



The role of postural control in physical activity

Received: 31-01-2017 Dr hab. Małgorzata Matyja¹, mgr Joanna Dzierżęga²

Accepted: 7-02-2017

Published: 17-02-2017

1. Department of Physiotherapy of Nervous and Locomotor Systems, Academy of Physical Education in Katowice, Poland

2. School of Health Sciences in Katowice SUM, Department of Rehabilitation, Medical University of Silesia in Katowice (SHS in Katowice SUM, Department of Rehabilitation)

Abstract

Background:

Postural control concerns control of body position in space in two aspects:

1. stability that is understood as ability to maintain projection of center of gravity on support surface
2. orientation understood as proper relation of individual body segments towards each other and towards surrounding

In pediatric physiotherapy different term is used that constitute synonym of postural control – it is postural reflex mechanism of which the most important factor is postural tone

Aim of study: To determine relation between postural control and moderate physical activity in children ?

Material/Methods:

Method used in the study encompasses physiotherapeutic assessment of postural control before and after two weeks period of moderate physical activity. It included multi-sport activities (with prevalence of activities with use of water equipment), that stimulate postural control. 23 children (11 girls and 12 boys) aged 7-16 were examined. Their postural control was assessed with use of two parameters: size of postural tone (Postural Tone Coefficient) and body stabilization (Body Stabilization Test). Obtained results were processed statistically

Results:

After two weeks of moderate physical activity, parameters that concern postural control were improved. In the statistical analyze improvement appears to be statistically significant on the level of $p < 0,05$.

Conclusions:

Moderate physical activity influences postural control improvement.

Keywords:

postural control; stability of a body; postural tone; physical activity

Corresponding author

Word count: 1777

Tables: 12

Figures: 15

References: 12

Małgorzata Matyja

Department of Physiotherapy of Nervous and Locomotor Systems,
The Jerzy Kukuczka Academy of Physical Education in Katowice
40-065, Mikołowska 72B, Katowice, Poland.

m.matyja@awf.katowice.pl

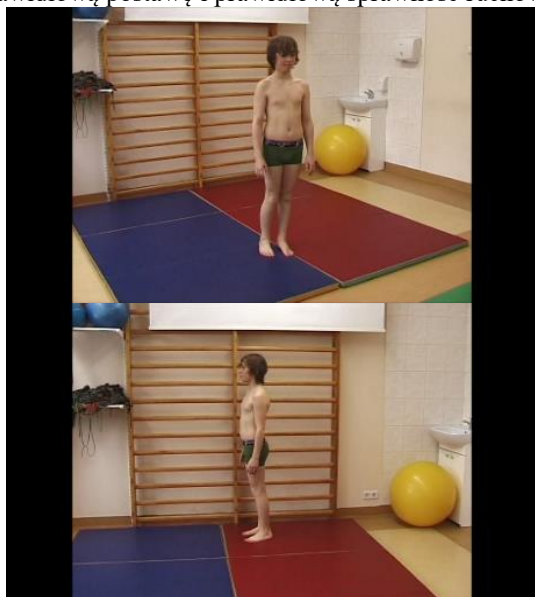
WSTĘP

Kontrola posturalna dotyczy kontroli pozycji ciała w przestrzeni w dwóch aspektach:

1. stabilności rozumianej jako zdolność utrzymania rzutu środka ciężkości na płaszczyznę podparcia
2. orientacji rozumianej jako właściwe relacje poszczególnych segmentów ciała względem siebie i względem otoczenia. [Shumway-Cook A., Woollacott M.H 2001]

W fizjoterapii pediatrycznej używane jest inne określenie stanowiące synonim kontroli posturalnej – mówi się tutaj o mechanizmie odruchu postawy, którego najważniejszą składową stanowi napięcie posturalne.

Napięcie posturalne (*postural tone lub tone*) według K. i B. Bobath to „zjawisko neurofizjologiczne, które w normalnych okolicznościach służy regulacji stopnia gotowości mięśni do utrzymania postawy przeciw sile grawitacji z jednoczesnym dostosowaniem napięcia mięśni do zmian postawy dla natychmiastowego wykonania ruchu” [Bobath K., Bobath B.: 1952; Howle J.M., 2007]. Dzieci z prawidłowym napięciem posturalnym mają prawidłową postawę i prawidłową sprawność ruchową.



Rycina 1. Prawidłowa postawa odzwierciedlająca prawidłowe napięcie posturalne

Według A. Shumway – Cook i M.Woollacott w podręczniku dotyczącym kontroli motorycznej napięcie posturalne to „wzmoczony poziom aktywności w mięśniach antygravitacyjnych, które pomagają utrzymać ciało w pionie przeciw sile grawitacji.” [Shumway-Cook A., Woollacott M.H, 2001]

Napięcie posturalne jest pojęciem występującym w obszarze terapii neurorozwojowej i stanowi zjawisko neurofizjologiczne zapewniające stabilizację ciała. W innych obszarach wiedzy, np. w piśmiennictwie dotyczącym sportu, w neurofizjologii i w fizjoterapii dorosłych - używane są określenia, które bezpośrednio odnoszą się do stabilizacji ciała: stabilizacja kompleksu

lędźwiowo-miednicznego [Richardson C., Hodges P.W., Hides J.: 2009], stabilność (core stability) [Elphinston J, 2016] czy też system stabilizacyjny [Panjabi M.M. 1992].

Dla odróżnienia - napięcie mięśniowe (tonus) – jest określane jako zdolność mięśni do przeciwdziałania skurczem biernemu rozciąganiu. [Prusiński A. 1989].

W kinezyterapii osób dorosłych prawidłowa stabilizacja postrzegana jest jako czynnik zabezpieczający przed zespołami bólowymi kręgosłupa [Richardson C., Hodges P.W., Hides J. 2009], a w sporcie jako czynnik zmniejszający ryzyko występowania urazów. [Elphinston J., Snider V., Wilkerson G. 2013]

Napięcie posturalne w dysfunkcjach układu nerwowego ulega obniżeniu (hipotonia posturalna), natomiast napięcie mięśniowe może ulegać zarówno hipotonii – wiotkość jak i hipertonii (np. sztywność czy spastyczność). Zmniejszone napięcie posturalne przejawia się obniżoną zdolnością do generowania stosownej siły mięśniowej niezbędnej do zapewnienia stabilności posturalnej. [Howle J.M. 2007].

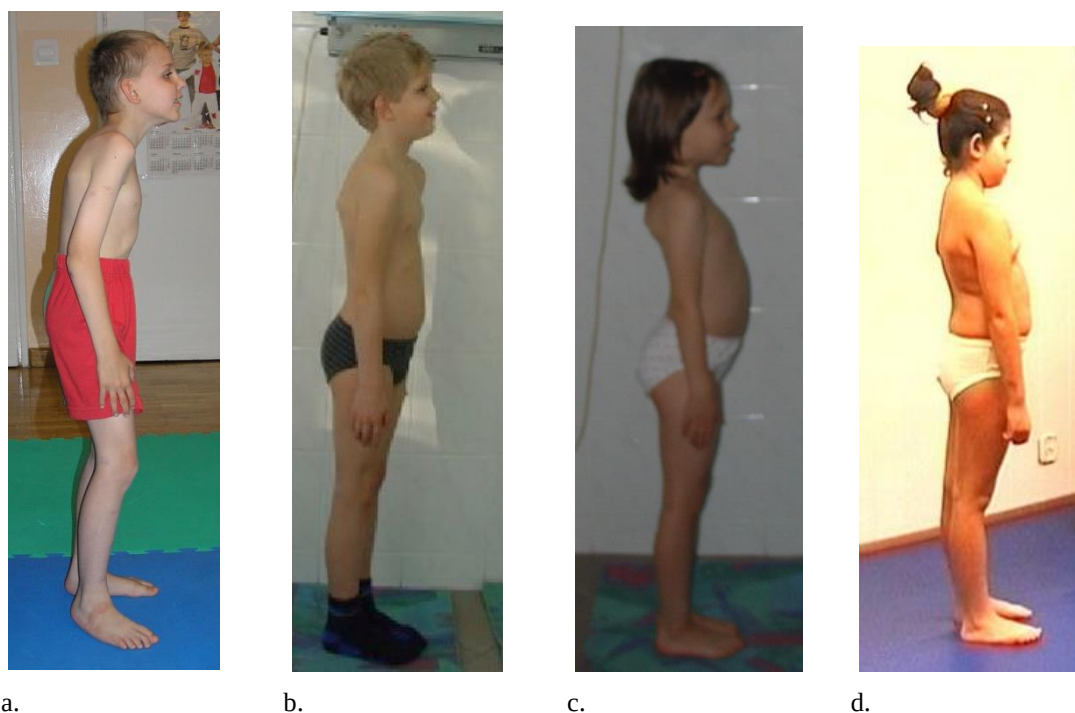
Niedobory napięcia posturalnego kompensowane są w sposób czynny lub bierny [Matyja M., Gogola A. 2011]. Kompensacje umożliwiają utrzymanie kontroli posturalnej ale ich konsekwencją są deformacje układu ruchu lub dolegliwości bólowe z powodu przeciążenia struktur nie przystosowanych do czynności stabilizacyjnych

Aktywność fizyczna określona jest jako ruch ciała wygenerowany przez skurcze mięśni szkieletowych, która wzmacnia wydatkowanie energii powyżej podstawowego poziomu. Zaplanowana, zorganizowana i powtarzalna aktywność fizyczna ma na celu poprawę lub utrzymanie jednej lub większej ilości cech sprawności fizycznej [Caspersen C.J., Powell K.E., Christenson G.M. 1985]. Sprawność fizyczna została zdefiniowana jako zdolność do wykonywania codziennych zadań z wigorem i żwawością bez nadmiernego zmęczenia i z dostateczną energią pozwalającą na radość z czasu, na relaks i radzenie sobie z nieprzewidzianymi wydarzeniami [Park R.J, 1989]. Stąd sprawność fizyczna obejmuje wydolność układu krążenia, wytrzymałość, siłę, szybkość, gibkość, zwinność, równowagę, czas reakcji i budowę ciała [United States. Public Health Service, 1996].

Relacje między napięciem posturalnym (stabilizacją ciała) u dzieci a aktywnością i sprawnością fizyczną nie są opisywane w piśmiennictwie.

Doświadczenie autorów w zakresie fizjoterapii pediatrycznej wskazuje, iż można je rozpatrywać w kilku wariantach:

1. Jeśli napięcie posturalne jest prawidłowe – dziecko jest sprawne fizycznie.
2. Jeśli napięcie posturalne jest obniżone:
 - a. dziecko może osiągać pozytywne wyniki sportowe, ale może odczuwać dolegliwości bólowe kręgosłupa
 - b. dziecko jest mało sprawne fizycznie



Rycina 2. Cechy kompensacji czynnej (a, b) i biernej (c, d)

Aby przybliżyć relacje między napięciem posturalnym i aktywnością fizyczną przeprowadzono badania nad kontrolą posturalną u dzieci z wadami postawy, które w okresie wakacji uczestniczyły w dwutygodniowym multisportowym szkoleniu z przewagą dyscyplin wodnych uzupełnionym stretchingiem przykurczonych mięśni. Zajęcia wodniackie miały za zadanie stymulowanie kontroli środka ciężkości a więc angażowanie napięcia posturalnego, zaś stretching pozwalał na rozciąganie napiętych (i skróconych) kompensacyjnie grup mięśniowych.

Celem badań było określenie czy dwutygodniowa umiarkowana aktywność fizyczna ma wpływ na stabilizację ciała u dzieci z wadami postawy.

W pracy postawiono następujące pytania badawcze:

1. Czy istnieje statystycznie istotna różnica między parametrami napięcia posturalnego i jego rozkładu przed i po okresie zwiększonej aktywności fizycznej
2. Czy istnieje statystycznie istotna różnica między stabilizacją ciała przed i po okresie zwiększonej aktywności fizycznej
3. Czy istnieje istotna statystycznie różnica w zakresie wielkości napięcia posturalnego między dziećmi aktywnymi i nieaktywnymi przed i po okresie zwiększonej aktywności fizycznej
4. Czy istnieje istotna statystycznie różnica w zakresie stabilizacji ciała między dziećmi aktywnymi i nieaktywnymi przed i po okresie zwiększonej aktywności fizycznej.

MATERIAŁ I METODYKA

Material

Zbadano 23 dzieci z wadami postawy w wieku 7 - 16 lat uczestniczących w okresie wakacyjnym w dwutygodniowym multisportowym szkoleniu z przewagą dyscyplin wodnych.

Tabela. 1 . Wiek badanych

Przedziały wiekowe	Wiek				
	Średnie	Ważnych	Odch. std	Min	Maks
7-10 lat	9,17	12	1,11	7	10
11-13 lat	12,75	4	0,50	12	13
14-16 lat	14,86	7	0,69	14	16
Ogół grup	11,52	23	2,76	7	16

W badaniach uczestniczyło 11 dziewcząt i 12 chłopców. Większość badanych miała wskaźnik masy ciała (BMI) w normie. Większość badanych miała prawidłową masę ciała, dwoje miało niedowagę i dwoje nadwagę.

Dzieci oceniano także w aspekcie ich dotychczasowej aktywności fizycznej jako aktywne – gdy uprawiały sport i jako nieaktywne – gdy nie uprawiały sportu w okresie poprzedzającego badanie roku szkolnego. Przeważały dzieci określone jako nieaktywne: 14 osób (60, 87%).

Tabela. 2. Płeć badanych

pleć	7-10 lat	11-13 lat	14-16 lat	Razem
m	3	3	6	12
%kolumny	25,00%	75,00%	85,71%	
%wiersza	25,00%	25,00%	50,00%	
%ogółu	13,04%	13,04%	26,09%	52,17%
k	9	1	1	11
%kolumny	75,00%	25,00%	14,29%	
%wiersza	81,82%	9,09%	9,09%	
%ogółu	39,13%	4,35%	4,35%	47,83%
Ogół	12	4	7	23
%ogółu	52,17%	17,39%	30,43%	100,00%

Tabela. 3. Wskaźnik masy ciała badanych

Wiek	7-10 lat	11-13 lat	14-16 lat	Razem
Centyle				
< 5 C	2	0	0	2
%kolumny	16,67%	0,00%	0,00%	
%wiersza	100,00%	0,00%	0,00%	
%ogółu	8,70%	0,00%	0,00%	8,70%
5 - 85 C	9	3	7	19
%kolumny	75,00%	75,00%	100,00%	
%wiersza	47,37%	15,79%	36,84%	
%ogółu	39,13%	13,04%	30,43%	82,61%
> 85 C	1	1	0	2
%kolumny	8,33%	25,00%	0,00%	
%wiersza	50,00%	50,00%	0,00%	
%ogółu	4,35%	4,35%	0,00%	8,70%
Ogół	12	4	7	23
%ogółu	52,17%	17,39%	30,43%	100,00%

Tabela. 4. Aktywność sportowa badanych

Aktywność sportowa	7-10 lat	11-13 lat	14-16 lat	Razem
N	7	3	4	14
%kolumny	58,33%	75,00%	57,14%	
%wiersza	50,00%	21,43%	28,57%	
%ogółu	30,43%	13,04%	17,39%	60,87%
A	5	1	3	9
%kolumny	41,67%	25,00%	42,86%	
%wiersza	55,56%	11,11%	33,33%	
%ogółu	21,74%	4,35%	13,04%	39,13%
Ogół	12	4	7	23
%ogółu	52,17%	17,39%	30,43%	100,00%

Metoda

Metoda zastosowana w pracy obejmowała fizjoterapeutyczną ocenę kontroli posturalnej przed i po okresie umiarkowanej aktywności fizycznej, na którą składały się zajęcia o charakterze multisportowym.

Metoda diagnostyczna

Kontrolę posturalną oceniano dwoma sposobami wykorzystując:

1. Współczynnik Wielkości Napięcia i Współczynniki Rozkładu Napięcia charakteryzujące rodzaj występującej u dziecka kompensacji [M. Matyja 2012]
2. Test stabilizacji obejmujący różne aktywności, które zazwyczaj sprawiają dzieciom trudności w przypadku obniżenia napięcia posturalnego [Matyja M., Gogoła A. 2015]

Powyższe cechy oceniano dwukrotnie (przed i po okresie stosowania umiarkowanej aktywności fizycznej)

Ad 1. Współczynnik Wielkości Napięcia Posturalnego Algorytm Współczynnika Wielkości Napięcia (WWN) jest ilorazem sumy znormalizowanych wartości cech i ich liczby. Współczynnik ten stanowi wartość średnią znormalizowanych wartości cech wybranych w teście rzetelności *alfa Cronbacha* i ich liczby równej 21. [Matyja M. 2012]. Współczynniki Rozkładu Napięcia: WWN- spasto i WWN-ateto obejmują odpowiednio 16 lub 5 cech charakterystycznych dla kompensacji czynnej i biernej. Wartości współczynników napięcia zawierają się w przedziale od 0 do 1. Im bliższy wartości 0, tym bardziej prawidłowe napięcie posturalne.

Ad 2. Test stabilizacji

Zawiera ocenę 15. różnych aktywności, które sprawiają dzieciom trudności wykonawcze w przypadku obniżonego napięcia posturalnego. [Matyja M., Gogoła A. 2015] Aktywności te oceniane są w różnych pozycjach ciała i punktowane w systemie 0 - 1 w zależności od sposobu wykonania:

- 0 pkt – wykonanie prawidłowe bez cech kompensacji
- 1 pkt – brak możliwości wykonania lub wykonanie nieprawidłowe, z cechami kompensacji

Pozycja supinacyjna

1. Ocena siły mięśni poprzecznych brzucha
2. Rozdzielenie kończyn dolnych i miednicy

Pozycja boczna

3. Kontrola miednicy w płaszczyźnie czołowej podczas zginania i prostowania kończyny dolnej w stawie biodrowym
4. Kontrola miednicy podczas siadania
5. Kontrola miednicy w siadzie (subiektywna)
6. Kontrola miednicy w siadzie (obiektywna)

Pozycja klęczna

7. Siadanie bokiem z klęku prostego
8. Wstawanie z siadu bokiem
9. Wstawanie z klęku jedno nogi



Rycina 3. Wzór współczynnika Wielkości Napięcia Posturalnego [Matyja M. 2012]
Współczynniki Rozkładu Napięcia:



Rycina 4. Wzór Współczynnika Wielkości Napięcia Spastoidalnego charakteryzującego kompensację czynną [Matyja M. 2012]



Rycina 5. Wzór Współczynnika Wielkości Napięcia Atetoidalnego charakteryzującego kompensację bierną [Matyja M. 2012]

Pozycja stojąca

10. Jakość reakcji równowagi w przód
11. Jakość reakcji równowagi w tył
12. Dysocjacja kończyn dolnych (unoszenie KD w staniu przy ścianie)
13. Przysiad
14. Stanie na jednej nodze
15. Podskoki jednoonóż (5 w miejscu)

Metoda stymulowania aktywności fizycznej

W trakcie pobytu na turnusie dzieci uczestniczyły codziennie przez 6 godzin w następujących zajęciach ruchowych:

1. Ogólnorozwojowa gimnastyka poranna na plaży zawierająca elementy stretchingu funkcjonalnie skróconych globalnych grup mięśniowych kończyn oraz tułowia wpływająca na poprawę elastyczności i siły mięśniowej
2. Windsurfing
3. Stand-up-paddle (SUP) – wyporna deska z długim wiosłem, jedna z nowszych i dynamicznie rozwijających się dyscyplin sportów wodnych, odpowiednia dla osób w każdym wieku bez względu na kondycję fizyczną
4. Wakeboard - to rozwinięta forma narciarstwa wodnego, gdzie dwie narty zostały zamienione na jedną dużą
5. Skimboard - deska ze sklejki, na którą wskakuje się, by płynąć w ślizgu wzdłuż brzegu
6. Żeglarsztwo – w formie lekkiej, najmniejszej monotypowej łodzi żaglowej klasy *cubec*
7. Kajak – wersja morska, stabilna z otwartym kadłubem tzw. *sit on top*
8. Slackline – forma treningu równowagi oraz chodzenia po 5cm taśmie rozciągniętej np. między drzewami
9. Rowery i rolki – trening uzupełniający o umiarkowanej intensywności



Rycina 6. Przykładowe ćwiczenia na plaży



Rycina 7. Windsurfing – klasyczna deska z żaglem



Rycina 8. Stand-up-paddle (SUP)



Rycina 9. Wakeboard



Rycina 10. Skimboard



Rycina 11. Żeglarstwo



Rycina 12. Kajaki



Rycina 13. Slackline



Rycina 14. Rowery

Metody oceny statystycznej

Dla zmiennych typu skali przedziałowej lub ilorazowej obliczono podstawowe parametry statystyczne (średnia, mediana, odchylenie standardowe, wartości ekstremalne), oraz zweryfikowano zgodność z rozkładem normalnym (test Shapiro-Wilka). W przypadku zgodności z rozkładem normalnym dla porównań między badaniem początkowym i końcowym zastosowano test t-Studenta dla prób powiązanych, lub analizę wariancji dla powtarzanych pomiarów weryfikując także wpływ czynnika grupującego (np. aktywność sportowa). Wymaganą w tym przypadku jednorodność wariancji weryfikowano testem Levena. W analizie post hoc zastosowano test Bonferroniego.

Dla zmiennych typu skali porządkowej lub przedziałowej nie spełniających warunku normalności rozkładu, w celu porównania wyników badania początkowego i końcowego zastosowano test Wilcoxon.

Dla zmiennych jakościowych (kategorialnych) wyznaczono rozkłady liczebności, oraz rozkłady procentowe. W celu porównania wartości procentowych w badaniu początkowym i końcowym w poszczególnych kategoriach zastosowano test wskaźnika struktury.

WYNIKI

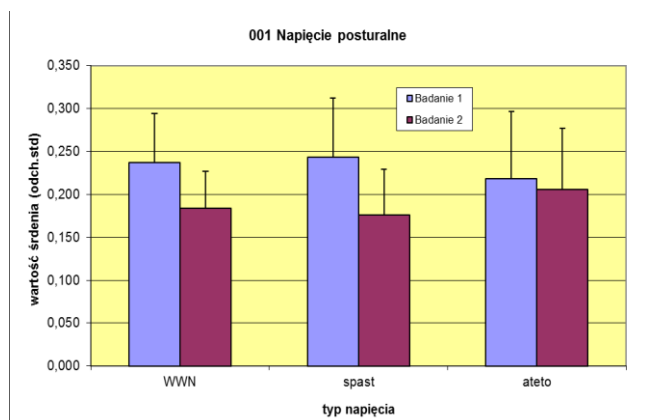
Uzyskane wyniki przedstawiono w formie odpowiedzi na pytania badawcze:

Ad 1. Różnica między parametrami napięcia posturalnego i jego rozkładu przed i po okresie zwiększonej aktywności fizycznej

Uzyskane wyniki ilustruje tabela 5 oraz rycina 15.

Tabela. 5. Średnie i odchylenia standardowe WWN oraz WWN-spasto i WWN-ateto

	N	Średnia	Sd	Średnia	Sd
	ważnych				
WWN	23	0,237	0,057	0,184	0,043
spast	23	0,243	0,069	0,176	0,053
ateto	23	0,218	0,078	0,206	0,071



Rycina 15. Porównanie wartości współczynników napięcia posturalnego

Wartości wszystkich współczynników zmniejszyły się. Oznacza to poprawę w zakresie napięcia posturalnego. Poprawa ta w zakresie wielkości napięcia posturalnego WWN (tab. 7) oraz napięcia kompensacyjnego WWN-spasto jest istotna statystycznie. (tab. 8) na poziomie $p < 0,05$. Różnica między współczynnikami atetoidalnego typu kompensacji przed i po okresie zwiększonej aktywności fizycznej nie jest istotna statystycznie; $p > 0,05$ (tab. 9).

Ad 2. Różnica między stabilizacją ciała przed i po okresie treningu Różnica w zakresie wyników testu stabilizacji przed i po okresie obserwacji jest istotna statystycznie: $p = 0,00006$ więc $p < 0,05$. Oznacza to poprawę stabilizacji ciała po dwutygodniowym okresie treningu.

Tabela. 7. Statystyczna istotność różnic między współczynnikiem napięcia posturalnego WWN w badaniu początkowym i końcowym.

	Średnia	Odch.st.	Ważnych	Różnica	Odch.st. Różnica	t	df	p
WWN1	0,237	0,057						
WWN2	0,184	0,043	23	0,053	0,044	5,785	22	0,00001

Tabela. 8. Statystyczna istotność różnic między współczynnikiem napięcia posturalnego WWN - spasto w badaniu początkowym i końcowym.

	Średnia	Odch.st.	Ważnych	Różnica	Odch.st. różnica	t	df	p
spast1	0,243	0,069						
spast2	0,176	0,053	23	0,067	0,053	6,067	22	0,00000

Tabela. 9. Brak statystycznie istotnej różnicy między WWN-ateto w badaniu początkowym i końcowym.

	Średnia	Odch.st.	Ważnych	Różnica	Odch.st. różnica	t	df	p
ateto1	0,218	0,078						
ateto2	0,206	0,071	23	0,013	0,071	0,844	22	0,40793

Tabela. 10. Analiza porównawcza testu stabilizacji ciała przed i po okresie dwutygodniowego treningu

	N ważnych	Średnia	ufność	ufność	Mediana	Minimum	Maksimum
Badanie 1	23	7,870	-95,00%	95,00%	9	2	13
Badanie 2	23	4,000	95,00%	-95,00%	4	1	7

Ad 3. Różnice w zakresie wielkości napięcia posturalnego między dziećmi aktywnymi i nieaktywnymi przed i po okresie treningu wakacyjnego

Nie stwierdzono różnicy statystycznie istotnej w wielkości napięcia posturalnego między dziećmi aktywnymi i nieaktywnymi fizycznie (ocena w analizie post hoc testem Bonferroniego). Można stwierdzić tylko różnicę statystycznie istotną dla każdej grupy

między badaniem I i II. Oznacza to, że fakt aktywności sportowej badanych w okresie szkolnym nie różnicował ich w zakresie wielkości napięcia posturalnego.

Ad 4. Różnica w zakresie testu stabilizacji ciała między dziećmi aktywnymi i nieaktywnymi przed i po okresie treningu

Tabela. 11. Analiza porównawcza wielkości napięcia posturalnego u dzieci aktywnych i nieaktywnych sportowo

Akt. Sport.		Badanie	1	2	3	4
1	N	WWN1		0,00108	1,00000	0,03702
2	N	WWN2	0,00108		0,39257	1,00000
3	A	WWN1	1,00000	0,39257		0,01674
4	A	WWN2	0,03702	1,00000	0,01674	

Tabela. 12. Różnica w zakresie testu stabilizacji ciała między dziećmi aktywnymi i nieaktywnymi przed i po okresie treningu

Akt. Sport.		Badanie	1	2	3	4
1	N	Test_stab1		0,00006	0,18590	0,00015
2	N	Test_stab2	0,00006		0,52380	1,00000
3	A	Test_stab1	0,18590	0,52380		0,04515
4	A	Test_stab2	0,00015	1,00000	0,04515	

Nie stwierdzono różnicy statystycznie istotnej w teście stabilizacji ciała między dziećmi aktywnymi i nieaktywnymi fizycznie (ocena w analizie post hoc testem Bonferroniego). Podobnie jak w przypadku współczynnika WWN - można stwierdzić tylko różnicę statystycznie istotną dla każdej grupy między badaniem I i II.

Przeprowadzone badania wykazały, iż aktywność fizyczna ukierunkowana na poprawę kontroli posturalnej wpłynęła na poprawę większości ocenianych parametrów.

WNIOSKI

1. Kontrola posturalna badanych dzieci oceniana poprzez współczynniki napięcia posturalnego i test

stabilizacji ciała w przebiegu dwutygodniowego treningu o umiarkowanej aktywności fizycznej uległa poprawie;

2. Poprawę istotną statystycznie odnotowano w zakresie:

- Współczynnika Wielkości Napięcia (WWN)
- Współczynnika Wielkości Napięcia Spastoidalnego WWN-spasto
- Testu stabilizacji ciała;

3. Nie odnotowano poprawy istotnej statystycznie w zakresie Współczynnika Wielkości Napięcia Atetoidalnego (WWN-ateto);

4. Na poprawę kontroli posturalnej nie miała wpływu aktywność sportowa w okresie poprzedzającym trening wakacyjny - zarówno w zakresie współczynnika wielkości napięcia posturalnego jak i w zakresie testu stabilizacji ciała.

REFERENCES

- Bobath K, Bobath B. A treatment of cerebral palsy based on the analysis of the patient's motor behavior. Br. J. Phys. Med. 1952; 15 (5): 107-117
- Caspersen C.J, Powell K.E, Christenson G.M. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. Public Health Rep. 1985; 100 (2): 126-131
- Elphinston J. Stabilność, sport oraz wydajność ruchowa. WSEiT, Poznań, 2016
- Elphinston J, Snider V, Wilkerson G. Core stability and lower extremity injury risk. Lower extremity review, 2013
- Matyja M. Neurorozwojowa analiza wad postawy ciała u dzieci i młodzieży. Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach. - Katowice: Wyd. AWF, 2012
- Matyja M, Gogola A. Analiza wzorców motorycznych u dzieci w aspekcie jakości postawy ciała Standardy Medyczne. Pediatria. - T. 12, nr 3, 2015, s. 106-111
- Howle J.M. Neuro-developmental treatment approach, theoretical foundations and principles of practice. Laguna Beach: Neuro-Developmental Treatment Association, 2007
- Panjabi M.M. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. J. Spinal Disord. 1992; 5 (4): 383-389

9. Prusiński A. Podstawy neurologii klinicznej. Wyd. 5 popr. i uzup. Warszawa: PZWL, 1989
10. Richardson C, Hodges P.W, Hides J. Kinezyterapia w stabilizacji kompleksu lędźwiowo-miednicznego. Wrocław: Elsevier Urban & Partner, 2009
11. Shumway-Cook A, Woollacott M.H. Motor control: theory and practical applications. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001
12. United States. Public Health Service. Office of the Surgeon General: Physical activity and health: a report of the Surgeon General. Atlanta: US Department of Health and Human Services, 1996