

2. На кінець дослідження середні показники відчуття болю в нижніх кінцівках у пацієнтів зменшились; важкість і втомлюваність зазначили 60 % хворих; пастозність гомілок зменшилась до 35%; судоми литкових м'язів після курсу реабілітації у зазначених пацієнтів становили 17%.

3. Запропоновані профілактичні та реабілітаційні заходи покращили стан пацієнтів зі схильністю та хворих на ВХ, призупинили розвиток патологічного процесу.

#### *Література:*

1. Большая медицинская энциклопедия. – М.: Астрель, 2001. – 736с.
2. Лечебная физическая культура в хирургии/Подред. В.К.Добровольского. Л.: Наука, 1970. – 193 с.
3. Озолин П.П. Адаптация сосудистой системы к спортивным нагрузкам / П.П.Озолин. – Рига: Знание, 1984. – 135 с.
4. Скарде Я.В. Особенности рационального кровотока при статических усилиях / Я.В. Скарде, Д.Б.Шмулян // Теория и практика физической культуры, 1968. – № 12. – С. 25–29.
5. Флебология: Руководство для врачей / В.С.Савельев, В.А.Гологорский, А.И. Кириенко и др. // под ред. В.С.Савельева – М.: Медицина, 2001. – 664 с.

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕСУ ВТРИМАННЯ РІВНОВАГИ, МОЖЛИВОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ РОЗЛАДІВ У ДІТЕЙ З РОЗУМОВОЮ ВІДСТАЛІСТЮ**

**Катажина Базарнік-Муха, Агнешка Гужік,  
Анджеліна Волян-Нєрода, Ева Шеліга**

*Медичний факультет Жешувського університету, Польща*

**Анотація.** Рівновага тіла визначається як здатність втримання удару центром тяжіння тіла, беручи до уваги поверхню підтримки, яка визначена контуром стоп. Рівноважні реакції, як компенсація коливань м'язової напруги, з метою відновлення рівноваги в даній позиції з'являються приблизно на 6–8 місяці життя, а повністю розвиваються

між 18 і 24 місяцями і є активними впродовж усього життя. Здатність збереження рівноваги є досить важкою для діагностування, особливо у дітей. Методами оцінки рівноваги, які найчастіше зустрічаються, є клінічні тести. Такі дослідження мають характер суб'єктивний, загальний і не надто ретельний. Об'єктивними діагностичними методами є, перш за все, постурографічні тести із використанням платформ для оцінювання статичної або динамічної рівноваги. У дітей з розумовою відсталістю частіше спостерігаються розлади рівноваги. Згідно з найновішими дослідженнями, діти з інтелектуальною відсталістю характеризуються не-правильною поставою тіла, а також розповсюдженими вадами постави, такими як бічні викривлення хребта, плоскостопість або контрактура у суглобах. Будь-які прояви асиметрії, які спричиняють нерівномірне навантаження несучих поверхонь системи руху, здебільшого можуть бути причиною розладів рівноваги.

Równowagę ciała określa się jako zdolność do utrzymania rzutu środka ciężkości ciała, wewnątrz powierzchni podparcia wyznaczonej przez obrys stóp. Reakcje równowazne, jako kompensacje wahań napięcia mięśniowego, w celu przywrócenia równowagi w danej pozycji, występują około 6–8 miesiąca życia, a całkowicie rozwijają się między 18 a 24 miesiącem życia i są aktywne przez całe życie. Badanie zdolności zachowania równowagi jest aspektem dość trudnym diagnostycznie, zwłaszcza u dzieci. Najczęściej spotykanymi sposobami oceny równowagi są testy kliniczne. Badania takie mają charakter subiektywny, ogólny i niezbyt dokładny. Obiektywnymi metodami diagnostycznymi są przede wszystkim testy posturograficzne z wykorzystaniem platform do oceny równowagi statycznej lub dynamicznej. U dzieci z upośledzeniem umysłowym częściej występują zaburzenia równowagi. Według najnowszych badań dzieci z upośledzeniem intelektualnym charakteryzują się nieprawidłową postawą ciała oraz występującymi wadami postawy takimi jak boczne skrzywienia kręgosłupa, płaskostopie czy przykurcze w stawach. Wszelkie objawy asymetrii które powodują nierównomierne obciążenie powierzchni nośnych układu ruchu w płaszczyźnie czołowej mogą być przyczyna zaburzeń równowagi.

Równowagę ciała określa się jako zdolność do utrzymania rzutu środka ciężkości ciała (center of mass – COM), wewnątrz powierzchni podparcia wyznaczonej przez obrys stóp [1-3]. Niektórzy autorzy określają równowagę jako zdolność organizmu do utrzymania pozycji ciała bez

pomocy drugiej osoby, wykluczając niekontrolowane upadki. Inni z kolei podają, że jest to cecha organizmu, która pozwala na odzyskanie swego stanu w czasie wykonywania określonych czynności lub po ich zakończeniu [4-6]. Można się również spotkać z określeniem, że proces utrzymania równowagi w pozycji stojącej polega na ciągłej utracie i odzyskiwaniu równowagi, a głównym celem układu równowagi jest utrzymanie środka ciężkości ciała w pozycji równowagi w spoczynku i w ruchu [7.8]. Równowagę jako właściwość organizmu można podzielić na statyczną i dynamiczną. Równowaga statyczna dotyczy niezmiennego się punktu podparcia ciała pacjenta, przykładem może być stan, gdzie po wytrąceniu z równowagi ciało badanego po pewnym czasie powróci do położenia wyjściowego. Równowaga dynamiczna natomiast dotyczy utrzymania równowagi w sytuacji zmieniającego się punktu podparcia np. ruchy z obrotami wokół podłużnej osi ciała, ruchy ze zmianą szybkości i kierunku [4.9-11].

Z anatomicznego punktu widzenia za utrzymanie równowagi, odpowiadają następujące struktury: narząd przedsionkowy znajdujący się w uchu wewnętrznym, narząd wzroku, mózdzek oraz receptory ułożenia ciała w przestrzeni, rodzaju ruchu i wibracji znajdujące się m.in. w mięśniach, ścięgnach, stawach, więzadłach, torebkach stawowych. Określa się je nazwą proprioceptorów, reagujących na procesy zachodzące wewnątrz organizmu, odpowiadając za prawidłowe funkcjonowanie tzw. czucia głębokiego, a tym samym przekazując informację o pozycji ciała człowieka [12-15].

Prawidłowa integracja wszystkich sygnałów koniecznych do zachowania pozycji stojącej wyraża się określonym ułożeniem segmentów ciała względem siebie tak, aby rzut pionowy ogólnego środka masy ciała znajdował się w obszarze powierzchni podparcia wyznaczonej przez stopy i powierzchnię pomiędzy nimi. Trening równowagi ma swój początek już w pierwszych tygodniach życia dziecka. Rozpoczyna się od uniesienia główki, przekręcania się na boki, następnie siadania, raczkowania i chodzenia. Od momentu urodzenia niemowlę ma ograniczone możliwości wykonywania ruchów antygravitacyjnych, pojawiają się jednak mechanizmy pozwalające na zachowanie prawidłowej pozycji ciała, są to statyczne odruchy postawy oraz reakcje obronne. Odruchy postawy integrowane są na poziomie rdzenia kręgowego i rdzenia przedłużonego. Należą do nich m.in.: odruch podparcia, asymetryczny toniczny odruch szyjny, symetryczny toniczny odruch szyjny, toniczny odruch błędnikowy, odruch skrzyżowanego wyprost. Odruchy

te utrzymują się do 6 miesiąca życia, następnie ulegają wygaszeniu co umożliwia dalszy rozwój motoryczny dziecka [3,14].

Reakcje równowazne, jako kompensacje wahań napięcia mięśniowego, w celu przywrócenia równowagi w danej pozycji, występują około 6–8 miesiąca życia, a całkowicie rozwijają się między 18 a 24 miesiącem życia i są aktywne przez całe życie. Integracja odruchów równowaznych odbywa się na poziomie kory mózgowej, jąder podkorowych i mózdzku. Funkcja tych odruchów to przystosowanie ustawienia ciała do zmiany położenia środka ciężkości, co następnie wpływa na zachowanie stabilnej pozycji. W trakcie rozwoju ontogenetycznego reakcji równowaznych stosowane są rozmaite wzorce położenia segmentów ciała i ich zmiany w zależności od układu odniesienia. U dzieci w wieku od 2 do 6 lat ułożenie i ruchy tułowia wyznaczają układ odniesienia do stabilizacji pozostałych części ciała. Również podczas chodu tułów jest segmentem inicjującym ruch i stabilizację całego ciała. Starsze dzieci oraz dorośli wykorzystują strategię stabilizacji głowy w przestrzeni a ruch kończyn górnych dostosowują do kierunku działania pola grawitacji, a nie do położenia tułowia. Również okres pokwitaniowy cechuje się intensywną dynamiką zmian w organizmie dziecka. W okresie tym następuje szybki przyrost wysokości i ciężaru ciała, dynamiczny rozwój narządów wewnętrznych i zewnętrznych, odmienne mechanizmy wydzielania dokrewnego, nowe zainteresowania. Wszystkie te elementy wpływają na zmniejszenie mobilizacji do aktywności ruchowej. Ruchy często stają się niezgrabne i pozbawione płynności. Zdestabilizowanie procesów pobudzenia i hamowania w centralnym układzie nerwowym powoduje występowanie zbyt licznych ruchów dodatkowych i nierzadko skutkuje pojawieniem się w tym okresie ociężałości ruchowej. Jednakże warto podkreślić, iż proces dojrzewania jest tokiem bardzo indywidualnym, dlatego też zjawiska te omijają młodzież wykazującą się zwiększoną aktywnością ruchową [16-19].

Biorąc pod uwagę powyższe zagadnienia, badanie zdolności zachowania równowagi ciała człowieka jest aspektem dość trudnym diagnostycznie, zwłaszcza u dzieci. Najczęściej spotykanymi sposobami oceny równowagi są testy kliniczne, sprawnościowe, które mimo powszechnego stosowania, dają jakościowy obraz badanej cechy. Badania takie mają charakter subiektywny, ogólny i niezbyt dokładny [20]. Podstawą większości testów klinicznych jest próba Romberga, oceniająca równowagę statyczną badanej osoby. Polega ona na utrzymaniu pozycji stojącej ze złączonymi stopami oraz uniesionymi

i wyprostowanymi kończynami górnymi początkowo z oczami otwartymi przez 10 s, a następnie z oczami zamkniętymi. W literaturze odnaleźć można wiele odmian tego klasycznego testu, różniących się przede wszystkim zmianą ustawienia stóp podczas badania [21–22].

Powszechnie stosowane są również testy do oceny zdolności zachowania równowagi dające wyniki ilościowe. Do tego typu skal zaliczyć można m.in. test Tinnetiego, skalę Berga, test „wstań i idź”, The Fullerton Advanced Balance Scale. Podstawą tych testów są zadania motoryczne, których wynikiem jest najczęściej czas w jakim badany wykonał próbę, dystans jaki pokonał lub suma punktów z poszczególnych zadań [23–26].

W literaturze spotykane są także testy oceniające wiele aspektów koordynacji ruchowej, w tym zdolność zachowania równowagi oraz testy oceniające ogólną sprawność motoryczną z elementami badania równowagi w różnych grupach wiekowych. Wśród licznych wymienić należy np. Movement Assessment Battery for Children (M-ABC) przeznaczony dla dzieci w wieku 4–12 lat, Charlop-Atwell Scale of Motor Coordination (wiek 4–6 lat), Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (wiek 4–14 lat) [27–33].

Obiektywnymi metodami diagnostycznymi są przede wszystkim testy posturograficzne. W posturografii statycznej ocenę równowagi przeprowadza się na podstawie drobnych, mimowolnych ruchów środka ciężkości w czasie spokojnego stania na platformie posturograficznej lub stania jedno-nóż. Badanie można wykonywać z oczami otwartymi, zamkniętymi, jak również z otwartymi przy poruszającym się otoczeniu. Ocenę można wykonać także w warunkach dynamicznych na ruchomej platformie. Rzut środka ciężkości znajduje się z ściśle określonym, niewielkim obszarze podparcia około 5 cm do przodu w stosunku do stawu skokowego. Statokineziogram pokazuje obraz rzutu środka ciężkości na płaszczyznę podparcia, stabilogram zaś przedstawia przemieszczanie się środka ciężkości w osi strzałkowej i poprzecznej. W przypadku wielu schorzeń mechanizmy kontrolne i sterujące odpowiadające za utrzymanie równowagi przestają działać prawidłowo co może doprowadzić do nadmiernych wychwian w kierunku przednio-tylnim lub przysrodkowo-bocznym [34]. Do oceny kontroli posturalnej można wykorzystać pomiary dynamiczne jak np. ocena kontroli środka ciężkości w czasie jego świadomego przemieszczania w wyznaczonym kierunku.

Stabilność postawy można ocenić także na podstawie szybkości i zakresu ruchów dowolnych. Ruchy poszczególnych segmentów ciała,

zwłaszcza te wymagające dużej siły mięśniowej i o dużej amplitudzie, powodują większe odchylenia COG w porównaniu do położenia referencyjnego. W trakcie wykonywania takich aktywności stabilność postawy jest stale zakłócona. Aby zapewnić stabilność system kontrolujący postawę musi monitorować i korygować przemieszczenia środka ciężkości w czasie aktywności ruchowej. Powiązanie kontroli postawy z kontrolą ruchów dowolnych, pozwala stwierdzić, że charakterystyka wielu ruchów dowolnych jest zależna od stabilności postawy. Przysiady lub wspięcia na palce mogą być przykładem takiej aktywności, gdzie pojawia się sterowanie sekwencyjne, czyli wzajemne przeplatanie się kontroli postawy i ruchu dowolnego [35].

Przez cały życie człowieka równowaga jest rozwijana i doskonalona. U dzieci z upośledzeniem umysłowym częściej występują zaburzenia równowagi. Według najnowszych badań dzieci z upośledzeniem intelektualnym charakteryzują się złą postawą ciała oraz występującymi wadami postawy takimi jak boczne skrzywienia kręgosłupa, płaskostopie czy przykurcze w stawach [36, 37]. Wszelkie objawy asymetrii które powodują nierównomierne obciążenie powierzchni nośnych układu ruchu w płaszczyźnie czołowej mogą być przyczyną zaburzeń równowagi. Niektóre badania wskazują na to, że dzieci z wadami kręgosłupa mają gorszą kontrolę stabilności ciała. Osoby z dysfunkcjami stóp oraz wadami kręgosłupa mają problemy z utrzymaniem postawy pionowej. Płaskostopie wpływa na zmianę punktów podparcia stopy, które powoduje pogorszenie utrzymania pionowej postawy ciała, a biorąc pod uwagę współlistniejące często wady kolan zaburza to ułożenie nie tylko stopy lecz rzutu środka ciężkości, który często wystaje poza czworobok podparcia [34].

Częściej u dzieci z zaburzeniami równowagi występuje również ryzyko upadków a tym samym powstaniu różnych urazów [38]. Istotny wpływ na kształtowanie równowagi ma aktywność fizyczna. Dyscypliny sportowe które najbardziej rozwijają zmysł równowagi to: piłka nożna, koszykówka, tenis ziemny czy bieganie. Sport wpływa na rozwój mięśni posturalnych które utrzymują postawę w pozycji pionowej oraz kształtują postawę ciała. W wielu badaniach osoby aktywne wyraźnie dominowały udowodniając pozytywny wpływ aktywności ruchowej na równowagę posturalną ciała. Dlatego bardzo istotne znaczenie ma wprowadzanie odpowiednich ćwiczeń na zajęciach z wychowania fizycznego, które będą ukierunkowane na poprawę równowagi [39].

Równowaga jest procesem zależnym od wielu czynników. Prawidłowa kontrola równowagi jest możliwa dzięki koordynacji nerwowo – mięśniowej wszystkich segmentów ciała. Czynniki wpływające na zaburzenia koordynacji jak: uposledzenie umysłowe, uszkodzenia OUN, wady postawy, powodują zaburzenie kontroli równowagi ciała. Dzięki nowoczesnym urządzeniom oceniającym równowagę dzieci, możliwe będzie stworzenie odpowiednich programów terapeutycznych, które będą umożliwiały wykonywanie odpowiednich treningów stabilności postawy ciała [34].

#### *Piśmiennictwo:*

1. Humphriss R. Balance ability of 7 and 10 year old children in the population: results from a large UK birth cohort study. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* / R.Humphriss, A.Hall, M.May, J. Macleod. – 2011;75(1):106-13.
2. Zumbunn T. Evaluation of a single leg stance balance test in children. *Gait Posture* / MacWilliams BA., Johnson BA. 2011;34(2):174-7.
3. Paszko-Patej G. Factors affecting the process of balance development of child and the possibility of objective evaluation. *Neurologia Dziecięca* / G.Paszko-Patej, R.Terlikowski, W.Kulak. –2011. – S. 121-127.
4. Kostiurow A. Assessment of postural balance function. *Annales Academiae Medicae Stetinensis* / E.Rostkowska, W.Samborski, 2009.– P.102–109.
5. Granacher U. Effects of balance training on postural sway, leg extensor strength, and jumping height in adolescents. *Res Q Exerc Sport*/ U. Granacher, A.Gollhofer, S.Kriemler. – 2010. – P. 245–251.
6. Zech A. Balance training for neuromuscular control and performance enhancement: a systematic review / A. Zech, M.Hbscher, L.Vogt, W.Banzer., *J Athl Train*, 2010. – P. 392-403.
7. Held-Ziółkowska M. Organizacja zmysłowa i biomechanika układów równowagi / M. Held-Ziółkowska. – *Mag Otolaryngol*, 2006. – P. 39–46.
8. Pisula A. Wpływ zabiegów krioterapii ogólnej i sauny na stabilność postawy ciała. Zastosowania metod statystycznych w badaniach naukowych III *StatSoft/A.Pisula*. – Polska, 2008. – P. 321–325.
9. Braga AB., et al. Comparison of static postural balance between healthy subjects and those with low back pain / A.B.Braga, A.C.Rodrigues, de Lima GV., de Melo LR.– *Acta Ortop Bras*, 2012. – P. 210–212.
10. Kwon Y. The effect of open and closed kinetic chain exercises on dynamic balance ability of normal healthy adults. *J Phys Ther Sci* / Y.Kwon, S.Park, J.Jefferson, K.Kim, 2013. – P.1-4.
11. Raymakers J. The assessment of body sway and the choice of stability parameters. *Gait Posture* / J.Raymakers, M.Samson, H.Verhaar, 2005. – P. 48–58.



12. Jankowicz-Szymanska A. The effect of physical training on static balance in young people with intellectual disability / A.Jankowicz-Szymanska, E.Mikolajczyk, W.Wojtanowski. – *Res Dev Disabil*, 2012;33(2):675-81.
13. Lackner J Vestibular, proprioceptive, and haptic contributions to spatial orientation / J.Lackner, P.DiZio –*Annu Rev Psychol*, 2005;56:115–47.
14. Cherng RJ. Standing balance of children with developmental coordination disorder under altered sensory conditions. *Hum Mov Sci /R.J.Cherng, Y.J.Hsu YW., JY.Chen*, 2007; 26(6): 913-26.
15. GribblePA. Effect of lower-extremity muscle fatigue on postural control. *Arch Phys Med Rehabil / PA.Gribble, J.Hertel*, 2004 Apr;85(4):589-92.
16. Assaiante C. Development of postural control in healthy children: a functional approach. *Neural Plastv/ C.Assaiante, S.Mallau, S.Viel, M.Jover, C.Schmitz*. – 2005;12(2-3):109-18; 263-72.
17. SvestrupH., Head, arm and trunk coordination during reaching in children /S.Schneiberg, PA.McKinley, BJ. McFadyen, MF. – *LevinExp Brain Res*. 2008;188(2):237-47.
18. Roncesvalles MN. From egocentric to exocentric spatial orientation: development of posture control in bimanual and trunk inclination tasks. *J Mot Behav / MN.Roncesvalles, C.Schmitz, M.Zedka, C.Assaiante, M.Wool lacott*.–2005;37(5):404-16.
19. Steindl R. Effect of age and sex on maturation of sensory systems and balance control / K.Kunz, A.Schrott-Fischer, AW.Scholtz. – *Dev Med Child Neurol*, 2006;48(6):477-82.
20. Kostiukow A., *Annales Academiae Medicae Stetinensis / A.Kostiukow, E.Rostkowska, W.Samborski*, 2009. – P. 102-109.
21. Cho C-Y. Detecting balance deficits in frequent fallers using clinical and quantitative evaluation tools / C-Y.Cho, G.Kamen. *J. Am. Geriart. Soc.*, 1998. P. 426-430.
22. 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.
23. Wee J.Y., Wong H., Palepu A. : Validation of berg balance scale a predictor of length of stay and discharge destination in stroke rehabilitation. *Arch. Phys.Med. Rehabil.*, 2003, 84,731-735.
24. Rose D.J, Lucchese N., Wiersma L.D.: Development of multidimensional balance scale for use with functionally independent older adults. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 2006, 87,1478-1485.
25. Dion L., Malouin F., McFadyen B., Richards C.L.: Assessing mobility and locomotor coordination after stroke with the rise -to -walk task. *Neurorehabil. Neural Repair*, 2003, 17 (2), 83–92.
26. Malouin F., McFadyen B., Dion L., Richards C.L.: A fluidity scale for evaluating the motor strategy of the rise -to-walk task after stroke. *Clin. Rehabil.* 2003, 17, 674–684.



27. Forseth A.K., Sigmundsson H.: Static balance in children with hand-eye coordination problems. *Child. Care Health Dev.* 2003, 29 (6), 569–579.
28. Iversen S., Ellertsen B., Tytlandsvik A., N?dland M.: Intervention for 6-year-old children with motor coordination difficulties: Parental perspectives at follow-up in middle childhood. *Adv. Physiother.* 2005, 7, 67–76.
29. 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. *Dev. Med. Child. Neurol.* 2006, 48, 668–673.
30. Charlop M., Atwell C.: The Charlop–Atwell Scale of Motor Coordination: a quick and easy assessment of young children. *Percept. Mot. Skills*, 1980, 50, 1291–1308.
31. Connolly B.H., Michael B.T.: Performance of retarded children, with and without down syndrome, on the Bruininks Oseretsky test of motor proficiency. *Phys. Ther.* 1986, 66 (3), 344–348.
32. Wasserman G.A., Musabegovic A., Liu X., Kline J., Factor-Litvak P., Graziano J.H.: Lead exposure and motor functioning in 4-year-old children: The Yugoslavia prospective study. *J. Pediatr.* 2000, 137 (4), 555–561.
33. D?ger T., Bumin G., Uyanik M., Aki E., Kayihan H.: The assessment of Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency in children. *Pediatr. Rehab.* 1999, 3 (3), 125–131.
34. Paszko-Patej G., Terlikowski R., Kulak W., Sienkiewicz D., Okurowska-Zawada B. Czynniki wpływające na proces kształtowania równowagi dziecka oraz możliwości jej obiektywnej oceny. *Neurologia Dziecięca*, 2011, 20, 41, 121–127.
35. Błaszczyk J., *Biomechanika kliniczna*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 2004, 214.
36. Kuzdzal A., Magoń G., Cieślak G. Rozwój fizyczny i postawa ciała dzieci upośledzonych umysłowo w odniesieniu do najnowszych norm populacyjnych. *Medycyna Sportowa*, 2004, 4, 199–204.
37. Momola I. Rozwój somatyczny, postawa ciała i zdolności motoryczne dziewcząt upośledzonych umysłowo, wyd. Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2007.
38. Skalska A., Walczevska J., Ocetkiewicz T. Wiek, płeć i aktywność fizyczna osób zgłaszających upadki oraz okoliczności ich wystąpienia. *Rehabilitacja medyczna*, 2003, 7, 3.
39. Prusik K. Równowaga ciała dzieci trenujących i nietrenujących, wyd. AWF i S im Jędrzeja Sniadeckiego w Gdańsku, 2007.