

## Original research papers

---

# BODY BALANCE IN CHILDREN AGED 11-13 YEARS AND THE PROCESS OF PHYSICAL EDUCATION

## *Body balance in children*

KAZIMIERZ KOCHANOWICZ, EWA KUCHARSKA

*Jędrzeja Śniadeckiego Academy of Physical Education and Sports in Gdańsk,  
Chair of Individual Sports, Sports Theory and Human Motoricity Department*

Mailing address: Kazimierz Kochanowicz, Academy of Physical Education and Sports,  
1 Kazimierza Górskiego Street, 80-336 Gdańsk, tel.: +48 58 5547317, fax: +48 58 5522911,  
e-mail: kochk@awf.gda.pl

**Abstract: Introduction.** The purpose of this research was to improve the process of physical education through the use of specific physical exercises aimed at shaping the balance of the body as a factor in the coordination behaviour of children. **Material and methods.** We tested the static and dynamic balance of the body of 227 students, children aged 11-13 using motor coordination tests carried out in schools and the laboratory. **Results.** It was found that test results obtained by children from the experimental group after introducing specific exercises during physical education lessons, significantly improved following the half-year experiment comparing to control group. **Conclusions.** The results confirmed that it would be appropriate to add the proposed exercises to the curriculum in schools. In light of the results, one should highlight the need for further research towards improving the process of physical education through the use of specific physical exercises aimed at shaping body balance of children at all ages.

**Key words:** body balance, coordination exercises

### Introduction

Motion is one of the manifestations of human activity, which reveals the full variety of their personality. It is conditioned by the efficiency of the control and regulation system. On the one hand this system provides regulation of free the movements of a person, and on the other hand, it allows for control of the posture and maintaining of balance.

Various forms of motor activity play an essential role in the process of physical education. Therefore, quite often one uses patterns derived from sports training of children and youth in order to spice up the lessons, develop interest in sport and increase the intensity of activities of recreational and health related nature.

The purpose of physical education is to ensure comprehensive and harmonious development of children and youth by developing and consolidating their psychomotor abilities as well as gaining the skills and experience useful in sport and recreation including everyday life, which despite the comforts of civilisation requires more and more effort.

Problem taken on by many authors include the coordination abilities as an important element in stabilising the proper functioning of human motor activity [1, 2, 3, 4, 5]. Apart from the coordination function the effectiveness of a wide range of motor reactions carried by humans throughout life, in the process of maintaining a stable posture, is affected by the balance analysers [6, 7, 8, 9]. The ability to balance the body is subject of frequent discussions. Scientific disputes mainly relate to the dynamics of shaping the balance in the process of ontogeny as

well as dimorphic differences [10, 11]. The optimally coordinated action of receptors of sight, deep feeling, central and peripheral nervous system, vestibular system, passive and active motion and neuromuscular system affecting the level of balance, is subjected to both, influence of the biological and genetically determined development as well as the influence of external factors [12, 13, 14, 15].

Correct understanding of individual properties and development opportunities allows for safe and optimal shaping of the motor side of humans. The above raised problems are closely linked to the subject matter undertaken by our research, aimed at improving the process of physical education through the use of specific physical exercises aimed at shaping balance of the body as a factor in the coordination behaviour of children.

### Material and methods

The study covered 227 students aged 11-13, including 65 girls and 48 boys in the experimental groups and 53 girls and 61 boys in the control groups from the Complex of Primary and Lower Secondary Schooling in Kolbudy. The age of the respondents is characterised by the ability of concentration, leading to more economic of movement, the quality of locomotive movements, spatial and temporal differentiation of motor tasks, sporting competitions.

In the 2004/2005 school year each class realised approximately 136 hours of physical education. Children aged 11-13

included in the experimental program pursued the same curriculum as other students, but it was enriched with additional coordination exercises. They were used in every introductory part of physical education classes in the summer semester. Each time before the classes. Physical education teachers in charge of the experimental groups, received sets of exercises prepared by the supervisor of the experiment. Differences between them included the difficulty of elements performed, so it was important to draw attention to the principle of gradation of difficulty. The time spent on their implementation during each lesson was the same (about 10 min.), while the number of exercises that were implemented during a lesson depended on the degree of difficulty and the possibility of their implementation by each individual student. When constructing the sets of exercises, it was ensured that they were diverse in terms of forms of conduct. They can be divided into the following groups:

- static exercises (standing on one leg, front weights, exercises performed in a squatting);
- dynamic exercises (agility runs, runs with the change of pace and direction of motion, variable leaps, jumps);
- exercises with the use of accessories (balls, gymnastic sticks);
- exercises with partners (in pairs, in rows);
- exercises performed on unstable ground, and in variable conditions (on gymnastics benches, medicine balls, mattresses, grassy school playground);
- exercises with a turnover in the longitudinal axis of the body (jumps with revolution of 360, 270 and 180 degrees) and lateral axis (revolutions in the front and rear);
- exercises with music (simple forms of choreography).

The tests included evaluation of static balance of students on the tensometric platform. The method for assessing body balance based on the classic Romberg test – referred to as posturography, was used [16, 17]. This is a method of evaluation of a person’s centre of gravity, with the tested person standing on the platform recording the pressure of their feet on the ground. Sensors placed in the corners of the platform record the movement of the centre of gravity in the sagittal and transverse axes. As a result, we obtain a graph referred to as stabilogram and image projection of gravity on the base plane, i.e. statokinesigram. This measurement is very simple and completely non invasive.

The aim of the Romberg’s test is to maintain the balance of the body at rest. The tested person stands upright with feet joined (both the heels and toes should touch each other) with eyes closed. Eye closure is intended to exclude the sense of sight, which also contributes to maintaining balance. In this

situation, a healthy person with a properly functioning balance system should maintain of vertical posture. Shaking or falling in a particular direction occurs in the case of disorders in body stabilisation.

In the case of our study, we used a test in which the tested person assumed a free standing position with eyes open. Tests were repeated twice and for the purpose of analysis, subsequent conclusions and the study we chose developed surface area (mm<sup>2</sup>), subject to the procedures for testing and compilation of data. Then the tested subjects performed three attempts used for the evaluation of dynamic balance derived from a motor abilities test known in American literature as “Iowa Brace Test” [18]. These included: jump with revolution of 360° with landing on the spot of bouncing (arms to the sides), 5 hops back on one leg with eyes closed (arms on hips), and 3 combined tumbles forward starting from supported squat. The students were assessed for each attempt, with scoring being on a scale of 0 (minimum estimate) to 10 (maximum points).

**Test results**

The analysis of test results showed that children in the experimental group obtained better results (p≤0.01 and p≤0.001) in each age group half a year after the experiment consisting of performance of additional coordination exercises (Tab. 1). In every case in the second test, the children from this group, in each of the three attempts of dynamic balance obtained the highest possible number of points.

In most cases the subjects in the control group improved their performance, but in many cases these were small, statistically insignificant results (Tab. 2). It also happened that the results did not change or were even weaker than those obtained in the first test (12-year-old boys in the attempt consisting of 3 combined tumbles forward starting from supported squat had lower scores by about 5%).

Based on the previous study of qualitative criteria for assessing the level of body balance of gymnasts, the same terms for these studies were adopted. To determine the level of body balance of children in qualitative criteria the following terms were used: “high level”, “above average”, “medium”, “below average” and “low”. As a starting point for constructing a qualitative scale, it was assumed that the value from 0 to 20 points on the scale would indicate low level, 20-40 points “below average”, 40-60 points “medium” level. “Above average” level was obtained by respondents scoring 60-80 points, and “high” for points 80 and more.

**Table 1.** Changes in body balance of girls from the experimental group – in the static and dynamic attempts

No.	Parameters (measurement units)	Age of the tested subjects (years)	Test I			Test II			Difference			
			M	sd	V%	M	sd	V%	mm	%	t	p
1	Area of developed surface (mm <sup>2</sup> ) - eyes open	11 (n=23)	324	127.3	39.3	205	76.6	37.4	119	36.7	3.7	.001
		12 (n=24)	248	138.5	55.8	172	85.7	49.8	76	30.6	2.7	.01
		13 (n=18)	230	124	53.9	183.5	123.4	67.3	46.5	20.2	1.2	0.2
2	jump with revolution of 360° with landing on the spot of bouncing - arms to the sides (points)	11 (n=23)	8	1.3	15.8	9	0.8	9	1	11.1	4.4	.001
		12 (n=24)	8	0.7	9	9	0.7	8.2	1	11.1	3.5	.001
		13 (n=18)	7	1.5	21.3	9	1.5	16.2	2	22.2	2.6	.01
3	5 hops back on one leg with eyes closed - arms on hips (points)	11 (n=23)	8	0.7	8.8	9	0.7	8.1	1	11.1	4.9	.001
		12 (n=24)	7.5	0.9	11.9	8.5	0.8	10.1	1	11.8	4.1	.001
		13 (n=18)	6.5	1.5	22.5	8	1.2	14.8	1.5	18.7	3.1	.001
4	3 combined tumbles forward starting from supported squat (points)	11 (n=23)	7	1.6	23.3	8	1	13	1	12.5	3.2	.01
		12 (n=24)	7	1.3	19.1	8	1.3	15.8	1	12.5	3.5	.001
		13 (n=18)	6.5	2.2	33.5	8	1.5	19.3	1.5	18.7	2.2	.05

**Table 2.** Changes in body balance of girls from the control group – in the static and dynamic attempts

No.	Parameters (measurement units)	Age of the tested subjects (years)	Test I			Test II			Difference			
			M	sd	V%	M	sd	V%	mm	%	t	p
1	Area of developed surface (mm <sup>2</sup> ) - eyes open	11 (n=22)	221.5	135.1	61	223	96.1	43.1	1.5	0.7	.10	.91
		12 (n=13)	112	70	62.5	119	106	89	7	5.9	1.2	.22
		13 (n=18)	235.3	217.9	93	148.2	87.9	59.3	87.1	37	1.4	.16
2	jump with revolution of 360° with landing on the spot of bouncing - arms to the sides (points)	11(n=22)	6.5	1.3	20	7.5	1	13.3	1	13.3	3	.01
		12 (n=13)	7	0.8	11.4	8	1.2	15	1	12.5	1.5	0.1
		13 (n=18)	5	2.3	46	6	1.4	23.3	1	17	2.2	.05
3	5 hops back on one leg with eyes closed - arms on hips (points)	11(n=22)	7	1.1	15.7	8	0.9	11.2	1	12.5	0.9	0.4
		12 (n=13)	7	0.8	11.4	8	0.5	6.2	1	12.5	1.4	0.1
		13 (n=18)	7.5	0.8	11	8	0.7	8.7	0.5	6.2	0.9	0.4
4	3 combined tumbles forward starting from supported squat (points)	11(n=22)	6.5	2.7	41.5	7	2.2	31.4	0.5	7.1	1.1	0.3
		12 (n=13)	7	2.6	37.1	6	2.5	41.7	1	14.3	0.1	0.9
		13 (n=18)	6.5	1.3	20	7	1.6	22.8	0.5	7.1	0.9	0.4

**Table 3.** Assessment of the level of balance of children aged 11-13 years in terms of qualitative criteria

Testy	Group	percentage of subjects gaining individual qualitative scores									
		high		above average		average		below average		low	
		test I	test II	test I	test II	test I	test II	test I	test II	test I	test II
surface area - eyes open	EXP. GIRLS	4	13	23	38	47	45	26	4	-	-
	CONT. GIRLS	21	18	40	21	28	53	11	8	-	-
	EXP. BOYS	2	19	21	34	49	36	28	11	-	-
	CONT. BOYS	2	3	36	34	47	47	15	16	-	-
Jump with 360° revolution	EXP. GIRLS	20	65	38	21	30	11	12	3	-	-
	CONT. GIRLS	-	2	27	60	35	29	31	9	7	-
	EXP. BOYS	11	44	30	28	38	19	19	9	2	-
	CONT. BOYS	-	2	15	17	38	54	46	24	1	3
5 jump backwards (eyes closed)	EXP. GIRLS	7	35	28	34	49	29	16	2	-	-
	CONT. GIRLS	6	2	23	18	43	52	28	22	-	6
	EXP. BOYS	9	14	19	17	56	55	16	12	-	2
	CONT. BOYS	1	1	9	14	56	58	32	26	2	1
3 combined tumbles forward	EXP. GIRLS	19	40	18	29	50	25	11	6	2	-
	CONT. GIRLS	17	18	29	25	31	34	8	10	15	13
	EXP. BOYS	16	37	19	20	48	35	15	8	2	-
	CONT. BOYS	2	2	11	18	46	47	34	30	7	3

The above described scales of assessment the body balance function based on the developed surface area with eyes open (mm<sup>2</sup>), and the results of tests taken from the Iowa Brace Test (point) enable us to performs quantitative and qualitative assessment.

Thanks to these criteria of evaluation it is easy to observe changes in the level of the body balance of the tested subjects. It provides an opportunity to capture differences in the results obtained by children covered by the experimental program. Results of the second test in this group, both girls and boys, significantly improve the score from “average” or “below average” to “high” and “above average”. The results in Table 3 show the percentage of people in the group who receive the results of a certain quality level (high, medium, low). The above proposed procedure provides the possibility of using it in practice, thanks to which one can easily determine the level of body balance of every child in the school environment.

Analysis of the figures presented in the Tables arises a general perception of high impact of the applied special physical exercises. Children from the group participating in the experiment consisting of performing of additional coordinating exer-

cises significantly improve their body balance. The positive impact of the exercises is noticeable mainly due to the comparison of the results obtained by the experimental group with the control group of children, who did not perform these exercises, and the results achieved by it are inferior to those obtained by the compared study group.

**Discussion**

Analysis of results allows us to expand the existing knowledge concerning the shaping of the body balance function of children in the process of physical education through comprehensive exercises with a complex pattern of movement. The high correlation between the balance function of the analyser and performance indicators of teaching exercises with a complex pattern of movement was previously discussed by Bretz [6], Bołoban [2], Bołoban and Mistułowa [12]. This fact might indicate that it is beneficial to develop body balance in children and adolescents through specific physical exercises. This is also confirmed by findings of our own. Analysis of the figures

presented in the Tables arises a general perception of high impact of the applied special physical exercises. Children from the group participating in the pedagogical experiment consisting of performing of additional coordinating exercises significantly improve their body balance. The positive impact of the exercises is noticeable mainly due to the comparison of the results obtained by the experimental group with the control group of children, who did not perform these exercises, and the results achieved by it are inferior to those obtained by the compared study group. In the posturographic test the most visible, important differences involved the parameter of developed surface area (mm<sup>2</sup>). This indicator is most often used to assess the balance of the body according to the method of statokinesiometric tests used by various authors [2, 12]. Kruczowski [19] identified a high correlation coefficient between the parameter of the developed surface area (mm<sup>2</sup>) and all other parameters of the measurements carried out according to this method. The above-presented own research results also indicate the lack of clear differences in the level of body balance between girls and boys. The small extent of sexual dimorphism in the level of most of coordination capabilities, including body balance is reported by many authors [9, 10, 11]. The results obtained by children aged 11-13 under statokinesiometric test conditions lasting 32 seconds, differ from those obtained in three equivalent attempts. The noticeable deterioration in the posturographic test results may suggest that the ability to maintain body balance during the 32 seconds of the test depends not only on the functional status of the labyrinth and sensomotoric mechanisms. Psychogenic factors of the tested subjects manifested by rapid deconcentration and impatience caused by the test lasting 32 and the necessity to maintain stationary body position for the duration of the test had a clear impact on the test results obtained. The second reason, which undoubtedly can have a significant impact on the results obtained by all tested children, is their age. Scientific studies show the existence of a critical period between 11 and 13 years of age [14]. At this age one can observe a temporary stagnation or regression in the level of ability to maintain body balance. Analysis of individual results indicated a considerable variation of the critical period in individual subjects. Strong fluctuations of results were not characteristic to all the children, and thanks to using an appropriate exercise program geared primarily to develop a variety of coordination skills, can mitigate the changes that occur as a result of the puberty [14].

Summarising the results of research aimed at improving the process of physical education through the use of specific physical exercises aimed at shaping body balance as a factor in the coordination behaviour of children, it must be noted that it would be appropriate to add the proposed exercises to the curriculum of schools. Based on the study we developed our own technology for measuring and evaluating the level of body balance. Criteria for quantitative and qualitative evaluation were developed, which is defined as one of the tasks of this study. Thanks to them, it was possible to determine the effectiveness of exercise in the process of physical education, both in terms of static and dynamic conditions.

The presented results should be treated as a contribution to exploring further knowledge about the issue referred to in this study – which is due to the complexity of the undertaken issues and the need to verify the conclusions in the course of further experiments.

## Conclusions

1. The special physical exercises applied in physical education classes significantly affected the level of body balance in children aged 11-13.
2. The tests confirmed the usefulness of the application of the static and dynamic balance control tests in school environment conditions in non exercising children – as proposed by the authors.
3. The results confirmed that it would be appropriate to add the proposed exercises to the curriculum in schools.
4. In light of the results, one should highlight the need for further research towards improving the process of physical education through the use of specific physical exercises aimed at shaping body balance of children at all ages.

## Literature

1. Bernstein N.A. (1986) An Outline of Motor Physiology and Physiological Activity. Medycyna, Moscow, 349. [in Russian]
2. Bołoban W.N. (1990) System of Movement Teaching in Complex Conditions of Static-dynamic Stability. Postdoctoral degree 13.00.04. Kiev. [in Russian]
3. Golema M. (2002) Description of the Process of Maintaining of Body Human Balance in Stabliographic Image. Studia i Monografie, AWF Wrocław. [in Polish]
4. Starosta W. (1985) The role of motoric coordination in selection and sports training. [in]: M. Skład (ed.) Selected Problems of Choice and Selection in Sport. Studia i Monografie, Instytut Sportu, part II, Warszawa. [in Polish]
5. Starosta W. (1990) Motoric Coordination in Sports. Międzynarodowe Stowarzyszenie Motoryki Sportowej Warszawa – Gorzów Wielkopolski. [in Polish]
6. Bretz K. (1997) Stability of Human Body Balance. Postdoctoral degree 24.00.01., Kiev. [in Russian]
7. Ljach W., Starosta W. (2002) The impact of innate and environmental conditions on the changeability of human coordination abilities. *Wychowanie Fizyczne i Sport*, 4, 497-510. [in Polish]
8. Massion J. (1998) Postural control systems in developmental perspective. *Neurosci. Biobehav. Rev.*, 22(4), 465-472.
9. Raczek J., Mynarski W., Ljach W. (2002) Shaping and Diagnosing of Coordination Motor Abilities. AWF Katowice. [in Polish]
10. Hirtz P. (1989) Phenomenon of coordinating abilities. *Theor. Prax. Körperkult.*, 2, 110-112. [in German]
11. Szopa J. (1992) An Outline of Anthropomotors. AWF Kraków. [in Polish]
12. Bołoban W.N., Mistułowa T.E. (1995) Didactic system of teaching sports exercises with complex coordinative movements structure. *Nauka w Olimpijskim Sportie*, 1(2), 21-29. [in Russian]
13. Onell A. (2000) The vertical ground reaction force for analysis of balance? *Gait and Posture*, 12(1), 7-13.
14. Starosta W. (2003) Motoric Coordination Abilities. Warszawa MSMP, Instytut Sportu, Warszawa. [in Polish]
15. Kochanowicz K., Kucharska E. (2006) Accuracy of body balance assessment factors in children aged 11 to 13. *Rocznik Naukowy, AWFis Gdańsk*, 16, 89-94. [in Polish]
16. Iwankiewicz S., Pośpiech L., Frączkowski K., Wankiewicz J. (1991) The problems of bio-cybernetics and biomedical engineering. [in]: M. Nałęcz (ed.) Problems of Bio-cybernetics and Biomedical Engineering, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Vol. I, Warszawa. [in Polish]

17. Kochanowicz K., Kruczkowski D., Zaporozhanow W. (1999) Gymnasts' ability of body balance. *Trening*, 2-3, 253-259. [in Polish]
18. Bielicki T. (1959) About the American research concerning the issue of human motoric abilities. *Kult. Fiz.*, 4, 280-287; 5, 344-352. [in Polish]
19. Kruczkowski D. (2000) The body balance skill – accuracy of measurement and assessment with the use of the tensometric platform. *Rocznik Naukowy*, AWF Gdańsk, 9, 191-215. [in Polish]

Submitted: January 1, 2010

Accepted: February 18, 2010

# RÓWNOWAGA CIAŁA U DZIECI W WIEKU 11-13 LAT A PROCES WYCHOWANIA FIZYCZNEGO

## *Równowaga ciała u dzieci*

KAZIMIERZ KOCHANOWICZ, EWA KUCHARSKA

*Akademia Wychowania Fizycznego i Sportu w Gdańsku, Katedra Sportów Indywidualnych, Zakład Teorii Sportu i Motoryczności Człowieka*

Adres do korespondencji: Kazimierz Kochanowicz, Akademia Wychowania Fizycznego i Sportu im. Jędrzeja Śniadeckiego, ul. Kazimierza Górskiego 1, 80-336 Gdańsk, tel.: 58 5547317, fax: 58 5522911, e-mail: kochk@awf.gda.pl

**Streszczenie: Wprowadzenie.** Celem przeprowadzonych badań było udoskonalenie procesu wychowania fizycznego poprzez wykorzystanie specjalnych ćwiczeń fizycznych ukierunkowanych na kształtowanie równowagi ciała jako czynnika koordynacyjnych zachowań dzieci. **Materiał i metody.** Zbadano równowagę statyczną i dynamiczną ciała 227 uczniów dzieci w wieku 11-13 lat za pomocą testów koordynacji ruchowej przeprowadzonych w warunkach szkolnych i laboratoryjnych. **Wyniki.** Stwierdzono, że po upływie półrocznego okresu obserwacji, wprowadzenie na lekcji wychowania fizycznego specjalnych ćwiczeń wpłynęło istotnie na poziom kształtowania równowagi ciała u dzieci z grupy eksperymentalnej w porównaniu z grupą kontrolną. **Wnioski.** Wyniki badań potwierdzają, iż byłoby właściwym wprowadzenie zaproponowanych ćwiczeń do programów nauczania w szkołach. W świetle uzyskanych rezultatów należy podkreślić konieczność prowadzenia dalszych badań w kierunku udoskonalenia procesu wychowania fizycznego poprzez wykorzystanie specjalnych ćwiczeń fizycznych ukierunkowanych na kształtowanie równowagi ciała dzieci w różnym wieku.

**Słowa kluczowe:** równowaga ciała, ćwiczenia koordynacyjne

### Wstęp

Ruch jest jednym z przejawów aktywności człowieka, w którym uwidacznia się cała różnorodność jego osobowości. Uwarunkowany jest on sprawnością systemu sterowania i regulacji. System ten zapewnia z jednej strony regulację ruchów dowolnych człowieka, z drugiej zaś umożliwia między innymi kontrolę postawy ciała i utrzymanie równowagi.

Różnorodne formy aktywności ruchowej odgrywają podstawową rolę w procesie wychowania fizycznego. Dlatego też dość często sięga się do wzorów zaczerpniętych z treningu sportowego dzieci i młodzieży w celu uatrakcyjnienia lekcji, rozwoju zainteresowań sportowych, zwiększenia intensywności zajęć o charakterze rekreacyjno-zdrowotnym.

Celem wychowania fizycznego jest wszechstronny i harmonijny rozwój dzieci i młodzieży poprzez rozwijanie i utrwalanie zdolności psychomotorycznych oraz zdobycie umiejętności i doświadczeń ruchowych przydatnych w sporcie i rekreacji, a także w codziennym życiu, które pomimo udogodnień cywilizacyjnych wymaga coraz więcej wysiłku.

Problemem podejmowanym przez wielu autorów są koordynacyjne zdolności stabilizacyjne będące ważnym elementem właściwego sterowania ruchem przez człowieka [1, 2, 3, 4, 5]. Na efektywność szerokiego spektrum reakcji ruchowych, realizowanych przez niego w ciągu całego życia, w procesie utrzymania stabilnej postawy ciała obok funkcji koordynacyjnej mają wpływ również analizatory równowagi [6, 7, 8, 9]. Zdolność równowagi ciała to temat częstych dyskusji. Naukowe spory głównie dotyczą dynamiki kształtowania równowagi w procesie ontogenezy jak również różnic dymorficznych [10, 11]. Składające się na poziom równowagi optymalnie skoordy-

nowane działanie receptorów wzroku, czucia głębokiego, centralnego i obwodowego układu nerwowego, narządu przedśionkowego, biernego i czynnego układu ruchu oraz przewodnictwa nerwowo-mięśniowego, poddaje się zarówno wpływom biologicznego rozwoju zdeterminowanego genetycznie, jak również wpływom czynników zewnętrznych [12, 13, 14, 15].

Prawidłowe rozumienie indywidualnych właściwości i możliwości rozwojowych pozwala w sposób bezpieczny i optymalny kształtować motoryczną stronę człowieka. Zasygnalizowane powyżej problemy ściśle łączą się z tematyką podjętych przez nas badań, których celem było udoskonalenie procesu wychowania fizycznego poprzez wykorzystanie specjalnych ćwiczeń fizycznych ukierunkowanych na kształtowanie równowagi ciała jako czynnika koordynacyjnych zachowań dzieci.

### Materiał i metody

W badaniach uczestniczyło 227 uczniów w wieku 11-13 lat, w tym 65 dziewcząt i 48 chłopców z grup eksperymentalnych oraz 53 dziewczęta i 61 chłopców z grup kontrolnych z Zespołu Kształcenia Podstawowego i Gimnazjalnego w Kolbudach. Wiek badanych cechuje zdolność koncentracji uwagi prowadząca do ekonomizacji ruchów, poziomu jakości ruchów lokomocyjnych, zróżnicowania czasowo-przestrzennego zadań ruchowych, rywalizacji sportowej.

W roku szkolnym 2004/2005 badani uczestniczyli w ok. 136 godzinach wychowania fizycznego. Dzieci w wieku 11-13 lat objęte programem eksperymentalnym realizowały program nauczania taki sam jak pozostali uczniowie, ale wzbogacono go o dodatkowe ćwiczenia koordynacyjne. Wykorzystywane one

były w części wstępnej każdej lekcji wychowania fizycznego semestru letniego. Nauczyciele tego przedmiotu prowadzący zajęcia z grupami eksperymentalnymi każdorazowo przed zajęciami otrzymywali przygotowane przez osobę nadzorującą przeprowadzany eksperyment zestawu ćwiczeń do wykonania. Różniły się one między sobą trudnością wykonywanych elementów, dlatego tak ważne było zwrócenie uwagi na przestrzeganie zasady stopniowania trudności. Czas poświęcony na ich realizację był na każdej lekcji taki sam (ok. 10 min.), natomiast liczba ćwiczeń, które zastosowano na danych zajęciach zależała od stopnia trudności i możliwości ich wykonania przez każdego ucznia. Konstruując zestawy ćwiczeń zadbano o to, aby były one urozmaicone pod względem formy ich przeprowadzenia. Podzielono je na następujące grupy:

- ćwiczenia statyczne (stania na jednej nodze, wagi przodem, ćwiczenia wykonywane w przysiadzie),
- ćwiczenia dynamiczne (biegi zwinnościowe, biegi ze zmianą tempa i kierunku ruchu, przeskoki zmienne, podskoki),
- ćwiczenia z wykorzystaniem przyborów (piłki, laski gimnastyczne),
- ćwiczenia ze współćwiczącymi (w parach, w rzędach),
- ćwiczenia wykonywane na niestabilnym podłożu i zmiennych warunkach (na ławeczkach gimnastycznych, piłkach lekarskich, materacach, trawiastym boisku szkolnym),
- ćwiczenia z obrotami w osi podłużnej ciała (podskoki z obrotami o 360, 270 i 180 stopni) i osi poprzecznej (przewroty w przód i tył),
- ćwiczenia przy muzyce (proste formy choreograficzne).

Badania obejmowały ocenę równowagi statycznej uczniów na platformie tensometrycznej. Zastosowano metodę oceny równowagi ciała, opartą o klasyczną próbę Romberga zwaną posturografią [16, 17]. Jest to metoda oceny przemieszczania się środka ciężkości badanej osoby, która stoi na platformie rejestrującej nacisk stóp na podłoże. Czujniki umieszczone w narożnikach platformy rejestrują przemieszczanie się środka ciężkości w osi strzałkowej i poprzecznej. W wyniku tego otrzymuje się wykres nazywany stabilogramem oraz obraz rzutu środka ciężkości na płaszczyznę podstawy, czyli statokinezoqram. Pomiar ten jest wyjątkowo prosty i zupełnie nieinwazyjny.

Próba Romberga natomiast polega na utrzymaniu równowagi ciała w spoczynku. Badany stoi ze złączonymi stopami w pozycji wyprostowanej (zarówno pięty jak i palce stóp powinny stykać się ze sobą) z zamkniętymi oczami. Zamknięcie oczu ma na celu wyłączenie zmysłu wzroku, który również współdziała

w utrzymaniu równowagi. W tej sytuacji zdrowy człowiek o prawidłowo funkcjonującym układzie równowagi powinien utrzymać pionową postawę ciała. Chwianie się lub padanie w określonym kierunku występuje w przypadku zaburzeń stabilizacji ciała.

W przypadku naszych badań zastosowano test, w którym badany przyjmował swobodną pozycję stojącą z oczami otwartymi. Badania powtarzano dwukrotnie, a do analizy i późniejszego wnioskowania wybrano pole powierzchni rozwiniętej ( $\text{mm}^2$ ), z zachowaniem procedury testowania i opracowywania danych. Następnie ćwiczący wykonywali trzy próby służące do oceny równowagi dynamicznej zaczerpnięte z testu uzdolnień ruchowych znanego w literaturze amerykańskiej pod nazwą „Iowa Brace Test” [18]. Były to: wyskok z obrotem o 360° z lądowaniem w miejscu odbicia (ramiona w bok), 5 podskoków w tył na jednej nodze z zamkniętymi oczami (ramiona na biodrach) oraz wykonanie z przysiadu podpartego 3 łączonych przewrotów w przód do przysiadu podpartego. Uczniowie ocenieni zostali za każdą wykonaną próbę wg skali punktowej od 0 (minimalna ocena) do 10 (maksymalna liczba punktów).

## Wyniki

Przeprowadzone badania pozwoliły odnotować, że dzieci z grupy eksperymentalnej uzyskały lepsze wyniki ( $p \leq 0,01$  i  $p \leq 0,001$ ) w każdej grupie wiekowej po półrocznym eksperymencie polegającym na wykonywaniu dodatkowych ćwiczeń koordynacyjnych (Tab. 1). Dzieci z tej grupy w każdej z trzech prób równowagi dynamicznej w drugim badaniu zdobyły w większości wypadków najwyższą możliwą liczbę punktów.

Badani z grupy kontrolnej w większości przypadków poprawili swoje wyniki, ale w wielu sytuacjach były to niewielkie, nieistotne statystycznie rezultaty (Tab. 2). Zdarzyło się również, że wyniki nie uległy zmianie lub wręcz były słabsze od tych uzyskanych w pierwszym badaniu (12-letni chłopcy w próbie polegającej na wykonaniu 3 łączonych przewrotów w przód pogorszyli swój wynik o ok. 5%).

W oparciu o wcześniejsze opracowanie jakościowych kryteriów oceny poziomu równowagi ciała gimnastyków, w przeprowadzonych badaniach przyjęto te same terminy. Do określenia poziomu równowagi ciała dzieci w kryteriach jakościowych zastosowano terminy: „poziom wysoki”, „powyżej średniego”, „średni”, „poniżej średniego” i „niski”. Jako punkt wyjścia przy

**Tabela 1.** Zmiany równowagi ciała dziewcząt z grupy eksperymentalnej w próbie statycznej i dynamicznej

Lp.	Parametry	Wiek badanych (lata)	Badanie I			Badanie II			Różnica			
			M	SD	V%	M	SD	V%	mm	%	t	p
1	Pole powierzchni rozwiniętej ( $\text{mm}^2$ ) oczy otwarte	11 (n=23)	324	127,3	39,3	205	76,6	37,4	119	36,7	3,7	,001
		12 (n=24)	248	138,5	55,8	172	85,7	49,8	76	30,6	2,7	,01
		13 (n=18)	230	124	53,9	183,5	123,4	67,3	46,5	20,2	1,2	0,2
2	Wyskok z obrotem o 360° z lądowaniem w miejscu odbicia i ramiona w bok (pkt.)	11 (n=23)	8	1,3	15,8	9	0,8	9	1	11,1	4,4	,001
		12 (n=24)	8	0,7	9	9	0,7	8,2	1	11,1	3,5	,001
		13 (n=18)	7	1,5	21,3	9	1,5	16,2	2	22,2	2,6	,01
3	5 podskoków w tył na jednej nodze z zamkniętymi oczami i ramiona na biodrach (pkt.)	11 (n=23)	8	0,7	8,8	9	0,7	8,1	1	11,1	4,9	,001
		12 (n=24)	7,5	0,9	11,9	8,5	0,8	10,1	1	11,8	4,1	,001
		13 (n=18)	6,5	1,5	22,5	8	1,2	14,8	1,5	18,7	3,1	,001
4	Z przysiadu podpartego 3 łączone przewroty w przód do przysiadu podpartego (pkt.)	11 (n=23)	7	1,6	23,3	8	1	13	1	12,5	3,2	,01
		12 (n=24)	7	1,3	19,1	8	1,3	15,8	1	12,5	3,5	,001
		13 (n=18)	6,5	2,2	33,5	8	1,5	19,3	1,5	18,7	2,2	,05

**Tabela 2.** Zmiany równowagi ciała dziewcząt z grupy kontrolnej w próbie statycznej i dynamicznej

Lp.	Parametry	Wiek badanych (lata)	Badanie I			Badanie II			Różnica			
			M	SD	V%	M	SD	V%	mm	%	t	p
1	Pole powierzchni rozwiniętej (mm <sup>2</sup> ) oczy otwarte	11 (n=22)	221,5	135,1	61	223	96,1	43,1	1,5	0,7	,10	,91
		12 (n=13)	112	70	62,5	119	106	89	7	5,9	1,2	,22
		13 (n=18)	235,3	217,9	93	148,2	87,9	59,3	87,1	37	1,4	,16
2	Wyskok z obrotem o 360° z lądowaniem w miejscu odbicia i ramiona w bok (pkt.)	11(n=22)	6,5	1,3	20	7,5	1	13,3	1	13,3	3	,01
		12 (n=13)	7	0,8	11,4	8	1,2	15	1	12,5	1,5	0,1
		13 (n=18)	5	2,3	46	6	1,4	23,3	1	17	2,2	,05
3	5 podskoków w tył na jednej nodze z zamkniętymi oczami i ramiona na biodrach (pkt.)	11(n=22)	7	1,1	15,7	8	0,9	11,2	1	12,5	0,9	0,4
		12 (n=13)	7	0,8	11,4	8	0,5	6,2	1	12,5	1,4	0,1
		13 (n=18)	7,5	0,8	11	8	0,7	8,7	0,5	6,2	0,9	0,4
4	Z przysiadu podpartego 3 łączone przewroty w przód do przysiadu podpartego (pkt.)	11(n=22)	6,5	2,7	41,5	7	2,2	31,4	0,5	7,1	1,1	0,3
		12 (n=13)	7	2,6	37,1	6	2,5	41,7	1	14,3	0,1	0,9
		13 (n=18)	6,5	1,3	20	7	1,6	22,8	0,5	7,1	0,9	0,4

**Tabela 3.** Ocena poziomu równowagi ciała dzieci w wieku 11-13 lat w kryteriach jakościowych

Testy	Grupa	Procentowa liczba badanych uzyskująca poszczególne oceny jakościowe									
		wysoka		powyżej średniej		średnia		poniżej średniej		niska	
		bad. I	bad. II	bad. I	bad. II	bad. I	bad. II	bad. I	bad. II	bad. I	bad. II
pole powierzchni oczy otwarte	EKSP. DZ.	4	13	23	38	47	45	26	4	-	-
	KONTR. DZ.	21	18	40	21	28	53	11	8	-	-
	EKSP. CH.	2	19	21	34	49	36	28	11	-	-
	KONTR. CH.	2	3	36	34	47	47	15	16	-	-
wyskok z obrotem 360°	EKSP. DZ.	20	65	38	21	30	11	12	3	-	-
	KONTR. DZ.	-	2	27	60	35	29	31	9	7	-
	EKSP. CH.	11	44	30	28	38	19	19	9	2	-
	KONTR. CH.	-	2	15	17	38	54	46	24	1	3
5 podskoków w tył (zamknięte oczy)	EKSP. DZ.	7	35	28	34	49	29	16	2	-	-
	KONTR. DZ.	6	2	23	18	43	52	28	22	-	6
	EKSP. CH.	9	14	19	17	56	55	16	12	-	2
	KONTR. CH.	1	1	9	14	56	58	32	26	2	1
3 łączone przewroty w przód	EKSP. DZ.	19	40	18	29	50	25	11	6	2	-
	KONTR. DZ.	17	18	29	25	31	34	8	10	15	13
	EKSP. CH.	16	37	19	20	48	35	15	8	2	-
	KONTR. CH.	2	2	11	18	46	47	34	30	7	3

konstruowaniu skali jakościowej przyjęto, że wartości od 0 do 20 punktów na skali oznaczają poziom niski, 20-40 punktów poniżej średniego, 40-60 punktów poziom średni. Poziom powyżej średniego uzyskiwali badani zdobywając 60-80 punktów, a wysoki za punktów 80 i więcej.

Opisane powyżej skale oceny równowagi ciała na podstawie pola powierzchni rozwiniętej z oczami otwartymi (mm<sup>2</sup>), a także wyniki testów równoważnych (pkt.) zaczerpniętych z Iowa Brace'a Test dają możliwość oceny ilościowej i jakościowej.

Dzięki takim kryteriom oceny w łatwy sposób można zaobserwować zmiany w poziomie równowagi ciała badanych osób. Daje to możliwość uchwycenia różnic w uzyskanych wynikach u dzieci objętych programem eksperymentalnym. Wyniki drugiego badania w tej grupie zarówno dziewcząt jak i chłopców poprawiają się znacząco z oceny „średniej” lub „poniżej średniej” na „wysoką” oraz „powyżej średniej”. Wyniki zawarte w Tabeli 3 pokazują procentową liczbę osób z danej grupy, którzy uzyskują rezultaty na jednym z jakościowo określonych poziomów (wysoki, średni, niski). Zaproponowana powyżej procedura daje możliwości wykorzystania jej w prak-

tyce dzięki czemu z łatwością można określić poziom równowagi ciała każdego dziecka w warunkach szkolnych.

Analizując dane liczbowe przedstawione w tabelach nasuwa się ogólne spostrzeżenie o istotnym wpływie zastosowanych specjalnych ćwiczeń fizycznych. Dzieci z grupy uczestniczącej w eksperymencie polegającym na wykonywaniu dodatkowych ćwiczeń koordynacyjnych znacznie poprawiają swoją równowagę ciała. Pozytywny wpływ zastosowanych ćwiczeń jest zauważalny przede wszystkim dzięki porównaniu wyników uzyskanych przez grupę eksperymentalną z grupą kontrolną, która ich nie wykonywała i wyniki przez nią osiągnięte są gorsze od porównywanej grupy badawczej.

## Dyskusja

Analiza wyników pozwala rozszerzyć dotychczasową wiedzę dotyczącą kształtowania funkcji równowagi ciała dzieci w procesie wychowania fizycznego poprzez kompleksowe ćwiczenia fizyczne o złożonej strukturze ruchu. O wysokiej korelacji pomiędzy funkcją analizatora równowagi i wskaźnikami



efektywności nauczania ćwiczeń o złożonej strukturze ruchu mówili już Bretz [6], Bołoban [2], Bołoban i Mistułowa [12]. Fakt ten świadczyć może o celowości rozwoju u dzieci i młodzieży równowagi ciała za pomocą specjalnych ćwiczeń fizycznych. Potwierdzają to również wyniki badań własnych. Analizując dane liczbowe przedstawione w tabelach nasuwa się spostrzeżenie o istotnym wpływie zastosowanych specjalnych ćwiczeń fizycznych. Dzieci z grupy uczestniczącej w eksperymencie pedagogicznym polegającym na wykonywaniu dodatkowych ćwiczeń koordynacyjnych znacznie poprawiają swoją równowagę ciała. Pozytywny wpływ zastosowanych ćwiczeń fizycznych jest zauważalny przede wszystkim dzięki porównaniu wyników uzyskanych przez grupę eksperymentalną z kontrolną, która ich nie wykonywała i wyniki przez nią osiągnięte są gorsze od porównywanej grupy badawczej. W teście posturograficznym najbardziej widoczne, istotne różnice są dla parametru pole powierzchni rozwiniętej ( $\text{mm}^2$ ). Wskaźnik ten jest najczęściej stosowany do oceny równowagi ciała metodą testów statokinezyometrycznych przez różnych autorów [2, 12]. Kruczkowski [19] określił wysoką wartość współczynnika korelacji między parametrem pola powierzchni rozwiniętej ( $\text{mm}^2$ ) a wszystkimi innymi parametrami pomiarów prowadzonych tą metodą. Przedstawione powyżej wyniki badań własnych świadczą również o braku wyraźnych różnic w poziomie równowagi ciała między dziewczętami i chłopcami. O niewielkim zasięgu dymorfizmu płciowego w poziomie większości koordynacyjnych zdolności, w tym równowagi ciała, donosi wielu autorów [9, 10, 11]. Wyniki uzyskane przez dzieci w wieku 11-13 lat w warunkach testów statokinezyometrycznych trwających 32 sekundy różnią się od tych otrzymanych w trzech próbach równoważnych. Zauważalne pogorszenie wyników testu posturograficznego świadczyć może o tym, że zdolność utrzymania równowagi ciała w czasie 32 sekund testu zależy nie tylko od stanu czynnościowego błędnika i mechanizmów sensomotorycznych. Wyraźny wpływ na uzyskane rezultaty badań mają czynniki psychogenne badanych przejawiające się szybką dekoncentracją uwagi i zniecierpliwieniem trwającym 32 sekundy badaniem oraz utrzymaniem przez okres trwania testu nieruchomej pozycji ciała. Drugą przyczyną, która niewątpliwie może mieć istotny wpływ na wyniki uzyskiwane przez wszystkie badane dzieci jest ich wiek. Badania naukowe dowodzą istnienia okresu krytycznego między 11 a 13 rokiem życia [14]. W tym wieku zaobserwowano czasową stagnację lub regres poziomu zdolności zachowania równowagi ciała. Analiza wyników indywidualnych wskazała na spore zróżnicowanie wystąpienia okresu krytycznego u poszczególnych osobników. Nie dla wszystkich dzieci charakterystyczne były duże wahania wyników, a dzięki stosowaniu odpowiedniego programu ćwiczeń, nastawionego głównie na rozwijanie rozmaitych zdolności koordynacyjnych można złagodzić zmiany występujące jako skutek skoku pokwitaniowego [14].

Podsumowując wyniki badań służących udoskonaleniu procesu wychowania fizycznego poprzez wykorzystanie specjalnych ćwiczeń fizycznych ukierunkowanych na kształtowanie równowagi ciała jako czynnika koordynacyjnych zachowań dzieci należy stwierdzić, że właściwym byłoby dodanie zaproponowanych ćwiczeń do programów nauczania w szkołach. Na podstawie przeprowadzonych badań własnych opracowano technologię pomiarów i oceny poziomu równowagi ciała. Stworzono kryteria oceny ilościowej i jakościowej, które określono jako jedno z zadań przedstawionej pracy. Dzięki nim możliwym było określenie skuteczności zastosowanych ćwiczeń fizycznych w procesie wychowania fizycznego zarówno w warunkach statycznych jak i dynamicznych.

Przedstawione wyniki traktować należy jako przyczynek do dalszego zgłębiania wiedzy na zaproponowany w pracy temat ze względu na złożoność podjętego zagadnienia oraz koniecz-

ności weryfikacji wniosków w toku dalszych eksperymentów naukowych.

## Wnioski

1. Specjalne ćwiczenia fizyczne zastosowane na lekcjach wychowania fizycznego istotnie wpływają na poziom kształtowania równowagi ciała u dzieci w wieku 11-13 lat.
2. Przeprowadzone badania potwierdzają przydatność zastosowania zaproponowanych przez autorów testów kontrolnych równowagi statycznej i dynamicznej w warunkach szkolnych u dzieci nietreningujących.
3. Wyniki badań potwierdzają, iż byłoby właściwym wprowadzenie zaproponowanych ćwiczeń do programów nauczania w szkołach.
4. W świetle uzyskanych rezultatów należy podkreślić konieczność prowadzenia dalszych badań w kierunku udoskonalenia procesu wychowania fizycznego poprzez wykorzystanie specjalnych ćwiczeń fizycznych ukierunkowanych na kształtowanie równowagi ciała dzieci w różnym wieku.

## Piśmiennictwo

1. Bernstein N.A. (1986) Oczerki po fizjologii dwirzenij i fizjologii aktywnosti. Medycyna, Moskwa, 349.
2. Bołoban W.N. (1990) Sistema obuczenija dwizenijam w słownych usłowijach poddierżanija statodinamiczeskoj ustojciwosti. Habilitacja 13.00.04., Kijów.
3. Golema M. (2002) Charakterystyka procesu utrzymywania równowagi ciała człowieka w obrazie stabilograficznym. Studia i Monografie, AWF Wrocław.
4. Starosta W. (1985) Rola koordynacji ruchowej w selekcji i treningu sportowym. [w:] M. Skład (red.) Wybrane problemy doboru i selekcji w sporcie. Prace i Materiały, Instytut Sportu, cz. II. Warszawa.
5. Starosta W. (1990) Koordynacja ruchowa w sporcie. Międzynarodowe Stowarzyszenie Motoryki Sportowej, Warszawa-Gorzów Wielkopolski.
6. Bretz K. (1997) Ustojcziwost rovnowiesja tela czełowieka. Habilitacja 24.00.01., Kijów.
7. Ljach W., Starosta W. (2002) Wpływ wrodzonych i środowiskowych uwarunkowań na zmienność zdolności koordynacyjnych człowieka. *Wychowanie Fizyczne i Sport*, 4, 497-510.
8. Massion J. (1998) Postural control systems in developmental perspective. *Neurosci. Biobehav. Rev.*, 22(4), 465-472.
9. Raczek J., Mynarski W., Ljach W. (2002) Kształtowanie i diagnozowanie koordynacyjnych zdolności motorycznych. AWF Katowice.
10. Hirtz P. (1989) Phänomen koordinative Fähigkeiten. *Theor. Prax. Körperkult.*, 2, 110-112.
11. Szopa J. (1992) Zarys antropomotoryki. AWF Kraków.
12. Bołoban W.N., Mistułowa T.E. (1995) Didaktyczeskaja sistema obuczenija sportiwnym uprażnienijam so słożnoj koordinacjonnoj strukturoj. *Nauka w Olimpijskom Sportie*, 1(2), 21-29.
13. Onell A. (2000) The vertical ground reaction force for analysis of balance? *Gait and Posture*, 12(1), 7-13.
14. Starosta W. (2003) Motoryczne zdolności koordynacyjne. Warszawa MSMP, Instytut Sportu, Warszawie.
15. Kochanowicz K., Kucharska E. (2006) Trafność wskaźników oceny równowagi ciała u dzieci w wieku 11-13 lat. *Rocznik Naukowy, AWFis Gdańsk*, 16, 89-94.
16. Iwankiewicz S., Pośpiech L., Frączkowski K., Wankiewicz J. (1991) Problemy biocybernetyki i inżynierii biomedycznej.

- nej, [w]: M. Nałęcz (red.) Problemy biocybernetyki i inżynierii biomedycznej – Biosystemy. Tom I, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa.
17. Kochanowicz K., Kruczkowski D., Zaporozhanow W. (1999) Badania zmysłu równowagi gimnastyków. *Trening*, 2-3, 253-259.
  18. Bielicki T. (1959) O amerykańskich badaniach nad zagadnieniem uzdolnień ruchowych człowieka. *Kult. Fiz.*, 4, 280-287; 5, 344-352.
  19. Kruczkowski D. (2000) Zdolność równowagi ciała – rzetelność pomiaru i oceny przy wykorzystaniu platformy tensometrycznej. *Rocznik Naukowy, AWF Gdańsk*, 9, 191-215.

Otrzymano: 15.01.2010

Przyjęto: 18.02.2010