordynacji ruchowej, jako zdolności ruchowej człowieka, zależnej od indywidualnych predyspozycji, występowania lub braku treningu w wieku sensytywnym dla rozwoju tejsze cechy, jak również obecności lub

braku choroby zaburzającej motoryczność człowieka, istnieje trudność w doborze odpowiedniego testu.

Każdy test dotyczący wykonywania konkretnych zadań motorycznych przez osobę badaną powinien spełniać z góry narzucone standardowe warunki testu koordynacyjnego, określone przez specjalistów nauk o kulturze fizycznej;

- a) badaniu powinny zostać poddane wszystkie, lub możliwie jak najwięcej, z jedynastu zdolności koordynacyjnych,
- b) ważną cechą testu powinna być jego skrótowość,
- c) badanie oraz analiza wyników nie powinna być czasochłonna,
- d) wykonanie zadań testowych nie powinno być trudne z punktu widzenia techniki ruchu,
- e) badanie powinno być stosunkowo proste, nie wymagające specjalistycznej, niedostępnej aparatury,
- f) wykorzystane zadania motoryczne testu powinny być dostosowane do możliwości ruchowych osób badanych,
- g) ocena wyników musi być niezależna od osoby badającej, jednoznaczna i obiektywna,
- h) osoba poddawana badaniu powinna otrzymać zrozumiałą instrukcję dotyczącą wykonania poszczególnych zadań testu,
- i) zadania testowe muszą być zweryfikowane pod względem rzetelności i trafności,
- j) powinna być zawsze opracowana procedura testu, zawierająca instrukcję dla przeprowadzającego badanie - zakres jego czynności, sposób prowadzenia itp. [2].

Testem, spełniającym wymienione kryteria jest *Test Starosty*, wykonywany na specjalnie dostosowanej drewnianej platformie. Zadaniem motorycznym, podlegającym ocenie badacza jest wyskok z maksymalnym obrotem w prawo i w lewo. Istnieje wiele opisanych elementów tego testu ze szczegółowym wykazaniem kierunku obrotu, nogi, z której wykonywany jest wyskok, a także ułożenia kończyn górnych podczas wyskoku. Ze względu na konieczność wykazania się znacznym stopniem sprawności fizycznej, test ten stosowany jest głównie w środowisku sportowym bądź lekcji wychowania fizycznego pełnosprawnych dzieci [1], a jego przełożenie na grunt medyczny, ze względu na brak możliwości dostosowania do osób chorych, byłoby bezcelowe.

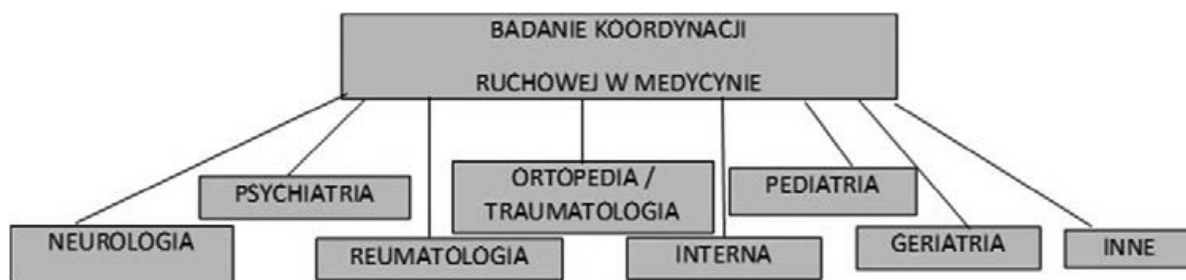
Pomiaru koordynacji ruchowej w medycynie dokonuje się częściej w sposób analityczny, biorąc pod uwagę pomiar jedynie wybranego komponentu koordynacji, niż kompleksowy, czego przykładem jest wymieniony wyżej *Test Starosty*. Sam pomiar odbywać się może za pomocą tzw. testu aparaturowego, do którego niezbędny jest specjalistyczny zestaw urządzeń lub też testu motorycznego, możliwego do wykonania w typowych warunkach szpitalnych. Natomiast, na

podstawie rodzaju wykonywanego zadania ruchowego w wybranym teście koordynacyjnym, przedstawić można podział testów na:

- a) testy polegające na rysowaniu / odwzorowywaniu określonych elementów,
- b) testy polegające na układaniu / wkładaniu wybranych elementów,
- c) testy polegające na prezentowaniu określonych zadań ruchowych bez pomocy innych osób oraz bez zastosowania elementów / urządzeń pomocniczych [4].

W piśmiennictwie przedmiotu znajdują się opisy testów koordynacyjnych dotyczących różnych dziedzin medycyny: psychiatrii, reumatologii, neurologii, itp. (Ryc.1). W większości wypadków testy te są uniwersalne, możliwe do wykorzystania przez specjalistów innych jednostek chorobowych. Konieczna, w takim wypadku, jest jedynie niewielka modyfikacja procedury testowej wraz z warunkami wykonywania zadań ruchowych podlegających ocenie, dostosowanych do możliwości i charakterystyki przebiegu choroby osoby badanej.

Są również takie testy, które w wąskim zakresie możliwe są do wykorzystania jedynie do diagnostyki wybranych chorób lub stadiów chorobowych i ze względu na brak charakteru uniwersalnego, zazwyczaj są stosowane w niewielu jednostkach badawczych świata.



Ryc.1. Wykorzystanie testów koordynacji ruchowej w różnych gałęziach medycyny

Jednoznaczna, pod względem etiopatogenezy i charakterystyki przebiegu chorób, gałęzią medycyny, w której badania koordynacyjne są wykonywane najczęściej jest neurologia.

Główną (lecz nie jedyną) przyczyną zaburzeń koordynacyjnych są zmiany w obrębie ośrodkowego układu nerwowego, a zaburzenia koordynacyjne w neurologicznej grupie chorych są typowymi, najszybciej identyfikowalnymi objawami chorobowymi.

Mimo, iż w standardowym badaniu neurologicznym znajdują się narzędzia do stosunkowo prostej oceny koordynacji ruchowej pacjenta, dodatkowo szczegółowego pomiaru można dokonywać za pomocą specjalistycznych wybranych testów koordynacyjnych (Tab. 1).

Tab.1. Wykorzystanie testów koordynacji ruchowej lub testów z elementami badania koordynacji ruchowej w neurologii

	Wybrane jednostki chorobowe/ choroba	Wykorzystanie przykładowych testów
NEUROLOGIA	Choroba Parkinsona	<ul style="list-style-type: none"> ▪ VMT (visuo-motor testing system)[5], ▪ Posturografia statyczna [6],
	Stwardnienie Rozsiane (SM)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ EDSS- Rozszerzona Skala Niewydolności Ruchowej Kurtzke'go [7], ▪ 9HPT- (nine-hole peg test) [7,8], ▪ 25FW- (timed 25-foot walk test) [7], ▪ Purdue Pegboard Test [9,10],
	Udar mózgu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Badanie komputerowe [11], ▪ LEMCOT-(Lower Extremity Motor Coordination Test) [12], ▪ Drawing Test [13], ▪ Step Test [14],
	Padaczka	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Purdue Pegboard Test [9,10], ▪ The Thurstone's Uni- and Bimanual Performance Test [15], ▪ Luria's Motor Sequences Test [15],
	Różna postać Ataksji	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Specjalistyczny ergometr [16], ▪ Box & Block Test [17], ▪ Purdue Pegboard Test [9,10,17].

Przykładem testu stosowanego w neurologii jest *Lower Extremity Motor Coordination Test (LEMCOT)*, który polega na wykonaniu serii ruchów kończyną dolną, w miarę możliwości pacjenta jak najszybciej, od jednego celu (położonego bliżej) do drugiego (położonego dalej w odległości ok. 30 cm od siebie). Pomiaru liczby poprawnie wykonanych zadań ruchowych dokonuje się w ciągu 20 sekund. Liczba dotkniętych badaną nogą celów stanowi o wyniku, a samo testowanie rozpoczyna się od kończyny dolnej sprawniejszej [12].

Drugim równie obszernym działem medycyny, w którym testy koordynacyjne są obecne w postępowaniu diagnostycznym jest pediatria. W piśmiennictwie zaznaczonych jest wiele testów, z których nie wszystkie odnoszą się do stanu choroby jako takiej (np. Zespół Downa, Zespół Tourett'a, Mózgowe Porażenie Dziecięce), ale również do ogólnej oceny sprawności motorycznej wszystkich dzieci (np. u wcześniaków), jak również wykorzystywane w ocenie tzw. „dojrzałości szkolnej” (Tab.2).

Tab.2. Wykorzystanie testów koordynacji ruchowej lub testów z elementami badania koordynacji ruchowej w pediatrii

	Wybrane jednostki chorobowe/ choroba	Wykorzystanie przykładowych testów
PEDIATRIA	Zespół Downa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bruininks Oseretsy Test of Motor Proficiency [18,19], ▪ Cratty Gross-Motor Test [20],
	Zespół Tourett'a	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Purdue Pegboard Test [9,21], ▪ Beery Visual Motor Integrations Test [21,22], ▪ Rey-Osterrith Complex Task [21],
	Rozwojowe Zaburzenie Koordynacji	<ul style="list-style-type: none"> ▪ M-ABC (Movement Assessment Battery of Children) [23,24,25], ▪ Posturografia statyczna [24],
	Wcześnieactwo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bayley Motor Scale [26], ▪ Peabody Development Motor Scale [26,27], ▪ Griffiths Mental Development Scales [27],
	[Badanie tzw. "dojrzałości szkolnej"]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gardner Test Of Visual-Motor Skills [28], ▪ Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration [29].

Jednym z testów do oceny komponent koordynacji ruchowej w populacji dzieci i młodzieży jest *Movement Assessment Battery of Children (M-ABC)*, który dostosowany jest do czterech grup wiekowych; 4-6, 7-8, 9-10, 11-12 roku życia.

Test ten został stworzony w 1992 r. (jest rozszerzoną wersją Test of Motor Impairment) w celu identyfikacji dzieci z zaburzeniami koordynacyjnymi. Omawiane narzędzie badawcze zapewnia ilościową i jakościową ocenę zdolności motorycznych dziecka w życiu codziennym.

Składa się z ośmiu prób podzielonych na trzy kategorie: próby równowagi statycznej i dynamicznej, próby zręczności i próby "umiejętności posługiwania się piłką" (toczenie, chwytanie piłki) [23,24,25].

Publikacje z zakresu neurologii i pediatrii w omawianym temacie stanowią najliczniejszą grupę. Jednakże, obecnie obserwuje się ciekawy trend zainteresowań naukowców- medyków tematyką z pogranicza geriatrici, ortopedii / traumatologii, zahaczające o choroby reumatologiczne. Chodzi tu mianowicie o upadki i urazy nimi spowodowane wśród osób w podeszłym wieku. Ze względu na stały trend starzenia się społeczeństw, uwagę badaczy skupiają tematy związane

z poprawą jakości życia osób starszych, wydłużaniem życia, czy obniżaniem nakładów finansowych na opiekę zdrowotną.

W geriatrycznej grupie pacjentów zaburzenia ze strony koordynacji ruchowej są zjawiskiem bardzo powszechnym. Przyczyn tego stanu upatruje się nie tylko w zmianach o podłożu neurologicznym, lecz również należy brać pod uwagę inne czynniki, którymi mogą być: ograniczenia ruchomości stawów lub obniżenie siły mięśniowej w wyniku przebytych chorób (np. o charakterze reumatologicznym), ból związany z przebiegiem choroby, czy w końcu siedzący tryb życia osób starszych, prowadzący do stopniowego obniżania się wydolności fizycznej. Każdy z wymienionych czynników może zaburzać prawidłową koordynację ruchów, a w następstwie przyczyniać się do upadków, mających poważne konsekwencje zdrowotne.

Badanie omawianego parametru wśród osób w podeszłym wieku różni się od innych wyżej przytaczanych testów. Muszą być one odpowiednio dostosowane pod względem bezpieczeństwa. Dla tej grupy badanych istnieją testy do pomiaru koordynacji ruchowej: w kontekście pomiaru ogólnej sprawności fizycznej osób starszych, osób z tej samej grupy wiekowej z zaburzeniami równowagi, czy tzw. "frequent fallers" (z ang. - osoby notorycznie upadające) (Tab.3).

Tab.3. Wykorzystanie testów koordynacji ruchowej lub testów z elementami badania koordynacji ruchowej w geriatryi (z możliwością wykorzystania w ortopedii i traumatologii)

	Wybrane Jednostki Chorobowe / Choroby	Wykorzystanie Przykładowych Testów
GERIATRIA	Zaburzenia równowagi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ The Fullerton Advanced Balance (FAB) scale [30], ▪ Posturografia dynamiczna [31],
	Upadki/urazy spowodowane upadkami	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 6MWT (6-minute walk test) [32], ▪ Limits of Stability Test [33],
	[Badanie ogólnej kondycji fizycznej]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Posturografia dynamiczna [31,34,35], ▪ Accelerometry-Based System [36].

Wśród pacjentów w podeszłym wieku, u których obserwuje się zaburzenia równowagi o różnej etiologii, do oceny stopnia zaawansowania zaburzeń wykorzystać można *The Fullerton Advanced Balance (FAB) Scale*. Skala ta, alternatywna do powszechnie znanej skali *Berg Balance Scale*, stwarza możliwość oceny równowagi (zarówno statycznej, jak i dynamicznej), jako jednej ze zdolności koordynacyjnych człowieka. Zadaniem ruchowym, poddawany ocenie są m.in. umiejętność: stania na jednej nodze, umiejętność chodu po wyznaczonej linii prostej, umiejętność utrzymania równowagi w pozycji stojącej ze złączonymi nogami i oczami zamkniętymi, czy obrót ciała o 360° [30].

Mimo, iż dominującą rolę w piśmiennictwie medycznym, dotyczącym pomiaru koordynacji ruchowej, odgrywają publikacje z zakresu neurologii, pediatrii, czy ostatnio nawet geriatric / ortopedii i traumatologii, badania takie wykonują również specjaliści z innych dziedzin medycyny. Doniesienia te, dotyczące badania omawianego aspektu motoryczności człowieka, występują rzadko, ale przykłady znajduje się także w psychiatrii, reumatologii, czy w chorobach wewnętrznych.

Z zakresu psychiatrii pod uwagę wzięto grupy pacjentów cierpiących na schizofrenię oraz depresję (Tab.4).

Tab. 4. Wykorzystanie testów koordynacji ruchowej lub testów z elementami badania koordynacji ruchowej w psychiatrii

	Wybrane jednostki chorobowe / choroby	Wykorzystanie przykładowych testów
PSYCHIATRIA	Schizofrenia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CANTAB [37], ▪ Abnormal Involuntary Movements Scale (AIMS) [38].
	Depresja	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Brief Motor Scale [39].

Ciekawym testem klinicznym jest *Brief Motor Scale*, którego jednym z elementów poddawanych ocenie jest koordynacja ruchowa poprzez wykonywanie specyficznych zadań ruchowych. Wśród nich jest m.in. diadochokineza (szybkie wykonywanie ruchów przeciwstawnych) oraz tzw. „tapping” stopami - początkowo oddzielnie, potem jednocześnie. Każde z zadań ruchowych oceniane jest w skali trzystopniowej, uzyskując konkretny policzalny wynik końcowy [39].

Interesującego wykorzystania testu neuropsychologicznego, umożliwiającego zbadanie koordynacji wzrokowo-ruchowej na polu reumatologii dokonano w 1999 wśród pacjentów cierpiących na fibromialgię. Wykorzystanym testem był *ZVT (Zahlen-Verbindungs-Test)*, który składa się z 4 arkuszy, na których naniesione są w różnym porządku liczby od 1 do 90. Badanie polega na jak najszybszym połączeniu linią ciągłą liczb w kolejności wzrastającej, tzn 1 z 2, 2 z 3, 3 z 4 ... kończąc na 90. Wynik testu jest średnią 4 prób i odczytywany za pomocą specjalnych tabel wartości po uwzględnieniu czasu wykonania oraz wieku osoby badanej [40] (Tab.5).

Tab.5. Wykorzystanie testów koordynacji ruchowej lub testów z elementami badania koordynacji ruchowej w reumatologii

	Wybrane jednostki chorobowe / choroba	Wykorzystanie przykładowych testów
REUMATOLOGIA	Fibromialgia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ZVT (Zahlen-Verbindungs-Test) [40],
	Reumatoidalne Zapalenie Stawów	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Purdue Pegboard Test [10].

U pacjentów chorujących na reumatoidalne zapalenie stawów zaleca się wykonanie testu *Purdue Pegboard*, który jednocześnie wykorzystywany może być także wśród dializowanych pacjentów internistycznych cierpiących na niewydolność nerek (Tab.6). Wyniki testu mogą wykazać deficyty w zakresie obustronnej koordynacji kończyn górnych. Osoba badana wykonuje ruchy rąk wkładając jak najwięcej specjalnych szpilek do poziomych rowków wewnątrz drewnianej podstawy. Czas wykonania zadania to 30 sekund, zarówno dla ręki dominującej, jak i niedominującej [10,41].

Tab.6. Wykorzystanie testów koordynacji ruchowej lub testów z elementami badania koordynacji ruchowej w chorobach wewnętrznych

	Wybrane jednostki chorobowe / choroba	Wykorzystanie przykładowych testów
CHOROBY WEWNĘTRZNE	Niewydolność nerek	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Purdue Pegboard Test [10,41], ▪ Jebsen Hand Function Test [41].
	Cukrzyca	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jebsen-Taylor Hand Function Test [41,42,43]

Koordynację ruchową postrzegać można w aspekcie nie tylko zdrowia i choroby, a więc chociażby śledzenia postępów leczenia, czy czynnika częściowo odpowiedzialnego za jakość życia z chorobą, ale także może mieć wpływ np. na kwalifikację w doborze osób do zawodów trudnych i niebezpiecznych, z czym powinien kojarzyć się Wiedeński System Testów [44,45].

Chociaż ta część medycyny, która odnosi się do badania koordynacji ruchowej, jako nierozłącznej cechy motoryczności człowieka, nie została dotychczas usystematyzowana, dużo informacji na ten temat dostarczają różnorodne publikacje medyczne i jak się okazuje, temat ten dotyczy wielu różnorodnych gałęzi medycyny.

Bibliografia:

1. Starosta W.: Motoryczne zdolności koordynacyjne, Międzynarodowe Stowarzyszenie Motoryki Sportowej, Warszawa 2003.
2. Starosta W.: Globalna i lokalna koordynacja ruchowa, Międzynarodowe Stowarzyszenie Motoryki Sportowej, Warszawa 2006.
3. Osiński W.: Antropomotoryka, Akademia Wychowania Fizycznego Im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu, Poznań 2003.
4. Kostiukow A., Rostkowska E., Samborski W.: Przegląd Testów Koordynacji Ruchowej Stosowanych w Medycynie, Polski Przegląd Nauk o Zdrowiu 2007; 3(12): 199-203.

5. Stoffers D., Berendse H.W., Deijen J.B., Wolters E.Ch.: The influence of computer experience on visuo-motor control: implications for visuo-motor testing in Parkinson's disease. *Neuropsychologia* 2002; 40: 1779-1785.
6. Jagielski J., Kubiczek-Jabielska M., Sobstyl M., Koziara H., Błaszczuk J., Ząbek M., Zaleski M.: Obiektywna ocena układu równowagi w badaniu posturograficznym u pacjentów z chorobą Parkinsona leczonych operacyjnie. Doniesienie wstępne, *Neurologia i Neurochirurgia Polska* 2006; 40 (2): 127-133.
7. Selmaj K., Członkowska A., Kwieciński H., Losy J., Podemski R. Stelmasiak Z.: Badanie otwarte oceny skuteczności interferonu beta 1A (Avonexu) w stwardnieniu rozsianym. Ocena kliniczna z wykorzystaniem testów parametrycznych funkcji ruchowych i koordynacyjnych, *Neurol. Neurochir. Pol.* 2003, T.37 (LIII), Nr 6, 1163-1183.
8. Grice K.O., Vogel K.A., Le V., Mitchell A., Muniz S., Vollmer M.A.: Adult Norms for a Commercially Available Nine Hole Peg Test for Finger Dexterity, *The American Journal of Occupational Therapy* 2003, 57 (5): 570-573.
9. Mathiowetz V., Rogers S.L., Dowe-Keval M., Donahoe L., Rennels C.: The Purdue Pegboard: Norms for 14- to 19-Year-Olds, *The American Journal of Occupational Therapy* 1986; 40 (3): 174-179.
10. Hardin M.: Assessment of Hand Function and Fine Motor Coordination in the Geriatric Population, *Top Geriatr Rehabil.*, 2002; 18 (2): 18-27.
11. Cirstea M.C., Mitynitski A.B., Feldman A.G., Levin M.F.: Interjoint coordination dynamics during reaching in stroke. *Exp Brain Res* 2003; 151: 289-300.
12. Desrosiers J, Rochette A, Corriveau H.: Validation of a new lower-extremity motor coordination test. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005; 86(5): 993-998.
13. Eder C.F., Popović M.B., Popović D.B., Stefanović A., Schwirtlich L., Jović S.: The Drawing Test: Assessment of Coordination Abilities and Correlation With Clinical Measurement of Spasticity. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86 (2): 289-295.
14. Bernhardt J., Ellis P., Denisenko S., Hill K.: Changes in balance and locomotion measures during rehabilitation measures during rehabilitation following stroke. *Physiotherapy Research International* 1998; 3(2): 109-122.
15. Hernandez M.T., Sauerwein H.C., Jambaqué I., De Guise E., Lussier F., Lortie A., Dulac O., Lassonde M.: Deficits in executive functions and motor coordination in children with frontal lobe epilepsy. *Neuropsychologia* 2002; 40: 384-400.
16. Matusuo Y., Asai Y., Nomura T., Sato S., Inoue S., Mizukura I., Yoneda T., Miki A., Abe K.: Intralimb incoordination in patients with ataxia. *NeuroReport* 2003; 14 (16): 2057-2059.
17. Gagnon C, Mathieu J, Desrosiers J.: Standardized finger-nose test validity for coordination assessment in an ataxic disorder. *Can J Neurol Sci.* 2004; 31(4): 484-489.
18. Lin HC, Wuang YP.: Strength and agility training in adolescents with Down syndrome: A randomized controlled trial. *Res Dev Disabil.* 2012 Nov;33(6):2236-44; Epub 2012, Jul 21.
19. Wilson B.N., Polatajko H.J., Kaplan B.J. et al.: Use of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency in Occupational Therapy, *The American Journal of Occupational Therapy* 1995; 49 (1): 8-17.
20. Henderson S.E., Morris J., Ray S.: Performance of Down Syndrome and Other Retarded Children on the Cratty Gross-Motor Test. *American Journal of Mental Deficiency* 1981; 85 (4): 416-424,
21. Bloch M.H., Sukhodolsky D.G., Leckman J.F., Schultz R.T.: Fine-motor skill deficits in childhood predict adulthood tic severity and global psychosocial functioning in Tourette's syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 2006; 47 (6): 551-559.
22. Preda C.: Test of Visual-Motor Integration: Construct validity in a comparison with the Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration. *Perceptual and Motor Skills* 1997; 84: 1439-1443.

23. Iversen S., Ellertsen B., Týtlandsvik A., Nødland M.: Intervention for 6-year-old children with motor coordination difficulties: Parental perspectives at follow-up in middle childhood. *Advances in Physiotherapy* 2005; 7: 67-76.
24. Geuze R.H.: Static balance and developmental coordination disorder. *Human Movement Science* 2003; 22: 527-548,
25. Schoemaker M.M., Flapper B., Verheij N.P., Wilson B.N., Reinders-Messelink H.A.: Evaluation of the Developmental Coordination Disorder Questionnaire as a screening instrument. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2006; 48: 668-673.
26. Palisano R.J.: Concurrent and Predictive Validities of the Bayley Motor Scale and the Peabody Developmental Motor Scales. *Physical Therapy* 1986; 66 (11): 1714-1719.
27. Goyen T.A., Todd D.A., Veddovi M., Wright A.L., Flaherty M., Kennedy J.: Eye-hand co-ordination skills in very preterm infants <29 weeks gestation at 3 years: effects of preterm birth and retinopathy of prematurity. *Early Human Development* 2006; 82: 739-745.
28. Goldstein D.J., Peterson C. N., Sheaffer C.I. Concurrent Validity of the Gardner Test of Visual-Motor Skills, Perceptual and Motor Skills 1989; 69: 605-606.
29. Sortor J.M., Kulp M.T.: Are the Results of the Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration and Its Subtests Related to Achievement Test Scores? *Optometry and Vision Science* 2003; 80 (11): 758-763.
30. Rose D.J., Lucchese N., Wiersma L.D.: Development of a Multidimensional Balance Scale for Use With Functionally Independent Older Adults. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87: 1478-1485.
31. Wolfson L., Whipple R., Derby C., Amerman P. et al.: Gender Differences in the Balance of Healthy Elderly as Demonstrated by Dynamic Posturography. *Journal of Gerontology* 1994; 49 (4): 160-167.
32. Hocherman S., Dimantb A., Schwartzc M.: Visuo-motor coordination is normal in patients with major depression. *Parkinsonism and Related Disorders* 2003; 9 (6): 361-366.
33. Clark S., Rose D.J. : Evaluation of Dynamic Balance Among Community-Dwelling Older Adult Fallers: A Generalizability Study of the Limits of Stability Test. *Arch Phys Med Rehabil*, 2001; 82: 468-474.
34. Camicioli R., Panzer V.P., Kaye J.: Balance in the Healthy Elderly. *Arch. Neurol.*, 1997; 54: 976-981.
35. Wolfson L., Whipple R., Derby C., Judge J. et al.: Balance and Strength Training in Older Adults: Intervention Gains and Tai Chi Maintenance. *JAGS*; 1996; 44: 498-506.
36. Kamen G., Patten C., Du C.D., Sison S.: An Accelerometry-Based System for the Assessment of Balance and Postural Sway, *Gerontology*. 1998; 44: 40-45.
37. Stip E., Sepehry A.A., Prouteau A., Briand C., Nicole L., Lalonde P., Lesage A.: Cognitive discernible factors between schizophrenia and schizoaffective disorder. *Brain and Cognition* 2005; 59: 292-295.
38. Jaafari N., Baup N., Bourdel M.C., Olié J.P., Rotge J.Y., Wassouf I., Sharov I., Millet B., Krebs M.O.: Neurological soft signs in OCD patients with early age at onset, versus patients with schizophrenia and healthy subjects. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*. 2011; Fall;23(4): 409-416.
39. Jahn T., Cohen R., Hubmann W., Mohr F., Köhler I., Schlenker R., Niethammer R., Schröder J.: The Brief Motor Scale (BMS) for the assessment of motor soft signs in schizophrenic psychoses and other psychiatric disorders. *Psychiatry Research* 2006; 142; 177-189.
40. Samborski W., Startz T., Łacki J.K.: Wpływ leczenia rehabilitacyjnego na poziom koncentracji uwagi i koordynacji wzrokowo-ruchowej u chorych na fibromięsie ocenianych przy pomocy wybranych testów neuropsychologicznych. *Nowiny Lekarskie* 1999; 68, 2, 224-233.
41. Carroll L.L., Tzamaloukas A.H., Scremin A.E., Eisenberg B.: Hand dysfunction in patients on chronic hemodialysis. *The International Journal of Artificial Organs* 1993; 16 (10): 694-699.

42. Pfützner A., Schipper C., Niemeyer M., Qvist M., Löffler A., Forst T., Musholt P.B.: Comparison of patient preference for two insulin injection pen devices in relation to patient dexterity skills. *J Diabetes Sci Technol.* 2012; Jul 1;6(4): 910-916.
43. Schipper C., Musholt P., Niemeyer M., Qvist M., Löffler A., Forst T., Pfützner A.: Patient device assessment evaluation of two insulin injection devices in a mixed cohort of insulin-treated patients with type 1 or type 2 diabetes mellitus. *Curr Med Res Opin.* 2012; Aug;28(8):1297-303, Epub 2012 Jul 17.
44. Łuczak A.: Wiedeński System Testów w doborze osób do zawodów trudnych i niebezpiecznych. *Bezpieczeństwo Pracy* 2005; 2: 18-21.
45. Borecki L., Tolstych K., Pokorski M.: Computer games and fine motor skills. *Adv Exp Med Biol.* 2013;755:343-348.