

# RÓWNOWAGA CIAŁA JAKO ELEMENT KOORDYNACJI RUCHOWEJ – RYS HISTORYCZNY

## *BALANCE BODY AS ELEMENT OF MOTOR COORDINATION – HISTORICAL VIEW*

Magdalena Kobylińska

Katedra Auksologii Klinicznej i Pielęgniarstwa Pediatricznego, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

DOI: <https://doi.org/10.20883/ppnoz.2018.16>

### STRESZCZENIE

Rozwój badań na temat motoryczności człowieka rozpoczął się od pojęcia ruchu. Następnym etapem były rozważania dotyczące sprawności fizycznej, aż w XX wieku pojawiło się pojęcie koordynacji ruchowej. Wielu naukowców podejmowało próby zdefiniowania i określenia jej składowych. Koordynacja ruchowa ma duże znaczenie dla dziedziny, jaką jest kultura fizyczna. W medycynie najczęściej badanym elementem koordynacji jest równowaga ciała. W tym celu wykorzystuje się testy jakościowe oraz ilościowe. Dużym osiągnięciem w tej dziedzinie są badania posturograficzne, gdzie balans ciała ocenia się za pomocą specjalnych platform. W niniejszej pracy opisano rozwój badań na temat koordynacji ruchowej, ze szczególnym uwzględnieniem składowej, jaką jest równowaga.

**Słowa kluczowe:** koordynacja ruchowa, równowaga ciała, posturografia.

### ABSTRACT

Development of research on the human motor skills started with the idea of movement. The next stage were considerations about physical fitness, and in the 20th century the concept of motor coordination appeared. A lot of scientists attempted to define its components. Motor coordination has great importance for physical fitness. In medicine, body balance is the most often examined element of motor coordination. For this purpose, qualitative and quantitative tests are used. A big achievement in this branch are posturegraphic examinations, where body balance is estimated with special platforms. In this thesis development of research on the human motor skills is described, with particular regard to the element of balance.

**Keywords:** motor coordination, body balance, posturography.

## Wstęp

Badania na temat koordynacji ruchowej mają swój początek w XX wieku. Pierwotnym przedmiotem zainteresowań naukowców był ruch, pojęcie koordynacji ruchowej nie było znane, kształtowało się na przestrzeni lat.

Pierwsze opisy ruchu pojawiły się w II wieku, a ich autorem był Galen, rzymski lekarz, który w swoich dziełach omawiał budowę kośćca, rolę ściąggen, budowę mózgu, rdzenia oraz nerwów. Scharakteryzował on również mechanizm powstawania skurczu mięśniowego. Wspaniałą postacią zajmującą się naturą ruchu był Leonardo da Vinci, który w swoich rozważaniach nad ludzkim ciałem wprowadzał zagadnienia mechaniki. Kolejnym ważnym naukowcem zajmującym się ruchem był żyjący w XVII wieku Borelli, który zajmował się określeniem położenia środka ciężkości ciała [1].

Następnym zagadnieniem, które interesowało uczonych, była sprawność fizyczna, a w szczególności jej ocena. Dużą rolę odegrało tutaj powstanie w 1854 roku

Zakładu Higieny i Wychowania Fizycznego w Amherst College w Stanach Zjednoczonych [1].

Jak już wcześniej wspomniano, badania na temat koordynacji ruchowej mają swój początek w XX wieku. Jedną z pierwszych prac o tej tematyce była publikacja Oziereckiego z 1931 roku [2].

## Koordynacja ruchowa – definicja

Wielu naukowców podjęło się zdefiniowania terminu koordynacji ruchowej. Pierwszym współczesnym badaczem zajmującym się motorycznością człowieka był Bernstein. Jako pierwszy zdefiniował pojęcie koordynacji ruchowej, opisując, że jest to „pokonywanie nadmiernej liczby stopni swobody poruszającego się organizmu, czyli przekształcenie go w system sterowalny” [3]. W latach 60. XX wieku, Denisiuk i Milicerowa stworzyli definicję, w której określili koordynację ruchową jako „zdolność do scalania ruchów różnych rodzajów w jedną całość oraz zdolność do szybkiego przedstawiania się z jednych aktów ruchowych na

inne". Według Ważnego „koordynacja przejawia się w postaci umiejętności precyzyjnego wykonania złożonych pod względem koordynacyjnym aktów ruchowych, szybkiego przestawiania się z jednych ściśle skoordynowanych ruchów na inne, a także w umiejętności szybkiego wyboru odpowiedniego aktu ruchowego do nieoczekiwanej powstających sytuacji” [5]. W pracach Raczka odnajduje się objaśnianie pojęcia koordynacji ruchowej jako „wzajemne dostosowanie i uzgadnianie wszystkich składników ruchu skierowanych na rozwiązanie konkretnego zadania ruchowego” [6]. Sozański opisuje koordynację jako zdolność do wykonywania złożonych przestrzennie i czasowo ruchów, przestawiania się z jednych zadań ruchowych na inne oraz rozwiązywania nowych, nieoczekiwanych pojawiających się sytuacji ruchowych [7]. Naglak podaje, że koordynacja ruchowa to stopień wykonania czynności ruchowej w zależności od przyjętego celu [8]. Najbardziej aktualną definicją jest definicja Starosty, który określił koordynację ruchową jako „zdolności do wykonywania złożonych ruchów dokładnie, szybko i w zmiennych warunkach” [9].

### Zdolności koordynacyjne

Temat koordynacji ruchowej jest bardzo szeroki. Należy mieć świadomość jej złożoności i tego, że tworzy ją kilka elementów, nazywanych zdolnościami koordynacyjnymi. Na przestrzeni lat składowe koordynacji zmieniały się – dotyczy to zarówno ich ilości, jak i nazewnictwa [6].

Guilford w publikacji z 1958 roku określił trzy grupy zdolności koordynacyjnych, takie jak: reaktywność układu nerwowego, na co składały się szybkość reakcji i częstotliwość, statyczna precyzja ruchów, czyli równowaga statyczna i precyzja ruchów ręki, oraz dynamiczna precyzja ruchów, czyli równowaga dynamiczna i celowe ruchy kończyn górnych [10]. W 1964 roku Fleishmann wyróżnił jedenaście elementów koordynacji [11]. Sześć lat później Cumbee wyróżnił pięć kategorii koordynacji: równowagę w balansowaniu z przyborem, tempo, zręczność, szybkość zmiany kierunku ruchów ręki oraz równowagę ciała [12]. Kolejnym badaczem mającym wpływ na kształtowanie pojęcia zdolności koordynacyjnych był Hirtz, który zaproponował pięć składowych koordynacji, takich jak: kompleksowe reakcje ciała, różnicowanie kinestetyczne, orientacja przestrzenna, równowaga oraz rytmizacja [13]. Inną koncepcję przedstawił Blume w 1981 roku, wyróżniając siedem elementarnych zdolności koordynacyjnych: zdolność łączenia ruchów, zdolność różnicowania ruchów, zdolność poczucia równowagi, zdolność orientacji, zdolność rytmizacji ruchów, zdolność szybkiej reakcji i zdolność dostosowania ruchowego [14].

W Polsce duży udział w definiowaniu zdolności koordynacyjnych mieli Raczek, Mynarski i Ljach, którzy opisali w 1998 roku specyficzne motoryczne zdolności koordynacyjne, wyróżniając: kinestetyczne różnicowanie, orientację czasowo-przestrzenną, zachowanie równowagi, rytmizację, szybką reakcję, łączenie ruchów, dostosowanie działania oraz wysoką częstotliwość [1].

Początek XXI wieku wiąże się z nazwiskiem Starosty, który wyznaczył jedenaście zdolności koordynacyjnych: zdolność kinestetycznego różnicowania ruchów, zdolność zachowania równowagi, zdolność przejawiania szybkiej reakcji, zdolność orientacji czasowo-przestrzennej, zdolność rytmizacji ruchów, zdolność dostosowania ruchów, zdolność łączenia ruchów, zdolność symetryzacji ruchów, zdolność wyrazistości ruchów, zdolność rozluźnienia mięśni, zdolność współpracy [15].

### Koordynacja ruchowa – rozwój badań

W ostatnim czasie koordynacja ruchowa stanowi tematykę wielu badań, zarówno w dziedzinach kultury fizycznej, jak i medycyny. Koordynacja ruchowa jest niezbędną zdolnością motoryczną dla prawidłowego funkcjonowania człowieka. Jest ona koniecznym warunkiem do wykonywania każdej czynności ruchowej i wpływa na efektywność działań i zachowań motorycznych człowieka [16].

Ówczesnie ocenę zdolności koordynacyjnych badano poprzez testy uzdolnień ruchowych [17]. Jak już wspomniano, jednym z pierwszych opisów badań na temat koordynacji ruchowej jest publikacja Oziereckiego, rosyjskiego neurologa. Badał on motoryczność dzieci i młodzieży, stosując zadania ruchowe, należące do następujących kategorii: koordynacja statyczna i dynamiczna, szybkość ruchów, zdolności ruchowe w zakresie rytmu, synkinezja, zdolności synchronizacji różnych ruchów, siła i energia ruchowa [2].

Polski psycholog, filozof, pedagog Pieter w 1949 roku opublikował test inteligencji motorycznej, według którego wykonywano próbę szybkości i koordynacji dynamicznej ruchu, próbę pamięci i wyobraźni ruchu oraz próbę ekonomii wysiłku [18].

Johnson opublikował baterię testów uzdolnień ruchowych, składających się z dziesięciu zadań wykonywanych na specjalnym dywaniku. Test ten był wykorzystywany w Polsce do kwalifikacji do uprawiania gimnastyki artystycznej, sportowej i skoku wzwyż.

Metheny, amerykańska badaczka, zmodyfikowała powyższy test, zmniejszając liczbę zadań ruchowych [17].

Francuz Guilmain zmodyfikował test Oziereckiego i dostosował skalę do określania stopnia opóźnienia rozwoju ruchowego u dzieci na potrzeby rehabilitacji. Kolejne zmia-

ny wprowadzali Sottiaux oraz Lincoln, upraszczając zadania ruchowe i ograniczając liczbę komponentów [17].

W przeszłości w Polsce pojęcie koordynacji ruchowej było synonimem zwinności [16]. Była ona badana jednym testem. Jednak na początku lat 90. koordynacja ruchowa przestała być pojęciem jednolitym, utożsamianym ze zwinnością. Zaczęto opisywać różne składowe koordynacyjne. W tej dziedzinie wyróżniali się tacy badacze jak Szopa, Mynarski, Raczek, Ljach [1]. Współcześnie najbardziej znanym autorem jest Starosta, który, jak już wspomniano, wyróżnił jedenaście zdolności koordynacyjnych. Jest on autorem testu do badania globalnej koordynacji ruchowej; test ten daje możliwość zbadania wszystkich wyżej wymienionych zdolności koordynacyjnych [19]. Jest to test wykonywany głównie wśród sportowców ze względu na konieczność wykazywania się przez badanego dobrą sprawnością fizyczną.

### **Badanie koordynacji ruchowej w medycynie**

Przez wiele lat pojęcie koordynacji ruchowej budziło zainteresowanie głównie specjalistów z dziedziny kultury fizycznej. W medycynie bada się najczęściej wybrane składowe koordynacji ruchowej bądź skupia się na konkretnym obszarze ciała. Najczęściej badanym elementem koordynacji ruchowej wśród pacjentów jest zdolność zachowania równowagi ciała.

Wyróżnia się dwie składowe równowagi: statyczną oraz dynamiczną. Równowaga statyczna daje możliwość powrotu ciała do położenia wyjściowego po wytrąceniu ze stanu równowagi przy niezmiennym się punkcie podparcia. Natomiast równowaga dynamiczna to zdolność utrzymania równowagi przy zmieniającym się punkcie podparcia [20]. Testy diagnostyczne dzieli się na jakościowe i ilościowe. Najczęściej używane w medycynie są testy jakościowe, które mają charakter subiektywny. Dają wynik ujemny bądź dodatni, kiedy to pacjent nie wykazuje odchylenia od przyjętej normy bądź je wykazuje [21]. Często wykorzystywanym testem jakościowym do badania równowagi statycznej jest test stworzony przez niemieckiego lekarza neurologa Romberga, który w 1846 roku wprowadził tę próbę do badania neurologicznego. Test ten polega na utrzymaniu określonej pozycji ciała – stopy złączone, ręce wyprostowane, uniesione do kąta 90 stopni. Pacjent stoi przez 10 sekund najpierw z oczami otwartymi, następnie z oczami zamkniętymi [22].

Drugim typem testów są badania ilościowe, które dają mierzalny wynik diagnostyczny i mają dużo większe znaczenie kliniczne [21]. Należą do nich badania posturograficzne. Niestety ze względu na to, że do pomiarów konieczny jest drogi sprzęt, diagnostyka ta jest mało rozpowszechniona. Badanie równowagi ocenia się w pozycji

stojącej, poprzez zapis przemieszczeń środka ciężkości ciała. Badanie odbywa się na specjalnej platformie, z użyciem programu komputerowego. Istnieje możliwość badania równowagi zarówno statycznej, jak i dynamicznej [23]. Dzięki badaniom z wykorzystaniem specjalistycznej aparatury możliwa jest diagnoza pacjenta, ocena progresji choroby, możliwe jest również monitorowanie efektów terapii w postaci zarówno treningu rehabilitacyjnego, jak i terapii farmakologicznej.

### **Posturografia statyczna**

Jak już wcześniej wspomniano, położeniem środka ciężkości ciała interesował się już w XVII wieku Borelli, który określił, iż środek ciężkości mieści się na środku pola podparcia [1]. Meyer w 1853 roku uznał, że linia pionowego rzutu środka ciężkości podczas stania przebiega 5 cm do tyłu od osi stawów biodrowych, z tyłu od osi stawów kolanowych oraz 3 cm do przodu od stawów goleniowo-skokowych. Twierdził on, że stabilna pozycja pionowa może być utrzymana bez udziału mięśni [24]. Tezę tę podważył du Bois-Reymond w 1903 roku. A dopiero w 1960 roku potwierdził to Asmussen, wykonując eksperyment polegający na utrzymaniu równowagi przez badanego zanurzonego w wodzie do poziomu pierwszego kręgu lędźwiowego. Dzięki zdjęciom rentgenowskim i antropometrycznym pomiarom wykazano, że rzut środka ciężkości górnej części ciała przechodzi przez czwarty krąg lędźwiowy. Przyjęto także, iż do utrzymania pozycji pionowej konieczna jest antygravitacyjna praca mięśni ciała człowieka [24].

### **Posturografia dynamiczna**

Badania na temat utrzymania równowagi ciała w ruchu prowadzone były w XIX wieku. Zastanawiano się, dzięki czemu możliwe jest utrzymanie postawy. Angielski lekarz Bell postawił sobie pytanie, jaki zmysł wpływa na możliwość utrzymania określonej pozycji, gdy idzie się pod wiatr. Kolejny angielski lekarz, neurolog Head, twierdził, że jest to możliwe dzięki receptorom zlokalizowanym w obrębie stóp. Longet wskazywał na propriocepcję, natomiast Romberg podkreślił rolę wzroku. Francuz Flourens opisał aparat przedsionkowy jako narząd odpowiedzialny za utrzymanie równowagi. Udowodnił to, wykonując doświadczenie na gołębiach, drażniąc kanały półkoliste ptaków i obserwując u nich oczopląs. Ewald sformułował tezę, iż oczopląs powstaje poprzez przepływ śródchłonki. Wraz z Machem oraz Brauerem sformułowali teorię na temat ruchu śródchłonki pod wpływem przyspieszeń kątowych. W kolejnych latach Sherrington opisał mózdzek jako narząd, który poprzez połączenia nerwowe współdziała z układem przedsionkowym [25].

## Komputerowa posturografia dynamiczna

Badania posturograficzne znane są od kilkudziesięciu lat. Jednym z pionierów, który stworzył postawy posturologii, był żyjący w XIX wieku niemiecki lekarz von Vierordt. Jego działania polegały na zakładaniu badanym hełmów zakończonych piórem połączonym z kartką papieru, co miało za zadanie rejestrować zmiany w obrębie postawy ciała. Założył on Instytut Posturologii w Berlinie [26].

W 1950 roku w Paryżu użyto po raz pierwszy aparatury do badań z zakresu posturologii, a postęp w dziedzinie informatyki w kolejnym dziesięcioleciu pozwolił na rozwój badań naukowych związanych z postawą i równowagą człowieka [25].

W 1965 roku Gurfinkel opublikował badania, opisując krzywą stabilograficzną podczas swobodnego stania. Kolejni badacze analizowali zachowania posturalne podczas wyłączenia określonych receptorów, np. wzrokowych [25].

Współczesny badacz mający wpływ na rozwój dziedziny, jaką jest posturologia, to Baron, francuski lekarz z Centre National de la Recherche Scientifique w Paryżu [25]. W 1969 roku zostało powołane we Francji Międzynarodowe Towarzystwo Posturograficzne. Celem Towarzystwa było rozwijanie wiedzy o aktywności posturalnej człowieka, a także jej nieprawidłowościach [25].

W Polsce w latach 70. przeprowadzono pierwsze badania posturograficzne w Wojskowym Instytucie Medycyny Lotniczej w Warszawie. W Klinice Otolaryngologicznej prowadzono wśród pilotów badania wykrywające zaburzenia błędnika [27].

W 1986 roku Gagey, kolejny francuski lekarz, założył Instytut Posturografii [25].

W roku 2000 neurobiolodzy: Carlsson (Szwecja), Greengard oraz Kandel (Stany Zjednoczone) otrzymali Nagrodę Nobla w dziedzinie fizjologii i medycyny za odkrycia dotyczące przekazywania sygnału w układzie nerwowym [28].

Osiągnięciem XXI wieku jest zastosowanie gier konsolowych w celu treningu równowagi. Pacjent, stojąc na specjalnej platformie, poprzez wychylenia ciała kontroluje to, co dzieje się na ekranie telewizora [29]. Taki sposób rehabilitacji jest atrakcyjny oraz motywuje do pracy. Jest trafnym sposobem wspierającym konwencjonalną kinezyterapię.

Dzięki nowoczesnym technologiom i rozwojowi nauki powstają rozmaite platformy dające możliwość oceny balansu ciała pacjentów oraz ćwiczenia zmysłu równowagi. Niestety sprzęt jest drogi i przez to trudno dostępny. Jednak należy mieć nadzieję, iż posturografia stanie się bardziej popularna w niedalekiej przyszłości.

## Oświadczenia

### Oświadczenie dotyczące konfliktu interesów

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów.

### Źródła finansowania

Autorzy deklarują brak źródeł finansowania.

## Piśmiennictwo

- Osiński W. Antropomotoryka. Poznań: Akademia Wychowania Fizycznego w Poznaniu; 2003.
- Ozierecki N. Skala metryczna do badań zdolności ruchowych dzieci i młodzieży. Lwów: NTP; 1931.
- Bernstein NA. O postrojenji dżiżenij. Moskwa: Izd. Medgiz; 1947.
- Denisiuk L, Milicerowa H. Rozwój sprawności motorycznej dzieci i młodzieży w wieku szkolnym. Warszawa: PZWS; 1969.
- Ważny Z. Współczesny system szkolenia w sporcie wyczynowym. Warszawa: Sport i Turystyka; 1981.
- Raczek J, Mynarski W. Koordynacyjne zdolności motoryczne dzieci i młodzieży. Struktura wewnętrzna i zmienność osobnicza. Katowice: Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach; 1992.
- Sozański H. Podstawy teorii treningu. Warszawa: RCMSzK-FIS; 1993.
- Naglak Z. Metodyka trenowania sportowca. Wrocław: Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu; 1999.
- Kunysz M, Cynarski W. Koordynacja ruchowa w badaniach prof. Włodzimierz Starosty. Recenzja monografii: Globalna i lokalna koordynacja ruchowa w wychowaniu fizycznym i sporcie. Antropomotoryka; 2008; 43: 119–121.
- Guilford JP. A system of the psychomotor abilities. Am J Psychol. 1958; 71: 164–174.
- Fleishman EA. The structure and measurement of physical fitness. Englewood Cliffs: Prentice-Hall; 1964.
- Cumbee FV. A factorial analysis of motor coordination. (W:) Morgan WP (red.). Contemporary readings in sport psychology. Springfield: Charles C. Thomas; 1970.
- Hirtz P. Untersuchungen zur Entwicklung koordinativer Leistungsvoraussetzungen bei Schulkindern. Theor Prax Der Körperkultur. 1976; 4: 283–288.
- Rynkiewicz T. Struktura zdolności motorycznych oraz jej globalne i lokalne przejawy. Poznań: Akademia Wychowania Fizycznego w Poznaniu; 2003.
- Starosta W. Motoryczne zdolności koordynacyjne. Warszawa: Międzynarodowe Stowarzyszenie Motoryki Sportowej; 2003.
- Raczek J, Mynarski W, Ljach W. Kształtowanie i diagnozowanie koordynacyjnych zdolności motorycznych. Katowice: Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach; 2002.
- Osiński W. Zagadnienia motoryczności człowieka, Poznań: Akademia Wychowania Fizycznego w Poznaniu; 1991.
- Pieter J. Testy uzdolnień ruchowych. Rocznik Kultury Fizycznej. 1949.
- Starosta W. Globalna i lokalna koordynacja ruchowa. Warszawa: Międzynarodowe Stowarzyszenie Motoryki Sportowej; 2006.
- Kostiukow A, Rostkowska E, Samborski W. Badanie zdolności zachowania równowagi ciała. Rocznik PAM. 2009; 55, 3: 102–109.
- Rothstein JM. On defining subjective and objective measurements. Phys Ther. 1989; 69: 577–579.
- Takahashi A. The founders of neurology. Moritz Heinrich Romberg and Hiroshi Kawahara. Rinsho Shinkeigaku. 1995; 35(12): 1313–1322.

23. Rocchi L, Chiari L, Cappello A. Feature selection of stabilometric parameters based on principal component analysis. *Med Biol Engl Comput.* 2004; 42: 71–79.
24. Golema M. Charakterystyka utrzymywania równowagi ciała człowieka w obrazie stabilograficznym. Wrocław: Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu; 2002.
25. Wilczyński J. Posturologia – nauka o postawie ciała człowieka. *Stud Med.* 2011; 23(3): 7–17.
26. Vierordt K. *Grundzüge der Physiologie des Menschen.* Berlin 1864.
27. Kluch W, Olszewski J. Ocena czynności układu równowagi u pilotów poddawanych przyspieszeniom za pomocą statokinezyometrii. *Audiofonologia.* 2005; 27: 75–81.
28. (Dostępne w Internecie:) [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/medicine/laureates/2000/index.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2000/index.html).
29. Żak M, Krupnik S, Puzio G, Staszczak-Gawęłda I, Stopa A, Czesak J. Wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości i gier kon-

solowych w profilaktyce upadków osób starszych. *Gerontol Pol.* 2014; 22, 1: 9–13.

---

Zaakceptowano do edycji: 2018-04-26  
Zaakceptowano do publikacji: 2018-05-14

**Adres do korespondencji:**

Magdalena Kobylińska  
ul. Świętowidzka 4a  
61-058 Poznań  
tel. kom.: 664 007 511  
e-mail: kobylińska.magda@wp.pl