

Jacek Wilczyński

Zakład Patobiomechaniki

Instytut Fizjoterapii

Wydział Nauk o Zdrowiu Akademii Świętokrzyskiej w Kielcach

Kierownik Zakładu: dr hab. n. med. Andrzej Rydzewski

**ANALIZATORY WZROKU A REAKCJE RÓWNOWAŻNE
NA PRZYKŁADZIE DŁUGOŚCI ŚCIEŻKI POSTUROGRAMU
U UCZNIÓW W WIEKU 12-15 LAT****SIGHT ANALYZER AND THE BALANCE REACTIONS BASED ON THE PATH
LENGTH OF THE POSTUREGRAM****STRESZCZENIE**

Celem badań była analiza reakcji równoważnych na przykładzie długości ścieżki posturogramu (DŚ) oraz określenie roli analizatorów wzroku w procesie utrzymania równowagi ciała u uczniów w wieku 12-15 lat. Badaniami objęto 503 uczniów z wylosowanych uprzednio: Szkoły Podstawowej nr 13 i Gimnazjum nr 4 w Starachowicach. Równowagę badano na platformie stabilometrycznej.

Słowa kluczowe: analizator wzroku, równowaga, platforma stabilometryczna, test Romberga, środek nacisku stóp (COP), długość ścieżki posturogramu (DŚ).

SUMMARY

The aim of the research was to analyze the equivalent reactions based on DS and estimate the role of sight analyzers in the process of keeping balance among children aged 12 to 15. First, 503 children aged 12 to 15 were drawn from the Primary School number 13 and from the Gymnasium number 4 in Starachowice and next they were examined. Balance was measured on the stabiligraphic platform.

Key words: children school, sight analyzer, equivalent reactions based, stabiligraphic platform, Romberg's test, center of feet pressure (COP), path length of the posturogram (DS).

WSTĘP

Kontrola równowagi to złożony proces ruchowy, w który zaangażowane są różne systemy czuciowe oraz planowanie i uczenie się [1]. Jak wykazały badania, cechą znaną u dzieci jest stosunkowo niewielki wpływ wzroku na zmienność sygnału COP. Zamknięcie oczu powoduje znaczną reakcję układu nerwowego na utrudnienie. Skoro parametry równowagi w teście z oczami zamkniętymi (CE) nie ulegają pogorszeniu, to mamy do czynienia z brakiem umiejętności wykorzystania wzroku w procesie utrzymania równowagi przez młodzież. Brak jest odpowiedniej koordynacji między wzrokiem a układem motorycznym, która znajduje się jeszcze w rozwoju [2-14].

Do najczęściej analizowanych parametrów posturogramu należy długość ścieżki (DŚ) (*path length*) w mm. Droga, jaką przebywa środek ciężkości w czasie testu, zależy od narzuconego czasu rejestracji oraz od szybkości ruchu COP w czasie próby [15, 16]. Celem badań była analiza reakcji równoważnych na przykładzie DŚ oraz określenie roli analizatorów wzroku w procesie utrzymania równowagi ciała u dzieci.

MATERIAŁ I METODA BADAŃ

Badaniami objęto 503 uczniów w wieku 12-15 lat z wylosowanych uprzednio: Szkoły Podstawowej nr 13 i Gimnazjum nr 4 w Starachowicach; w tym 247 (49,11%) dziewcząt i 256 (50,89%) chłopców. Dziewcząt było: 12-letnich 60 (24,29%), 13-letnich – 60 (24,29%), 14-letnich – 65 (26,32%) i 15-letnich – 62 (25,10%). Chłopców było: 12-letnich 65 (25,39%), 13-letnich – 61 (23,83%), 14-letnich – 60 (23,44%) i 15-letnich – 70 (27,34%). Rozkłady liczebności w grupach wieku i płci nie różniły się istotnie. Badania wykonano w listopadzie i grudniu 2005 r. W badaniach równowagi zastosowano platformę Cosmogamma by Emildue (ryc. 1). Wykonywano test standardowej oceny stabilności w staniu swobodnym (test Romberga), składający się z dwóch następujących po sobie prób trwających po 30 s – z oczami otwartymi (OE – *open eyes*) oraz z oczami zamkniętymi (CE – *close eyes*) [17]. Do opisu równowagi zastosowano długość ścieżki posturogramu (DŚ) (*path length*). Do analizy statystycznej wykorzystano średnią arytmetyczną (\bar{x}), odchylenie standardowe (s), analizę wariancji Kruskala-Wallisa oraz test Kołmogorowa-Smirnowa [18].

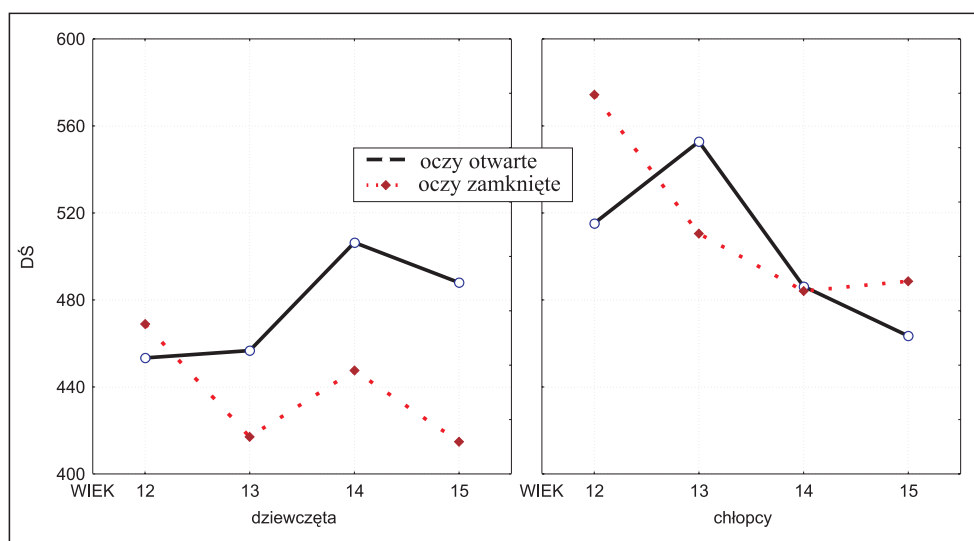
WYNIKI

U dziewcząt: średnia wysokość ciała wynosiła 161,45 cm, średnia masa ciała 50,84 kg, średnie BMI 19,43. U chłopców: średnia wysokość ciała wynosiła 165,41 cm, średnia masa ciała 52,74 kg, średnie BMI 19,08. Rozkłady liczebności w grupach wiekowych nie różniły się istotnie. Analiza wariancji wykazała, że w badanej grupie wystąpiło istotne zróżnicowanie wzrostu względem płci ($p < 0,001$), istotne zróżnicowanie wzrostu względem wieku ($p < 0,001$) i istotna interakcja wieku i płci na wzrost badanych ($p < 0,001$). Ponadto w badanej grupie wystąpiło: istotne zróżnicowanie masy ciała wzglę-



Ryc. 1. Platforma stabilometryczna Cosmogamma by Emildue R50300 (Technomex 2005)

dem płci ($p < 0,03$), istotne zróżnicowanie masy ciała względem wieku ($p < 0,001$) i istotna interakcja płci i wieku na masę ciała badanych ($p < 0,001$). Wystąpiło także istotne zróżnicowanie BMI względem wieku ($p < 0,004$), a nie zaobserwowano istotnego zróżnicowania BMI względem płci oraz istotnej interakcji płci i wieku na wskaźnik BMI. Wartość DŚ dla całej grupy 503 badanych oscylowała od 490,26 przy oczach otwartych (OE) do 476,51 przy oczach zamkniętych (CE). Dla dziewcząt od 476,83 przy OE do 437,12 przy CE, a dla chłopców od 503,22 przy OE do 514,52 przy CE. U dziewcząt w teście OE DŚ była najniższa u 12-letnich, następnie 13-, 15- i 14-letnich. W teście CE DŚ najniższa była u 15-letnich, następnie 13-, 14- i 12-letnich dziewcząt. U chłopców w teście OE DŚ była najniższa u 15-letnich, następnie 14-, 12- i 13-letnich. W teście CE DŚ najniższa była u 14-letnich, następnie 15-, 13- i 12-letnich chłopców. Przy CE nastąpił wzrost DŚ u 12-letnich dziewcząt i 12- i 15-letnich chłopców, w pozostałych grupach nastąpił jej spadek. Skrócenie ścieżki w teście CE można wytłumaczyć tym że, w przypadku chwilowego braku kontroli wzrokowej u badanych uczniów występowała większa koncentracja i skupienie uwagi na wykonywanym teście. DŚ była krótsza u dziewcząt zarówno w teście przy OE, jak i CE (tabela 1, 2, ryc. 2). Analiza wariancji wykazała: istotne zróżnicowanie DŚ względem płci ($p < 0,001$), istotny efekt opcji badania ($p < 0,05$), istotną interakcję płci i wieku ($p < 0,02$), istotną interakcję płci i opcji badania ($p < 0,001$) oraz istotną interakcję wieku i opcji badania ($p < 0,001$) (tabela 2).



Ryc. 2. Długość ścieżki (DŚ)

Tabela 1. Długość ścieżki (DŚ) (*path length*)

Płeć Wiek	Długość ścieżki przy OE			Długość ścieżki przy CE			Różnica OE-CE
	x	n	s	x	n	s	
Dziewczęta	476,83	247	154,81	437,12	247	125,69	39,71
12 lat	453,36	60	142,57	468,88	60	129,48	-15,52
13 lat	456,72	60	165,54	417,09	60	147,99	39,64
14 lat	506,43	65	152,18	447,65	65	111,40	58,77
15 lat	487,98	62	155,55	414,74	62	106,18	73,24
Chłopcy	503,22	256	174,20	514,52	256	170,31	-11,29
12 lat	515,24	65	137,51	574,34	65	179,42	-59,10
13 lat	552,79	61	240,79	510,44	61	184,71	42,34
14 lat	486,23	60	154,24	484,10	60	151,54	2,14
15 lat	463,44	70	140,30	488,59	70	152,19	-25,15
Razem	490,26	503	165,33	476,51	503	154,84	13,75

Tabela 2. Analiza wariancji

Zmienne niezależne	DF efekt	MS efekt	DF błąd	MS błąd	F	p
Płeć (1)	1	698 996,4	495	35 050,69	19,94	0,001
Wiek (2)	3	66 237,59	495	35 050,69	1,88	0,130
Opcja badania (3)	1	53 066,02	495	13 532,73	3,92	0,050
Interakcja płeć – wiek (1, 2)	3	114 077,9	495	35 050,69	3,25	0,020
Interakcja płeć – opcja badania (1, 3)	1	150 401,6	495	13 532,73	11,11	0,001
Interakcja wiek – opcja badania (2, 3)	3	77 276,61	495	13 532,73	5,71	0,001
Interakcja płeć – wiek – opcja badania (1, 2, 3)	3	27 279,57	495	13 532,73	2,01	0,110

OMÓWIENIE WYNIKÓW I WNIOSKI

- Wykazano: istotne zróżnicowanie DŚ względem płci ($p < 0,001$), istotny efekt opcji badania ($p < 0,05$), istotną interakcję płci i wieku ($p < 0,02$), istotną interakcję płci i opcji badania ($p < 0,001$), istotną interakcję wieku i opcji badania ($p < 0,001$). Nie wykazano istotnego zróżnicowania DŚ względem wieku.
- Wartość DŚ dla całej grupy 503 badanych oscylowała od 490,26 przy OE do 476,51 przy CE. DŚ była krótsza u dziewcząt zarówno w teście przy OE, jak i CE.
- Przy CE nastąpił wzrost DŚ tylko u 12-letnich dziewcząt oraz 12- i 15-letnich chłopców, w pozostałych grupach nastąpił jej spadek. Skrócenie ścieżki w teście

CE można wytłumaczyć tym że, w przypadku chwilowego braku kontroli wzrokowej u badanych dzieci występowała większa koncentracja i skupienie uwagi na wykonywanej pracy.

4. Skoro parametry równowagi w teście CE nie ulegają istotnemu pogorszeniu, to mamy do czynienia z brakiem umiejętności wykorzystania wzroku w procesie utrzymania równowagi przez dzieci. Brak jest odpowiedniej koordynacji między wzrokiem a układem motorycznym, która u dzieci znajduje się w rozwoju. Cechą znaną u dzieci jest stosunkowo niewielki wpływ wzroku na zmienność sygnału COP.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Bień SF. Fizjologia zjawisk kompensacji i adaptacji i habituacji przedsionkowej. W: Otoneurologia. Red. G Janczewski, B Latkowski. Bel-Corp, Warszawa 1998.
- [2] Błaszczyk JW. Biomechanika kliniczna. PZWL. Warszawa 2004.
- [3] Collins JJ, De Luca CJ. The effects of visual input on open-loop and closed-loop postural control mechanisms. *Exp Brain Res* 1995; 103: 151-63.
- [4] Daniom F, Boyadjian A, Marin L. Control of locomotion in expert gymnasts in the absence of vision. *J Sports Sci* 2000; 18: 809-14.
- [5] Dudek J. Wpływ elektrostymulacji mięśni grzbietu na umiejętność utrzymania równowagi u osób z uszkodzeniem słuchu. AWF. Kraków 2001 (praca doktorska).
- [6] Golema M. Charakterystyka procesu utrzymywania równowagi ciała człowieka w obrazie stabiliograficznym. AWF. Wrocław 2002.
- [7] Gurfinkel VS, Ivanenko YP, Levik YS et al. Kinesthetic reference for human orthograde posture. *Neuroscience* 1995; 68: 229-43.
- [8] Koceja DM, Allway D, Earles DR. Age differences in postural sway during volitional head movement. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80: 1537-41.
- [9] Kuczyński M. Control of upright stance: from assessment methods to mechanisms. *Human Movement* 2000; 2: 34-43.
- [10] Kuczyński M, Sienkiewicz H. Znaczenie informacji wzrokowej i wertykalnej w utrzymywaniu równowagi. *Ada Bioerg Biomech* 2000; 1: 281-6.
- [11] Kuczyński M. Model lepko-sprężysty w badaniach stabilności postawy człowieka. AWF. Wrocław 2003 (praca habilitacyjna).
- [12] Prieto T, Myklebust J, Myklebust B. Characterization and Modeling of Postural Steadiness in the Elderly. *IEEE Trans Rehab Eng* 1993; 1: 26-34.
- [13] Simoneau GG, Ulbrecht JS, Derr JA. Role of Somatosensory Input in the control of human posture. *Gait & Posture* 1995; 3: 115-22.
- [14] Sipko T, Skolimowski T, Ostrowska B. Wpływ chwilowej i trwałej utraty kontroli wzrokowej położenia ciała w przestrzeni na proces regulacji równowagi ciała w pozycji stojącej. *Fizjoterapia* 1997; 2: 11-6.
- [15] Winter DA. Human balance and posture control during standing and working. *Gait & Posture* 1995; 3, 4: 193-214.
- [16] Winter DA, Prince F, Patla AE. Stiffness Control of Balance in Quiet Standing. *J Neurophysiol* 1998; 80: 1211-21.
- [17] Romberg MH. *Lehrbuch der Nervenkrankheiten des Menschen*. Berlin 1851.
- [18] Computer statistic programme: Statistica.7.1 statsoft, 2007.