

**Dawid DOBOSZ, Grzegorz SOBOTA**, Studenckie Koło Naukowe Analizy Ruchu przy Katedrze Motoryczności Człowieka, Zakład Biomechaniki, AWF Katowice

## **ANALIZA WZORCÓW KOMPENSACJI PIONOWEJ POSTAWY CIAŁA U DZIECI PO OBCIĄŻENIU PLECAKIEM SZKOLNYM**

Streszczenie. Na temat reakcji posturalnej dziecka na obciążenie w postaci plecaka powstało wiele prac badawczych. Oceniały one parametry stabilograficzne, zmiany w postawie ciała, relacje między ciężarem i położeniem plecaka, a jakością tych zmian. Autorzy chcąc uzupełnić dotychczas uzyskaną wiedzę na ten temat zdecydowali się na zaprojektowanie badania, które obejmuje próby z plecakiem założonym nie tylko z tyłu, ale i z przodu ciała co pozwoli stwierdzić czy tak zadane obciążenie wywoła różne wzorce kompensacyjne.

### **1. WSTEP**

Badania poświęcone ocenie stabilności postawy dzieci po obciążeniu ich dodatkowym ciężarem w postaci plecaka są ważnym polem eksploracji ponieważ upośledzenie kontroli posturalnej może prowadzić do zwiększenia ryzyka upadku i wcześniejszego występowania bólów kręgosłupa [1,3,7].

Wyniki prac podejmujących te zagadnienia wskazują na istotne zmiany takich parametrów posturalnych jak: zakres wychwiał, maksymalny zakres wychylenia, długości ścieżki COP (środek nacisku stóp na podłoże – center of foot pressure) czy obwiednia posturogramu [3,4]. Nie bez znaczenia są również zmiany w krzywiznach kręgosłupa, ustawieniu łopatek, barków będące odzwierciedleniem wzorców kompensacji zależnych od sposobu noszenia plecaka i wielkości obciążenia [1,2,8].

Celem eksperymentu było sprawdzenie reakcji na obciążenie plecakiem szkolnym założonym z tyłu oraz z przodu ciała u dzieci w wieku szkolnym.

### **2. METODYKA BADAŃ**

#### **2.1. Uczestnicy badań**

W badaniach wzięło udział 14 dzieci z I klasy szkoły podstawowej: 4 chłopców i 10 dziewczynek w wieku 7 i 6 lat. Opiekunowie zostali poinformowani o celu i sposobie realizacji badania i wyrazili pisemną zgodę na przeprowadzenie testu.

#### **2.2. Urządzenia pomiarowe**

Do obserwacji zachowań równoważnych wykorzystano platformę tensometryczną Amti AccuGait (AMTI, USA), za pomocą której zarejestrowano wszystkie składowe siły i momenty sił reakcji podłoża. Na tej podstawie określono położenie rzutu OSC na płaszczyźnie podparcia, a w dalszym postępowaniu parametry stabilograficzne w płaszczyźnie przednio tylnej i czołowej.

### 2.3.Przebieg badania

Badanie polegało na utrzymaniu nieruchomej pozycji stojącej przez 60sekund przy czym pierwsze 30 sekund z oczami otwartymi, a kolejne 30 sekund z oczami zamkniętymi. Próbę wykonywano bez obciążenia oraz z założonym plecakiem z tyłu a następnie z przodu. Ciężar plecaka stanowił 5%, 10% i 15% ciężaru ciała dziecka (maksymalnie masa „wkładu” wynosiła 6 kg).

Etapy badania:

1. Zapoznanie dziecka z urządzeniem pomiarowym, przebiegiem badania oraz z poleceniami jakie będą występować.
2. Dziecko przygotowuje się do badania(przebranie się, zdjęcie butów).
3. Na polecenie „Wejź na platformę” dziecko staje w określonym miejscu.
4. Dziecko zakłada plecak.
5. Na polecenie „Stań tak, by było Tobie wygodnie” dziecko przyjmuje pozycję swobodną.
6. Poleca się dziecku skupić uwagę na obrazku zawieszonym na przeciw niego na wysokości oczu – „Patrz na obrazek”.
7. Polecenie przygotowujące dziecko do badania - „Za chwilę kolega powie - „start” wtedy zacznie się badanie. Teraz nie można już się wiercić”
8. Zgodnie z poleceniem „ W pewnym momencie poproszę byś zamknął/ zamknęła oczy wtedy tylko je zamykasz” dziecko zamyka oczy.
9. Polecenie „Koniec. Możesz zejść z platformy.” oznajmia dziecku że dana próba jest zakończona.

Postępowano według tego schematu we wszystkich próbach z wyjątkiem tych bez obciążenia gdzie nie występuje punkt 4.

### 2.4.Metody analizy danych

Całą statystykę opisową i testową wykonano w pakiecie Statistica . Do porównania prób zależnych wykorzystano Test t dla prób zależnych i Test kolejności par Wilcozona, a do porównania prób wykonanych w różnych warunkach Test t dla prób zależnych względem grup oraz Test U Manna – Whitneya.

## 3.WYNIKI

Zamieszczone poniżej tabele zawierają wyniki analizy statystycznej uzyskanych danych

Obliczenia statystyczne wykazały istotną różnicę w położeniu COP pomiędzy próbami bez obciążenia a próbami z obciążeniem wynoszącym 5% masy ciała zlokalizowanym na plecach(tab.1). Dotyczy to zarówno warunków w których badane osoby miały oczy otwarte jak i zamknięte.

Porównywanie zakresów wychwiał dało statystycznie istotne różnice pomiędzy próbami z obciążeniem 10% zlokalizowanym na plecach, a próbami z obciążeniem 10% z przodu ciała (tab.2). Istotność ta występowała tylko w warunkach badania z oczami otwartymi. Jeżeli chodzi porównanie pomiędzy próbami w warunkach oczu otwartych a warunkami z oczami zamkniętymi istotnie różniły się wyniki w porównaniach prób PT 10 i PP 15 (tab. 5).

Tabela 1 Średnie położenie rzutu OSC w płaszczyźnie strzałkowej oraz wynik testu t dla prób zależnych względem rodzaju obciążenia

Porównywane próby		Oczy otwarte			Oczy zamknięte		
Próba X	Próba Y	Wartość średnia próby X	Wartość średnia próby Y	p	Wartość średnia próby X	Wartość średnia próby Y	p
B	PT5	-3,203	-1,97	0,0493	-3,048	-1,903	0,0383
B	PT10	-3,203	-2,152	0,1879	-3,048	-2,189	0,2353
B	PT15	-3,203	-2,507	0,3543	-3,048	-2,752	0,6972
B	PP5	-3,203	-2,61	0,4901	-3,048	-2,517	0,5613
B	PP10	-3,203	-2,586	0,3379	-3,048	-2,427	0,3716
B	PP15	-3,203	-1,517	0,0798	-3,048	-1,571	0,1226
PT5	PT10	-1,97	-2,152	0,7489	-1,903	-2,189	0,6095
PT5	PT15	-1,97	-2,507	0,2593	-1,903	-2,752	0,1205
PT10	PT15	-2,152	-2,507	0,6198	-2,189	-2,752	0,4518
PP5	PP10	-2,61	-2,586	0,9729	-2,517	-2,427	0,9026
PP5	PP15	-2,61	-1,517	0,2847	-2,517	-1,571	0,3664
PP10	PP15	-2,586	-1,517	0,3148	-2,427	-1,571	0,4162
PT5	PP5	-1,97	-2,61	0,3407	-1,903	-2,517	0,4014
PT10	PP10	-2,152	-2,586	0,5594	-2,189	-2,427	0,7429
PT15	PP15	-2,507	-1,517	0,3727	-2,752	-1,571	0,2728

Tabela 2 Zakres wychwiał OSC w płaszczyźnie strzałkowej oraz wynik testu t dla prób zależnych względem rodzaju obciążenia

Porównywane próby		Oczy otwarte			Oczy zamknięte		
Próba X	Próba Y	Wartość średnia próby X	Wartość średnia próby Y	p	Wartość średnia próby X	Wartość średnia próby Y	p
B	PT5	2,291	2,276	0,9382	2,976	2,507	TKPW
B	PT10	2,291	2,063	0,1202	2,976	2,855	TKPW
B	PT15	2,291	2,345	0,8036	2,976	2,941	TKPW
B	PP5	2,291	2,548	0,1630	2,976	3,301	TKPW
B	PP10	2,291	2,523	0,2698	2,976	2,855	TKPW
B	PP15	2,291	2,39	0,5873	2,976	3,354	TKPW
PT5	PT10	2,276	2,063	0,2307	2,507	2,855	TKPW
PT5	PT15	2,276	2,345	0,8179	2,507	2,941	TKPW
PT10	PT15	2,063	2,345	0,2025	2,855	2,941	0,6185
PP5	PP10	2,548	2,523	0,9040	3,301	2,855	TKPW
PP5	PP15	2,548	2,39	0,4183	3,301	3,354	TKPW
PP10	PP15	2,523	2,39	0,6111	2,855	3,354	0,1164
PT5	PP5	2,276	2,548	0,2314	2,507	3,301	TKPW
PT10	PP10	2,063	2,523	0,0180	2,855	2,855	0,9999
PT15	PP15	2,345	2,39	0,8301	2,941	3,354	0,1071

Tabela 3 Zakres wychwiań OSC w płaszczyźnie strzałkowej oraz wynik testu kolejności par Wilcoxon dla prób zależnych względem rodzaju obciążenia

Porównywane próby	Oczy otwarte				Oczy zamknięte		
Próba X	Próba Y	Wartość średnia próby X	Wartość średnia próby Y	p	Wartość średnia próby X	Wartość średnia próby Y	p
B	PT5	2,291	2,276	Test t	2,976	2,507	0,3003
B	PT10	2,291	2,063	Test t	2,976	2,855	0,7299
B	PT15	2,291	2,345	Test t	2,976	2,941	0,7776
B	PP5	2,291	2,548	Test t	2,976	3,301	0,8261
B	PP10	2,291	2,523	Test t	2,976	2,855	0,7776
B	PP15	2,291	2,39	Test t	2,976	3,354	0,1401
PT5	PT10	2,276	2,063	Test t	2,507	2,855	0,0962
PT5	PT15	2,276	2,345	Test t	2,507	2,941	0,1240
PT10	PT15	2,063	2,345	Test t	2,855	2,941	Test T
PP5	PP10	2,548	2,523	Test t	3,301	2,855	0,3967
PP5	PP15	2,548	2,39	Test t	3,301	3,354	0,3627
PP10	PP15	2,523	2,39	Test t	2,855	3,354	Test T
PT5	PP5	2,276	2,548	Test t	2,507	3,301	0,1011
PT10	PP10	2,063	2,523	Test t	2,855	2,855	Test T
PT15	PP15	2,345	2,39	Test t	2,941	3,354	Test T

Tabela 4 Średnie położenie OSC w płaszczyźnie strzałkowej oraz wynik testu t dla prób zależnych względem warunku oczu otwarte – oczu zamknięte

Próba	Wartość średnia dla oczu otwartych	Wartość średnia dla oczu zamkniętych	p
B	-3,202	-3,048	0,9014
PT5	-1,97	-1,903	0,9524
PT10	-2,152	-2,189	0,9803
PT15	-2,507	-2,752	0,8052
PP5	-2,61	-2,517	0,9277
PP10	-2,586	-2,427	0,8965
PP15	-1,516	-1,571	0,9584

Tabela 5 Średnie wartości zakresu wychwiań OSC w płaszczyźnie strzałkowej oraz wynik testu t dla prób zależnych względem warunku oczu otwarte – oczu zamknięte

Próba	Wartość średnia dla oczu otwartych	Wartość średnia dla oczu zamkniętych	p
PT10	2,063	2,855	0,0026
PT15	2,345	2,941	0,0811
PP10	2,523	2,855	0,3310
PP15	2,39	3,354	0,0022

Tabela 6 Średnie wartości zakresu wychwiał OSC w płaszczyźnie strzałkowej oraz wynik testu U Manna – Whitneya dla prób zależnych względem warunku oczu otwarte – oczu zamknięte

Próba	Wartość średnia dla oczu otwartych	Wartość średnia dla oczu zamkniętych	p
B	2,291	2,976	0,1904
PT5	2,276	2,507	0,6625
PP5	2,548	3,301	0,5972

Legenda (do tabel):

B – próba bez obciążenia

PT – próba z obciążeniem z przodu

PP – próba z obciążeniem z tyłu

5, 10, 15 – wartość obciążenia w procentach masy ciała

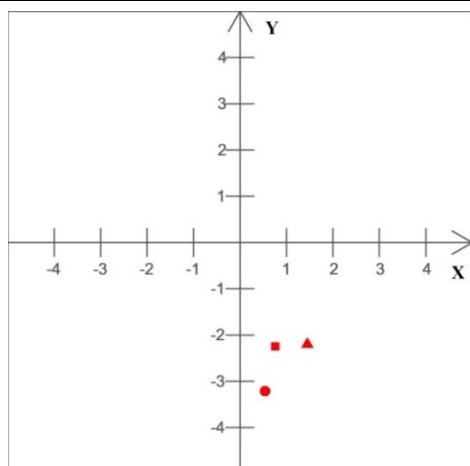
#### 4. WNIOSKI

Próba bez obciążenia stanowiła punkt odniesienia. W momencie założenia plecaka w tradycyjny sposób przy wartości obciążenia 5% masy ciała doszło do przesunięcia COP do tyłu co spowodowało silną reakcję kompensacyjną, która doprowadziła do jego przemieszczenia do przodu. Chociaż nie wynika to wyraźnie z obliczeń statystycznych trend ten występuje w każdej sytuacji gdy plecak znajduje się na plecach przy każdej wartości obciążenia przy czym im większe jest obciążenie tym mniejsza jest wartość kompensacji.

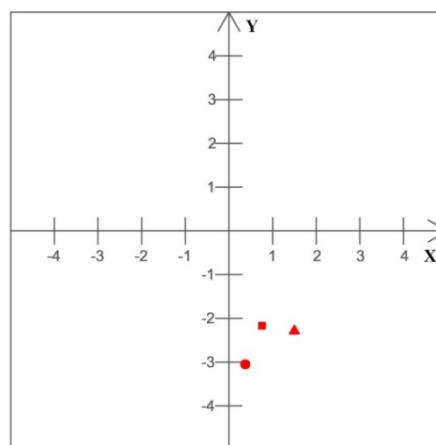
Za to przy założonym plecaku z przodu ciała nie zaobserwowano reakcji posturalnej na przemieszczenie COP do przodu względem jego położenia w próbie bez obciążenia, co w tym przypadku może świadczyć o braku lub niewystarczającej kompensacji ze strony dziecka przy czym im większa wartość obciążenia tym dalej przesuwał się COP. Jest to tylko trend nie potwierdzony statystycznie. Może on wynikać z poczucia większego bezpieczeństwa w przednim pochyleniu i świadomości możliwości amortyzacji upadku kończynami górnymi.

Wartości wychwiał w momencie założenia plecaka w tradycyjny sposób przy wartości obciążenia 10% masy ciała są istotnie statystycznie mniejsze od wartości wychwiał podczas prób z identycznym obciążeniem ale z plecakiem po przedniej stronie ciała. Taka zależność występuje przy wszystkich wartościach obciążenia w czasie badania z oczami otwartymi.

Zamknięcie oczu powoduje istotne zwiększenie wartości wychwiał dla prób z plecakiem z tyłu i obciążeniem 10% masy ciała i dla prób z plecakiem po stronie przedniej i obciążeniem 15% masy ciała. Podobne zmiany mające charakter trendu zachodzą w każdym położeniu plecaka i każdym obciążeniu.



Rys. 1 Rzuty OSC w poszczególnych próbach – oczy otwarte



Rys. 2 Rzuty OSC w poszczególnych próbach – oczy zamknięte

Legenda do rysunków:

● - próba „B”, ▲ - próba „PT”, ■ - próba „PP”

LITERATURA

- [1] Stefano Negrini, Alberto Negrini: Postural effects of symmetrical and asymmetrical loads on the spines of schoolchildren: Scoliosis, Number 1, Volume 2, 9 Jul 2007.
- [2] Karen Grimmer, Brenton Dansie, Steve Milanese, Ubon Pirunsan, Patricia Trott: Adolescent standing postural response to backpack loads: a randomised controlled experimental study: BMC Musculoskelet Disord., Number 1, Volume 3, 17 Apr 2002.
- [3] Pau M, Pau M.: Postural sway modifications induced by backpack carriage in primary school children: a case study in Italy.: Ergonomics, Volume 53, Jul 2010, s.872-81.
- [4] Rugelj D, Sevšek F.: The effect of load mass and its placement on postural sway.: Ergonomics, Volume 53, Jan 2010, s.56-64.
- [5] Mackie HW, Legg SJ.: Postural and subjective responses to realistic schoolbag carriage.: Ergonomics, Volume 51, Feb 2008, s.217-231.
- [6] Błaszczyk JW, Lowe DL, Hansen PD: Ranges of postural stability and their changes In the elderly. Gait & Posture, Volume 2, 1994, s. 11-17
- [7] Heler M.F., Challis J. Ch. Sharkey N.A: Changes in postural sway as a consequence of wearing a military backpack: Gait & Posture, Volume 30, July 2009, s. 115-117.
- [8] Daniel H.K. Chow, Monica L.Y. Kwok, Jack C.Y. Cheng, Miko L.M. Lao, Andrew D. Holmes, Alexander Au-Yang, Fiona Y.D. Yao and M.S. Wong: The effect of backpack weight on the standing posture and balance of schoolgirls with adolescent idiopathic scoliosis and normal controls.: Gait Posture, Volume 24, Oct 2006, s. 173-181.

## **THE ANALYSIS OF COMPENSATION PATTERNS OF ERECT STANDING POSTURE IN CHILDREN WITH BACKPACK LOAD**

Summary: Until now many researches about Children's postural response to backpack load were done. Research workers have already evaluated changes in the posturographic parameters, body posture, relationship between the size, location of the backpack and the quality of these changes etc. To broaden knowledge about that issue authors decided to do experiment which compares two situations: when backpack is placed at the back and in the front of the body. Such experiment may point out whether this two conditions determine different compensation patterns.