

Rozwój badań nad koordynacją ruchową człowieka

Anna Kostiukow¹, Elżbieta Kaluga², Włodzimierz Samborski¹, Elżbieta Rostkowska¹

¹Katedra i Klinika Fizjoterapii, Reumatologii i Rehabilitacji, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, ²Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Koninie

STRESZCZENIE. Badania nad motorycznością człowieka prowadzone były już od początku ery nowożytnej. Pierwotnie źródłem zainteresowań badaczy było poznanie natury ruchu z jego wszystkimi aspektami. Zanim jednak rozpoczął się właściwy nurt badań nad koordynacją ruchową (przypadający na początek XX wieku) przez wiele lat badano zagadnienia związane z oceną sprawności fizycznej człowieka. Istotnym problemem wyjściowym było opisanie czym dokładnie jest koordynacja ruchowa u człowieka, jakie są jej składowe oraz jak usystematyzować ją wśród innych podstawowych zdolności motorycznych (siły, szybkości i wytrzymałości). W niniejszej pracy dokonano analizy rozwoju badań nad koordynacją ruchową człowieka w naukach o kulturze fizycznej i medycynie.

Jednym z teoretycznych aspektów rozważań nad motorycznością człowieka jest koordynacja ruchowa. Usystematyzowana wśród innych podstawowych zdolności motorycznych, takich jak siłowe, szybkościowe i wytrzymałościowe, ma istotny wpływ na podejmowanie zadań ruchowych wynikających z codziennej spontanicznej aktywności człowieka. Ruch przejawiający się w prostych i typowych zachowaniach motorycznych, takich jak: bieg, chód, pokonywanie przeszkód na drodze czy wspinanie się po schodach, mimo jego oczywistości, wiąże się ze skomplikowanymi procesami biomechanicznymi zachodzącymi w każdym organizmie żywym. Jest więc zrozumiałe, że koordynacja ruchów człowieka, niezależnie od jego pochodzenia, wykonywanego zawodu czy stanu zdrowia, znajduje się w kręgu zainteresowań badaczy różnych gałęzi nauki.

Ze słowotwórczego punktu widzenia pojęcie koordynacji ruchowej to związek dwóch niezależnych od siebie wyrażań, z których pierwszy – *koordynacja* – wg Słownika Języka Polskiego oznaczać może „harmonijny przebieg lub funkcjonowanie czegoś”, natomiast jego drugi człon – *ruchowy / ruchowa* – wskazuje na charakter motoryczny związany ze zmianą położenia organizmu żywego lub też jego części (www.sjp.pwn.pl). Jednakże w piśmiennictwie

odnajduje się opisy dotyczące sformułowania koordynacji ruchowej samej w sobie, jako oddzielnego pojęcia dotyczącego aspektów motorycznych człowieka.

Na przestrzeni XX wieku dokonywano wielokrotnych prób definiowania pojęcia koordynacji i proces ten trwa do dnia dzisiejszego. Po powierzchownej analizie tematu można byłoby stwierdzić, że definicji koordynacji ruchowej jest niemalże tyle samo, ilu badaczy zainteresowanych tematem. Jednak obserwacje zmian na przestrzeni kilkudziesięciu lat dają wyraźnie do zrozumienia, że przyjęte definicje koordynacji ruchowej ewoluują wraz ze wzrostem wiedzy w tym zakresie. Najprawdopodobniej jedną z pierwszych, tak precyzyjnie i szczegółowo opisywanych definicji jest ta, zaproponowana w 1947 r. przez Bernsteina mówiąca o pokonywaniu nadmiernej liczby stopni swobody poruszającego się organizmu, czyli przekształcaniu go w system sterowalny (Bernstein, 1947). Natomiast już pod koniec lat 60. XX wieku, Denisiuk i Milicerowa (1969) zaproponowali znacznie prostszy opis, w którym określili koordynację ruchową jako “zdolność do scalania ruchów różnych rodzajów w jedną całość oraz zdolność do szybkiego przestawiania się z jednych aktów ruchowych na inne”. W pracach Ważnego (1981) czy Raczka (1992) odnajduje się odpowiednio objaśnienia koordynacji charakteryzującej ją jako umiejętność dokładnego wykonywania złożonych aktów ruchowych oraz dostosowania elementów ruchowych w celu wykonania narzuconego zadania ruchowego. Obecnie naj-

Adres do korespondencji:

Dr Anna Kostiukow, Ortopedyczno-Rehabilitacyjny Szpital Kliniczny im. Wiktora Degi Uniwersytetu Medycznego im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu, ul. 28 Czerwca 1956 r. nr 135/147, 61-545 Poznań.
E-mail: annakostiukow@wp.pl

bardziej aktualnymi definicjami wydają się być te, zaproponowane przez Starostę (2003, 2006), w których jest mowa o zdolności do wykonywania złożonych ruchów dokładnie, szybko i w zmiennych warunkach czy o zharmonizowaniu ruchów poszczególnych części ciała w czasie i przestrzeni

Aby zrozumieć trudności w badaniu koordynacji ruchowej należy mieć świadomość złożoności jej elementów określanych zgodnie zdolnościami koordynacyjnymi. Według najnowszej wiedzy wyróżnić można jedenaście zdolności koordynacyjnych. Zanim jednak zostały sprecyzowane w takiej formie, w jakiej funkcjonują do dnia dzisiejszego, ulec musiały wielokrotnym analizom i zmianom nomenklaturowym. Celem niniejszej pracy była zatem próba ukazania problemu badań nad koordynacją ruchową człowieka i ich rozwoju w naukach o kulturze fizycznej i medycynie.

Można stwierdzić, że zainteresowania problemem motoryczności ludzkiej istniały od początków dziejów człowieka. Poznawanie istoty ruchu, jako środka w kontakcie człowieka z otaczającym go światem, odbywało się stopniowo, od prostego postrzegania zmysłowego do teorii powiązań między strukturą czynności a jej efektem (Osiński, 2003).

Pierwszymi opisanymi odkryciami z pogranicza anatomii i fizjologii człowieka dotyczącymi natury ruchu, w tym: szczegółów budowy kośćca, przebiegu ścięgien, budowy mózgu, rdzenia kręgowego itp., były te, które wiążą się z nazwiskiem rzymskiego lekarza Galena, czyli przypadające na II wieku naszej ery. W rozważaniach nad rozwojem badań dotyczących natury ruchu nie sposób nie wspomnieć znamienitych postaci takich jak Leonardo da Vinci, który próbował rozstrzygnąć kwestię podporządkowania się ludzkiego ciała prawom mechaniki, czy Borellego prowadzącego badania nad klasyfikacją ruchów lokomocyjnych zwierząt i człowieka oraz określeniem położenia środka ciężkości ciała (Osiński, 2003).

Kolejnym krokiem w dochodzeniu do pierwszych badań nad koordynacją ruchową było zainteresowanie badaczy problemem oceny sprawności fizycznej człowieka w ogólnym jej aspekcie. Początki kształtowania się poglądów dotyczących kryteriów oceny sprawności fizycznej przypadają niewątpliwie na XVI / XVII w., a przełomem w tym zakresie było powstanie w 1854 roku pierwszego Zakładu Higieny i Wychowania Fizycznego w Amherst College w Stanach Zjednoczonych. Ośrodek ten skupiał wokół siebie badaczy o zainteresowaniach naukowych m.in. związanych z metodami oceny sprawności fizycznej człowieka (Osiński, 2003).

W 1890 r. powstał pierwszy globalny test sprawności, obejmujący m.in. rzut, szybkość biegu, długość skoku (tzw. Pentathlon Test), a rok 1917 wiąże się już z wprowadzeniem testu wydolności tlenowej, stosowanego głównie do oceny wydolności fizycznej lotników podczas I wojny światowej (Osiński, 2003).

Mimo różnorodności prowadzonych uprzednio rozważań, nadal jednak nie były one stricte związane z badaniem wybranej zdolności motorycznej, jaką jest koordynacja ruchów człowieka. Choć w piśmiennictwie część spośród autorów pokusiło się o stwierdzenie, że korzeni badań koordynacyjnych doszukiwać się można już w starożytności u greckiego lekarza z Kos, Hipokratesa (określał on m.in. stopień zmęczenia pierwszych sportowców) (Starosta, 2006), to jednak początek tego nurtu naukowego przypada na wiek XX, a jedna z pierwszych publikacji na ten temat powstała w 1931 roku. Ozierecki w swej pracy zaproponował skalę metryczną do badania motoryczności dzieci i młodzieży. W ramach metodyki pomiarowej opracował zagadnienia ruchowe, segregując je w następujących grupach:

- koordynacja statyczna i dynamiczna,
- szybkość ruchów,
- zdolności ruchowe w zakresie rytmu,
- synkinezja,
- zdolności synchronizacji różnych ruchów,
- siła i energia ruchowa (Ozierecki N., 1931).

O koordynacji ruchowej przeczytać można także w opisach zastosowania testu inteligencji motorycznej autorstwa Pietera (1949), wyróżniającego: próbę ekonomii wysiłku, próbę pamięci oraz próbę szybkości i koordynacji dynamicznej ruchu. Mimo iż oba przytoczone wyżej testy zawierają odmienne w stosunku do dnia dzisiejszego nazewnictwo zdolności koordynacyjnych, dotyczą one niewątpliwie pomiaru wybranego aspektu motoryczności człowieka - koordynacji ruchowej.

W latach 50 XX wieku Guilford dokonał ciekawego rozróżnienia motorycznych zdolności koordynacyjnych na trzy grupy;

- reaktywność układu nerwowego (szybkość reakcji, częstotliwość),
- statyczna precyzja ruchów (równowaga statyczna, precyzja ruchów ręki),
- dynamiczna precyzja ruchów (równowaga dynamiczna, celowe ruchy kończyn górnych) (Guilford, 1958).

Jednak już w 1964 r. w pracy Fleishmanna (1964) widać całkowite zerwanie z poprzednio proponowaną koncepcją, w której wyróżniono wprawdzie jedenaście czynników, ale nazwanych elementami koordynacji. Ta idea nie znalazła odzwierciedlenia w późniejszych publikacjach takich autorów jak Cumbee (1970) czy Hirtz (1976, 1978) których propozycje nazewnictwa zamieszczono w Tabeli 1.

Tabela 1. Propozycje zmian nomenklaturowych w zakresie zdolności koordynacyjnych zaproponowane w latach 70 XX wieku przez dwóch niezależnych od siebie badaczy.

Cumbee (1970)	Hirtz (1976, 1978)
1. Równowaga w balansowaniu przyborem	1. Równowaga
2. Równowaga ciała	2. Kompleksowe reakcje ciała
3. Szybkość zmiany kierunku ruchów rąk	3. Orientacja przestrzenna
4. Zręczność	4. Rytmizacja
5. Tempo	5. Różnicowanie kinestetyczne

W Polsce w przeszłości na ogół przyjmowano błędnie, że koordynacja ruchowa jest synonimem zdolności motorycznej zwanej zwinnością (Denisiuk, 1975; Ferfel, 1960; Gilewicz, 1964; Ważny, 1989). Takie podejście do tematu spowodowało powstanie licznych publikacji, które jednak ze względu na niepoprawne podstawy teoretyczne miały niewielką wartość naukową dla późniejszych badaczy tematu. Konsekwencją tego myślenia było stosowanie w ocenie wybranych „ludzkich właściwości motorycznych” jednego testu zwinności, zwanego testem „koordynacji całego ciała”. Ostatecznie od początku lat 90-tych XX wieku w Polsce zrezygnowano z utożsamiania obszaru zdolności koordynacyjnych ze zwinnością i rozpoczął się proces porządkowania zdobytej wiedzy w zakresie koordynacji ruchowej (Osiński, 2003). W latach tych opublikowano wiele propozycji rozróżniania składowych koordynacyjnych a na czoło naukowców zajmujących się teorią koordynacji ruchowej wysuwają się takie osoby jak Szopa, Mynarski, Raczek, Ljach (Osiński, 2003). Jednak początek XXI wieku wiąże się już przede wszystkim z nazwiskiem Starosta, który wyznaczył powszechnie uznany kierunek opisywania zdolności koordynacyjnych, wśród których wyróżnia się:

1. zdolność kinestetycznego różnicowania ruchów,
2. zdolność zachowania równowagi,

3. zdolność przejawiania szybkiej reakcji,
4. zdolność orientacji czasowo-przestrzennej,
5. zdolność rytmizacji ruchów,
6. zdolność dostosowania ruchów,
7. zdolność łączenia ruchów,
8. zdolność symetryzacji ruchów,
9. zdolność wyrazistości ruchów,
10. zdolność rozluźnienia mięśni,
11. zdolność współpracy (Starosta, 2006).

Jak wynika z powyższych rozważań, zarówno początkowy jak i współczesny kierunek badań związany jest głównie ze środowiskiem specjalistów nauk o kulturze fizycznej. Tak też jest w przypadku jednego z najbardziej znanych i rozpowszechnionych testów do pomiaru globalnej koordynacji ruchowej. Test Starosty, o którym mowa, okazuje się być najbardziej konkurencyjnym testem, jaki do tej pory zaproponowano, bo jak sam autor uważa, stwarza możliwość oceny wszystkich spośród jedenastu zdolności koordynacyjnych (Starosta, 2003, 2006). Niestety metodyka testowa, w której pacjent dokonuje wyskoku z maksymalnym obrotem w prawo i w lewo na specjalnie przygotowanej drewnianej platformie, stwarza pewne ograniczenia w odniesieniu do osób mogących zostać poddanych badaniu. Ze względu na konieczność wykazania się znacznym stopniem sprawności fizycznej, test ten stosowany jest przede wszystkim wśród osób z medycznego punktu widzenia zdrowych, głównie w środowisku sportowców (Starosta, 2003, 2006).

Chociaż powstanie Testu Globalnej Koordynacji Ruchowej (Testu Starosty) wiąże się z drugą połową lat 70. XX wieku, to badania nad opracowaniem dobrego pod względem merytorycznym narzędzia pomiarowego polegającego na wyskoku wokół osi pionowej ciała prowadzone były przez wielu naukowców już od pierwszej połowy XX wieku (Ozierecki, 1929; 1931; Pieter, 1937; 1938; 1949).

Mimo, iż Test Starosty od momentu jego pierwszej prezentacji tj. w listopadzie 1976 roku w Poznaniu podczas konferencji naukowej pt. „Metody badawcze w wychowaniu fizycznym i sporcie” został wielokrotnie wykorzystany w celach naukowych (w latach 80 XX wieku przeprowadzono liczne pomiary na zawodnikach kadry narodowej różnych dyscyplin sportu, a od lat 90 XX wieku badania o skali międzynarodowej, m.in. w Białorusi, Chorwacji, Słowacji, Finlandii, RPA, Zjednoczonych Emiratach Arabskich), niestety dokonania w tym zakresie trudno przenieść na grunt medyczny (Starosta, 2003, 2006).

Mimo stosunkowo niewielu znaczących osiągnięć naukowych i klinicznych na gruncie koordynacji ruchowej, medycyna nie jest dziedziną odosobnioną w zakresie badań nad koordynacją. Trudno mówić tu jednak o konkretnym nurcie badawczym, a związku z tym na pewno nie o historii jego powstania. Chociaż wiedza ta nie została jak dotąd odpowiednio usystematyzowana, istnieje bardzo wiele publikacji naukowych dotyczących badań koordynacji ruchowej wśród wybranych grup pacjentów. Zwykle badanie zdolności motorycznej jaką jest koordynacja ruchowa jest jedną ze składowych ogólnej oceny sprawności fizycznej pacjenta w przebiegu jego choroby, nierzadko dotyczy jedynie kilku komponentów koordynacyjnych lub też koordynacji ruchowej wybranych partii ciała pacjenta (niż oceny całościowej-globalnej). Niemniej jednak każdy z tych typów badań wiąże się z omawianym zagadnieniem.

Największą rolę w badaniach koordynacyjnych prowadzonych przez specjalistów w zakresie medycyny odgrywa niewątpliwie badanie specyficznej zdolności koordynacyjnej jaką jest zdolność zachowania równowagi ciała pacjenta. Badanie to wiąże się z osobą lekarza Moritza Heinricha Romberga, żyjącego w latach 1795-1873, który stworzył jeden z najbardziej znanych neurologicznych testów tzw. Test Romberga. Służy on do wykrycia zaburzeń równowagi i polega na utrzymaniu określonej pozycji ciała przez 10 sekund z oczami otwartymi, a następnie z zamkniętymi przez kolejne 10 sekund. Choć test ten posiada ponad stuletnią tradycję, stosowany jest w mniej odległej praktyce lekarskiej (Cho i Kamen, 1998; Kamen i wsp., 1998; Stones i Kozma, 1987).

Na przestrzeni lat zaburzenia koordynacyjne analizowane były przez klinicystów jedynie w formie jakościowej oceny natury zmian, co z naukowego punktu widzenia daje nieprecyzyjny obraz stanu pacjenta. Najbardziej znaną kliniczną formą badania jest tzw. próba palec-nos, polegająca na zaleceniu pacjentowi, stojącemu w pozycji wyjściowej odwiedzionych horyzontalnie kończyn górnych (do poziomu barków), wykonania, początkowo z oczami otwartymi, a następnie zamkniętymi, ruchów dotknięcia nosa palcem wskazującym. Osoba badana prowadzi palec wskazujący pełnym łukiem ku czubkowi nosa, a następnie powraca do pozycji początkowej (Desrosiers i wsp., 2005; Gagnon i wsp., 2004; Swaine i Sullivan, 1992).

Przez wiele lat próba palec-nos była tzw. złotym standardem w klinicznej ocenie koordynacji. Jednakże na przełomie lat 80 i 90 XX wieku poddana pod wątpliwość zo-

stała jakość testu wskazując na jego liczne ograniczenia – np. brak możliwości śledzenia zmian w zakresie koordynacji u pacjenta na przestrzeni rozwoju jego choroby czy brak możliwości porównywania wyników stopnia zaawansowania zaburzeń koordynacyjnych wśród różnych grup pacjentów. W związku z tym, obecnie dąży się do stosowania metod i procedur komputerowych dających obiektywne i policzalne wyniki badań (Bohannon, 1989; Rothstein, 1989; Swaine i Sullivan, 1992).

Pionierskimi pracami opisującymi zastosowanie baterii testów ilościowych-komputerowych w ocenie neurologicznej były doniesienia m. in. Kondraske i wsp. (1984), Potvin i Tourtellotte (1985) oraz Smith i Kondraske (1987). W badaniach tych oceniano wybrane parametry takie jak: czas reakcji, szybkość ruchu i koordynacja. Wspomniani autorzy zapoczątkowali nowy kierunek badań nad koordynacją ruchową, którą postrzegać już można nie tylko w aspekcie zdrowia i choroby, a więc śledzenia postępów leczenia, czy czynnika częściowo odpowiedzialnego za jakość życia z chorobą, ale także jako element który może mieć wpływ na kwalifikację w doborze osób do zawodów trudnych i niebezpiecznych (tzw. Wiedeński System Testów; Łuczak, 2005). Zastosowanie analizy komputerowej obszeruje się coraz częściej, zwłaszcza w zakresie oceny efektywności prowadzonej rehabilitacji różnych grup pacjentów (Swaine i Sullivan, 1992).

Obecnie widoczny jest niewątpliwy wzrost zainteresowania zagadnieniami związanymi z koordynacją ruchową. Prowadzone są w tym zakresie liczne badania w różnych ośrodkach, powstaje również coraz więcej publikacji nie tylko o charakterze stricte naukowym. Wynika to z celu współczesnych badań dotyczących wszystkich aspektów natury ruchu którym według Osińskiego (2003) jest „nie tylko stworzenie całościowej konstrukcji teoretycznej motoryczności człowieka, ale i na użytek różnych dziedzin praktycznych”.

Piśmiennictwo

1. Bernstein N.A. O postrojenji dwizenij. Izd Medgiz, Moskwa, 1947.
2. Bohannon R.W. Objective measures. *Physical Therapy*, 1989, 69:590-593.
3. Cho C.Y., Kamen G. Detecting balance deficits in frequent fallers using clinical and quantitative evaluation tools. *J. Am. Geriatrics Society*, 1998, 46:426-430.
4. Cumbee F.V. A factorial analysis of motor coordination. In: Morgan W.P. *Contemporary readings in sport psychology*. Springfield, 1970.

5. Denisiuk L., Milicerowa H. Rozwój sprawności motorycznej dzieci i młodzieży w wieku szkolnym. PZWS, Warszawa, 1969.
6. Denisiuk L. Tabele punktacji sprawności fizycznej. Wyd. Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa, 1975.
7. Desrosiers J, Rochette A., Corriveau H. Validation of a new lower-extremity motor coordination test. *Arch. Physical Med. and Reh.*, 2005, 86(5):993-998.
8. Ferfel W. Fizjologia sportu. Fizkultura i Sport, Moskwa, 1960.
9. Fleishman E.A. The structure and measurement of physical fitness. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1964.
10. Gagnon C., Mathieu J., Desrosiers J. Standardized finger-nose test validity for coordination assessment in an ataxic disorder. *Can. J. of Neurolog. Sci.*, 2004, 31(4):484-489.
11. Gilewicz Z. Teoria wychowania fizycznego. Sport i Turystyka, Warszawa, 1964.
12. Guilford J.P. A system of the psychomotor abilities. *Am. J. of Psychol.*, 1958, 71:164-174.
13. Hirtz P. Untersuchungen zur Entwicklung koordinativer Leistungsvoraussetzungen bei Schulkindern. *Theorie Und Praxis Der Körperkultur* 1976, 4:283-288.
14. Hirtz P. Schwerpunkte der koordinativ-motorischen Vervollkommung im der Klass Sportunterricht der Klassen 1 bis 10. *Körperziehung* 1978, 1:340-343.
15. 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.
16. Kondraske G.V., Potvin A.R., Tourtellotte W.W. A computer-based system for automated quantification of neurologic function. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 1984, 31:401-14.
17. Łuczak A. Wiedeński System Testów w doborze osób do zawodów trudnych i niebezpiecznych. *Bezpieczeństwo Pracy* 2005, 2:18-21.
18. Osiński W. Antropomotoryka. AWF im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu, Poznań 2003.
19. Ozierecki N. Issledowanija motornoj odarowanosti. Irkutsk 1929.
20. Ozierecki N. Skala metryczna do badań zdolności ruchowych dzieci i młodzieży. NTP, Lwów 1931.
21. Pieter J. Zagadnienia pomiaru uzdolnień ruchowych. *Wych. Fiz.* 1937:2-3.
22. Pieter J. Analiza testów psychomotorycznych. *Wych. Fiz.* 1938:7.
23. Pieter J. Testy uzdolnień ruchowych. *Rocznik Kultury Fizycznej* 1949, I:1.
24. Potvin A.R., Tourtellotte W.W. Quantitative examination of neurologic functions. Vol. 1. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1985.
25. Raczek J., Mynarski W. Koordynacyjne zdolności motoryczne dzieci i młodzieży. Struktura wewnętrzna i zmienność osobnicza. Wyd. AWF Katowice, Katowice 1992.
26. Rothstein J.M. On defining subjective and objective measurements. *Phys. Ther.*, 1989, 69:577-579.
27. Smith S.S., Kondraske G.V. Computerized system for quantitative measurement of sensorimotor aspects of human performance. *Phys. Ther.* 1987, 67:1860-1866.
28. Starosta W. Globalna i lokalna koordynacja ruchowa. Międzynarodowe Stowarzyszenie Motoryki Sportowej, Warszawa 2006.
29. Starosta W. Motoryczne zdolności koordynacyjne. Międzynarodowe Stowarzyszenie Motoryki Sportowej, Warszawa 2003.
30. Stones M.J., Kozma A. Balance and age in the sighted and blind. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 1987, 68:85-89.
31. Swaine B.R., Sullivan J. Relation between clinical and instrumented measures of motor coordination in traumatically brain injured persons. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 1992, 73:55-59.
32. Takahashi A. The founders of neurology. Moritz Heinrich Romberg and Hiroshi Kawahara. *Rinsho Shinkeigaku* 1995, 35(12):1313-22.
33. Ważny Z. Mały leksykon treningu sportowego. Wyd. AWF Katowice, Katowice 1989.
34. Ważny Z. Współczesny system szkolenia w sporcie wyczerpanym. Wyd. Sport i Turystyka, Warszawa 1981.
35. www.sjp.pwn.pl.