

## Original research papers

---

# EFFECTIVENESS OF TEACHING THE BASIC ACROBATIC EXERCISES AND PATTERNS IN THE CASE OF ACROBATS HAVING DIFFERENT COORDINATION POTENTIAL

## *Teaching acrobatic exercises and patterns*

JERZY SADOWSKI<sup>1</sup>, EWELINA NIŻNIKOWSKA<sup>2</sup>, TOMASZ NIŻNIKOWSKI<sup>3</sup>

*Josef Pilsudski University of Physical Education in Warsaw, Faculty of Physical Education in Biała Podlaska, Athletics Department<sup>1</sup>, Gymnastics Department<sup>3</sup>*

*Pope John Paul II State School of Higher Education in Biała Podlaska<sup>2</sup>*

Mailing address: Jerzy Sadowski, Faculty of Physical Education, Athletics Department, 2 Akademicka Street, 21-500 Biała Podlaska, tel.: +48 83 3428800, fax: +48 83 3428800, e-mail: jerzy.sadowski@awf-bp.edu.pl

**Abstract:** The objective of the study was to evaluate the effectiveness of teaching the basic acrobatic exercises and patterns in the case of acrobats having different coordination potential. The study group included thirty boys (n = 30) aged 8-9 (body height  $129.77 \pm 3.77$  cm, body mass  $26.34 \pm 1.66$  kg). The study participants were grouped according to their coordination potential into three categories with low (L), average (A) and high (H) level of motor coordination skills. In the study the method of educational experiment was applied. The experiment lasted 12 months. The teaching process was organised according to programmed teaching rules.

It was determined that the importance of coordination potential in the process of teaching movements becomes greater as the complexity of the acrobatic exercises and patterns increases. The highest score for cartwheel was awarded to acrobats having average coordination potential. The difference between the average score in the A group and the average score in the L group was 4.8% ( $p < 0.05$ ), and in the H group 1% ( $p < 0.05$ ). The study participants were identical in terms of the effectiveness of teaching such exercises as forward roll, headstand, handstand and cartwheel. It was revealed that acrobats in the H group were awarded the highest average score for patterns I, II and III. The effectiveness of teaching acrobatic exercises and patterns depended on the coordination potential of the study participants and the coordination complexity of the exercises.

**Key words:** sports acrobatics, acrobatic exercises and patterns, effectiveness of teaching, coordination potential

### Introduction

Acrobatics is one of the sports disciplines in which the technique determines the results. Acrobats should be comprehensively prepared in terms of physical fitness, coordination as well as good and stable technique. The sports training for acrobats, starting from the comprehensive training stage, should be targeted at achieving long-term educational and sports objectives.

The primary factors underlying the effective teaching of motor activities include a range of determinants: motivation, physical aptitude, motor memory, didactic communication, teaching methods, type of feedback and other [1, 5, 6, 12, 14, 16, 21, 23, 29, 36]. Physical fitness and motor coordination skills play an important role among those factors.

The results obtained by Smolevski and Gavierdovski [30], Starosta [33], Kochanowicz [15] show that there is significant statistical correlation between the level of coordination skills and the effectiveness of teaching motor skills. Individuals with

higher level of the coordination skills need less time to acquire new movements.

The coordination-related prerequisites to the effective teaching of movements comprise a variety of skills, relative to the specific features of the movement being taught. There is very little information on the coordination-related basis for the teaching of acrobatic exercises set out in the ranking schemes of the Polish Association of Sports Acrobatics (PASA). The description of the efficacy of teaching elementary acrobatic exercises and patterns in terms of the potential of acrobats for coordination development shall help rationally select training methods according to the movements being taught and customize the coaching process. Such information should contribute to the development of progressive strategies for teaching acrobatic movements at the stage of comprehensive training.

The objective of the study was to evaluate the efficacy of teaching elementary acrobatic exercises and patterns for acrobats representing different coordination potential and to identify which coordination skills can have the greatest impact on this process.

### Material and methods

The study group included thirty boys ( $n = 30$ ) at the age of 8-9 (body height  $129.77 \pm 3.77$  cm, body mass  $26.34 \pm 1.66$  kg). The experiment was preceded by a one-year training focused on the general development. The process of teaching acrobatic exercises and patterns was arranged within 12 months of the educational experiment. The study participants were grouped according to their level of coordination potential: high (H;  $n = 11$ ), average (A;  $n = 9$ ) and low (L;  $n = 10$ ), based on the average results of kinaesthetic differentiation tests. The experimental groups showed statistically significant differences in terms of the coordination potential and no differences in terms of physical fitness potential. The movements were taught based on the programmed teaching standards [4]. To this end special training sheets were developed which included the reference technique, a set of preparation exercises, a set of helping exercises, a set of supplementary exercises to improve the technique, and a set of most common mistakes during specific phases of the exercise with drawings showing the proper performance. The training classes took place on weekdays and lasted 120 minutes. In all the study groups the teaching methods, training scope and intensity were identical. The study participants were to master the acrobatic exercises and patterns for junior category laid down in the PAS ranking schemes.

- pattern I: 2-5 step run-up and upward jump on both legs to forward roll, upward jump on both feet and forward roll, straight upward jump with arms raised upward, "alternate leg landing", left cartwheel with pivot quarter turn right with right leg forward and arms raised upward, standing position;
- pattern II: 2-5 step run-up to respectively cartwheel with pivot quarter turn left and arms raised upward, "alternate leg bounce", squat forward roll, straight upward jump to supported squat, backward roll, straight jump upward with half-turn, standing position;
- pattern III: initial position, step forward with left leg and arms raised sideways, right leg forward swing with hand clap under the leg, step forward with right leg, arms sideways, left leg forward swing with hand clap under the leg, step forward with left leg and added right leg, support squat, leg swing backward with forward hand support, right leg swing backward with arms bent and arms straight, and bent legs to knee bend on both feet, two-leg swing backward with forward support, right leg swing backward with arms bent and arms straight, bent legs to knee bend on both feet, arms forward, hands supported on the ground, forward roll with straight legs to lying on the back, arms and legs bent – bridge – held position, arms and legs bent when lying on the back, tuck forward roll to straddle straight squat, arms sideways, bend forward with hands to ankles and forehead or chest to the ground – held position, legs together and backward roll with straight legs to supported squat, forced headstand with bent legs, slowly straightened legs – headstand with straight legs – held position, straight legs back to the ground and hands pushed forward through supported squat, position, forward leg swing and cartwheel to straddle, position.

Further elements being taught: forward roll following a jump and without touching the ground into the standing position, forced headstand, handstand from the standing position and cartwheel.

The effectiveness of teaching was evaluated by judges of sports gymnastics based on the scores awarded during the competition. Integral evaluation was applied (total performance of an acrobatic exercise). The analysis included an average of three ratings of the judges. The unanimity of official ratings

was confirmed by the high coefficient of concordance  $r = 0.893$ .

In order to find the coordination factors underlying the effectiveness of teaching acrobatic exercises, the following motor coordination skills were evaluated: kinaesthetic differentiation, temporal and spatial orientation, quick response, movement adaptation, movement frequency and body balance.

- Kinaesthetic differentiation skills were evaluated based on the attempts in which the study participant three times clenched hand dynamometer of 100 N with visual control and three times without visual control, in headstand supported on one hand, with aid, and three times clenched hand dynamometer without visual control in standing position. In calculations included average error from three attempts.
- Temporal and spatial orientation skills were evaluated based on two attempts: first attempt involved running to colourful balls; second attempt – three attempts at clenching hand dynamometer of 100 N during high jump from 110 cm as soon as a lamp switched on, in standing position without visual control. In calculations included average error from three attempts.
- Quick response skills were evaluated based on the results of a response test involving the Vienna Testing System.
- Movement adaptation skills were evaluated by experts on a scale of 1 to 10 based on the results of two attempts: complex coordination exercise involving asymmetrical movements of arms and legs, as well as complex coordination exercise involving variable movements of arms and legs.
- High frequency movement skills were evaluated based on how many times a feather hit a special square within 30 s, involving the Vienna Testing System.
- Body balance skills. Body balance was evaluated based on the results of the Romberg's test and attempted one-legged standing position. Attempts performed on the "KISTLER" platform. Measured parameters: displacement of the centre of pressure (COP) and centre of mass (COM) in relation to time. The analysis included the displacement of COP when balancing body on two planes:  $F_y$  (N) – sagittal and  $F_x$  (N) – frontal. It included the minimal, maximal and average values for both planes. Two attempts were applied. First attempt: Romberg's test. Upright standing position, arms forward, fingers extended apart, feet together. Total performance time was 20 s, 10 s with eyes open and 10 s with eyes closed. Second attempt: one-legged standing position. Total performance time was 20 s, 10 s on the right leg and 10 s on the left leg. The study participants stood on the right leg with left leg bent forward, hands on hips.

The obtained results were analysed statistically, including the significance of differences between the average values based on the non-parametric Wilcoxon test for paired samples. The acrobats were classified into the L, A and H groups based on the clustering k-means method. To compare the average results for the individual groups with low, average and high coordination potential, single-factor variation analysis and NIR Fisher Test were performed. To identify the independent variables accounting for the effectiveness of teaching the basic acrobatic exercises and patterns, backward stepwise regression analysis was applied [8].

### Results

The year-long experiment was followed by an analysis of the acquired data for the entire studied group, including differentiation into groups having different level of coordination

potential. The obtained results were observed to show dynamic changes in the indicators of technical acrobatic preparation. The average scores for the performance of the basic acrobatic exercises and patterns were higher after the completion of the experiment than at the commencement thereof (Tab. 1). The greatest increase in the average scores was determined in the case of forward roll, by 4.6%, and handstand, by 3%. In the case of the two other exercises, headstand and cartwheel, the increase in the average scores were comparable and equal to 2.6% and 2.3% respectively ( $p < 0.001$ ).

Further analysis was supposed to provide information on the quality of the performed acrobatic patterns. Following a 12-month experiment, all acrobatic patterns, taught in the course of the experiment, were observed to have improved.

**Table 1.** Basic statistical data for the acrobatic exercises and patterns performed in the course of the contest

Acrobatic exercises and patterns	Year	$\bar{x}$	s	m	Z
Forward roll [points]	2005	8.28	0.45	0.08	4.70***
	2006	8.66	0.42	0.08	
Headstand [points]	2005	8.87	0.37	0.07	4.46***
	2006	9.10	0.30	0.05	
Handstand [points]	2005	8.73	0.33	0.06	4.62***
	2006	8.99	0.27	0.05	
Cartwheel [points]	2005	8.95	0.33	0.06	4.13***
	2006	9.16	0.22	0.04	
Pattern I [points]	2005	8.01	0.33	0.06	4.66***
	2006	9.32	0.29	0.05	
Pattern II [points]	2005	7.90	0.35	0.06	4.78***
	2006	8.89	0.23	0.04	
Pattern III [points]	2005	8.08	0.30	0.05	4.59***
	2006	8.87	0.33	0.06	

\*\*\* - statistically significant changes at  $p < 0.001$ ,  $\bar{x}$  - arithmetic average, s - standard deviation, m - arithmetic average error, Z - non-parametric Wilcoxon test for paired samples

The greatest increase in the average score was observed in the case of acrobatic pattern III. It was 6%. In the case of patterns I and II, the average values increased by 5.9% and 4.7% respectively ( $p < 0.001$ ).

In order to determine the effectiveness of teaching the basic acrobatic exercises and patterns in relation to the coordination potential, it was necessary to examine the results in the L, A and H groups (Tab. 2).

**Table 2.** Differences between the average scores for the performance of the acrobatic exercises and patterns in relation to the low (L), average (A) and high (H) coordination potential

Acrobatic exercises and patterns	Group L (1)	Group A (2)	Group H (3)
Forward roll [points]	8.53	8.65	8.74
Headstand [points]	9.02	9.07	9.19
Handstand [points]	8.93	9.05	8.95
Cartwheel [points]	9.15	9.14	9.18
Pattern I [points]	8.82 <sup>3</sup>	8.75 <sup>3</sup>	9.16 <sup>1,2</sup>
Pattern II [points]	8.78 <sup>3</sup>	8.83 <sup>3</sup>	9.20 <sup>1,2</sup>
Pattern III [points]	8.88 <sup>3</sup>	9.02	9.24 <sup>1</sup>

Legend: (1) - statistical significance in group L ( $p < 0.05$ ), (2) - statistical significance in group A ( $p < 0.05$ ), (3) - statistical significance in group H ( $p < 0.05$ )

In the following exercises: forward roll, headstand, handstand and cartwheel no statistically significant differences ( $p > 0.05$ ) were observed between the average scores of acrobats from groups with different coordination potential levels.

Statistically significant difference was determined between the average scores for the performance of acrobatic patterns. The acrobats from the H group were awarded the highest average score for the performance of three patterns. In the case of pattern I their average score was higher by 3.9% than the average score in the L group and by 4.7% than that in the A group ( $p < 0.05$ ). On the other hand, the scores showed the greatest differentiation in the case of the scores for pattern II. The average score in the H group was higher by 4.8% than in the L group and by 4.2% than in the A group ( $p < 0.05$ ). The smallest differentiation of scores was observed among the average scores for the performance of pattern III. The average score in the H group was higher by 4.1% than the average score in the L group ( $p < 0.05$ ), and by 2.4% than the average score in the A group ( $p < 0.05$ ).

The results of the stepwise regression were to show which coordination skills have significant impact on the effectiveness of teaching specific acrobatic exercises and patterns. In the case of such exercises as forward roll, headstand, handstand and cartwheel no such determinants were found. It was only possible for three acrobatic patterns to indicate such independent variables underlying the quality of their performance. In the case of pattern I, the correctness of the performance was established based on such variables as clenching hand dynamometer without visual control on high jump landing, complex coordination exercise involving asymmetrical movement of arms (RR) and legs (NN), complex coordination exercise involving variable movement RR and NN, and Fx (N) indicator for the Romberg's test (Tab. 3).

**Table 3.** Coefficients for specific statistically relevant independent variables (dependent variable: patter I)

Independent variables	BETA	BETA st. error	B	B st. error	t(26)	P value
Freestyle			3.359	1.805	1.861	0.08
DYS	-0.609	0.190	-0.008	0.002	-3.211	0.01
ĆKA	-0.673	0.225	-0.407	0.136	-2.989	0.01
ĆKP	0.730	0.212	0.424	0.123	3.445	0.01
avg R Fx	-0.485	0.196	-0.250	0.101	-2.472	0.05

Legend: BETA - standard coefficient of correlation, St. error BETA - BETA standard error, B - strict coefficient of regression, B st. error - B standard error, t (df), P value - t-value and p-value resulting therefrom are used to test the hypothesis that the free term is 0

DYS - clenching hand dynamometer without visual control on high jump landing, ĆKA - complex coordination exercise involving asymmetrical movements RR and NN, ĆKP - complex coordination exercise involving variable movements RR and NN, avg R Fx - Fx(N) average value in the Romberg's test

The most significant independent variable in the course of pattern I was the complex coordination exercises involving variable movements RR and NN. It accounted for 39% of variant effectiveness of the performance in the case of pattern I.

The independent variables accounting for the effectiveness of teaching pattern II included such factors as clenching hand dynamometer in standing position without visual control, clenching hand dynamometer without visual control on high jump landing, complex coordination exercise involving asymmetrical movements RR and NN, complex coordination exercise involving variable movements RR and NN (Tab. 4).

The most significant independent variable underlying the effectiveness of the performance of pattern II appeared to be the complex coordination exercise involving variable movements RR and NN, which accounted for 31% of variant effectiveness of the performance.

**Table 4.** Coefficients for specific statistically significant independent variables (dependent variable: pattern II)

Independent variables	BETA	BETA st. error	B	B st. error	t (26)	P value
Freestyle			6.595	1.006	6.554	0.001
DYB	0.508	0.148	0.007	0.002	3.430	0.01
DYS	-0.522	0.164	-0.005	0.002	-3.189	0.01
ĆKA	-0.521	0.173	-0.250	0.083	-3.021	0.01
ĆKP	0.458	0.176	0.211	0.081	2.596	0.05

Legend: DYB - clenching hand dynamometer in standing position without visual control, DYS - clenching hand dynamometer without visual control on high jump landing, ĆKA - complex coordination exercise involving asymmetrical movements RR and NN, ĆKP - complex coordination exercise involving variable movements RR and NN. For other symbols see Table 3.

**Table 5.** Coefficients for specific statistically significant independent variables (dependent variable: pattern III)

Independent variables	BETA	BETA st. error	B	B st. error	t (26)	P value
Freestyle			11.536	2.407	4.793	0.001
DYW	0.661	0.278	0.013	0.005	2.380	0.05
DYG	0.520	0.201	0.007	0.003	2.593	0.05
ĆKA	0.577	0.236	0.390	0.160	2.439	0.05

Legend: DYW - clenching hand dynamometer in standing position with visual control, DYG - clenching hand dynamometer in headstand without visual control, ĆKA - complex coordination exercise involving asymmetrical movements RR and NN. For other symbols see Table 3.

In the case of pattern III, the independent variables accounting for the variation included the following factors: clenching hand dynamometer in standing position with visual control, clenching hand dynamometer in headstand without visual control and complex coordination exercise with asymmetrical movements RR and NN (Tab. 5).

The most significant independent variables underlying the effectiveness of the performance of pattern III included clenching hand dynamometer in standing position with visual control and complex coordination exercise with asymmetrical movements RR and NN (accounted for 13% and 17% respectively).

The analysis of independent variables accounting for the effectiveness of teaching showed that the importance of specific coordination skills and their derivatives depended on the specific features of the movement being taught. The percentage of independent variables, determining the coordination potential, accounting for the studied issue fell within the range of 39%-65%.

### Discussion

In the course of children's sports training, comprehensive preparation is essential to further advancement to champion level. Improperly organised training may produce negative irreversible effects on both physical and mental development. In acrobatic gymnastics, classified as one of the so-called early-age sports disciplines, training of children and youths should comply with long-term objectives of the training.

The specific features of acrobatic gymnastics require that the development of physical and coordination motor skills be "coupled" with simultaneous teaching of the basic movements [2, 15, 26]. The acquisition of how to perform the basic acrobatic exercises at an early stage is one of the most important tasks in the course of comprehensive training. Thus, the specific basis is provided for more and more difficult exercises

and patterns. Only full proficiency in the basic acrobatic exercises shall enable taking advantage of the positive transfer of motor habits in the course of training [25].

When developing training schedules and programming long-term training, a coach should allow for as many as possible factors underlying the effectiveness of the training.

The complexity of factors (genetic and environmental) relevant to the process of teaching movements causes that training efficacy can be increased as a result of an attempt to investigate even some of them and to include those in the training [18, 23, 34].

The basic acrobatic exercises were taught in groups differentiated in terms of coordination potential and similar in terms of physical preparation. It was determined that after a year-long experiment, the average scores for the performance of the basic acrobatic exercises were comparable in the groups with low, average and high coordination potential ( $p > 0.05$ ). Probably, the acrobatic exercises, and in particular their complexity, proved to be too simple for acrobats after a 2-year training (12-month comprehensive training and 12-month educational experiment). Even acrobats having low (based on the studied group) level of coordination potential had no difficulty mastering the exercises performed one at a time. The average scores for the performance of patterns were observed to be strongly differentiated. In the case of pattern I, the average score in the group having the highest coordination potential was higher than the average score in the L and A groups ( $p < 0.05$ ). The scores in the L and A groups were identical, which could be accounted for by the fact that pattern I was easiest with low coordination complexity and did not require high coordination potential. On the other hand, the greatest differentiation of scores was determined in the case of pattern II. The average score in the H group was higher than the scores in the L and A groups by 4.8% and 4.2% respectively ( $p < 0.05$ ). The smallest differentiation of scores was observed in the case of pattern III. The average score in the H group was higher by 4.1% than the average score in the L group ( $p < 0.05$ ), and by 2.4% than the score in the A group ( $p > 0.05$ ). Such smallest differentiation can be accounted for by the fact that pattern III included a large number of strength, flexibility as well as strength-endurance exercises. In such exercises both the "local and global coordination" is less important than motor skills related to physical fitness [34].

Based on the interpretation of the above results it can be concluded that at the stage of comprehensive training, the importance of the coordination potential in the course of teaching is contingent on the specific features (complexity) of the movement being taught. In the exercises of a more complex structure, its importance increases.

It is well known that the acquisition of a specific movement requires both coordination skills and physical fitness [3, 7, 9, 12, 13, 20, 31]. The results of experimental studies [24, 27, 33, 38] showed the positive influence of coordination skills on the effectiveness of learning new movements by children and youths. Also Schnabel [28], Hirtz [10], Ljach [17] claim that there is strong correlation between motor coordination skills and technical skills. They recommend that technical training should be "coupled" with the development of coordination skills.

Based on the obtained results we are inclined to conclude that teaching of the basic acrobatic exercises at the stage of comprehensive training should be closely related to the development of motor skills, however coordination skills should play a prevailing role. Such conclusion can be supported by the study results of other authors [22, 34].

The results of the regression analysis did not provide the expected data on the specific coordination determinants of the efficacy in the course of teaching the basic acrobatic exercises.

The effectiveness of teaching acrobatic patterns I, II and III depended primarily on the “global coordination”, differentiation of movements and body balance. It should be added that the importance of the “global coordination” prevailed. The role of the “global motor coordination” was emphasized by Starosta [34]. The author showed that in the exercises of global nature, the “global coordination” was more important than the level of physical fitness.

The resulting set of independent variables underlying the effectiveness of teaching acrobatic exercises revealed that the coordination potential could be used to explain from 39% to 65% of the dependent variables. It means that there were additional factors which influenced the teaching effects at about 50%.

In practical terms, the results of our study have confirmed that movements should be taught as “coupled” with the motor development, however the improvement of coordination should play a dominant role. The importance of the coordination potential increases as the complexity of specific movements becomes greater. Ljach [17], Hugel et al. [13] stated that the motor coordination skills can manifest themselves differently, depending on the specific nature of the movement. This statement was confirmed by the results of our study.

Many authors have emphasized that training may introduce certain stabilization of motor capabilities and “narrow down” the strategies of effective motor activities [19, 37]. It is important to take advantage of sensitive and critical periods in the course of the development of coordination skills, which in general fall within the period of comprehensive training, to fully use them in the course of teaching movements essential for a given sports discipline [11, 17, 32, 34]. Therefore, it is necessary to continue studies of factors underlying the effectiveness of teaching, as well as neurophysiological mechanisms responsible for this process [35].

### Conclusions

The conducted study of the effectiveness of teaching the basic exercises and patterns at the stage of comprehensive training in a group of acrobats having different coordination potential allowed us to formulate the following conclusions:

1. In the process of teaching movements, the importance of the coordination potential becomes greater as the complexity of the movement structure in the exercises increases.
2. The effectiveness of teaching acrobatic patterns was relative to the coordination potential level. The best results were achieved by acrobats having high coordination potential.
3. The levels of “global coordination” and kinaesthetic differentiation appeared to be the independent variables which to the greatest extent determined the effectiveness of teaching acrobatic patterns in the junior group.
4. At the stage of comprehensive training, programmed teaching provided an effective method for teaching the basic exercises. The process of teaching each specific movement should be preceded with the development of a detailed linear branched algorithm including the essential components of the sports technique.

### Literature

1. Amorose J.A., Weiss R.M. (1998) Coaching feedback as a source of information about perceptions of ability: A developmental examination. *J. Sport Exerc. Psychol.*, 20, 395-420.
2. Boloban V.N. (2006) Sensomotor coordination as a basis for technical preparation. *Nauka v Olimpijskom Sportie*, 2, 96-102. [in Russian]
3. Bompa T. (1999) Periodization: Theory and Methodology of Training. York University, Human Kinetics.
4. Czabański B. (2000) Psychomotor Education. Wrocław AWF. [in Polish]
5. Czabański B. (2003) Direct teaching methods, stating and searching in the course of improvement of swimming skills. *Człowiek i Ruch*, Wrocław AWF, 2 (8), 41-44. [in Polish]
6. Czajkowski Z. (1991) Teaching Sports Techniques. RCMŚKFiS, Warszawa. [in Polish]
7. Dick F.W. (2007) Sports Training Principles. A & C Black, London.
8. Ferguson G.A., Takane Y. (1999) Statistical Research in Psychology and Pedagogy. PWN, Warszawa. [in Polish]
9. Hguyen Kim Kyun (2005) Pedagogic Diagnostic of Physical Condition and Special Preparation of 10-12 aged Gymnasts at the Stage of Special Preparation. Avtoref. dis. ...kand. ped. nauk. Moskva, p. 23. [in Russian]
10. Hirtz P. (1985) Motor Coordination in Sports School. Volk und Wissen, Berlin. [in German]
11. Hirtz P., Starosta W. (1989) Sensitive and critical periods in development of coordination abilities in children and youths. *Biol. Sport*, 6, Suppl. 3, 276-282.
12. Hodges N.J., Franks I.M. (2001) Learning and coordination skills. Interactive effects of instruction and feedback. *RQES*, 72, 132-142.
13. Hugel F., et al. (1999) Postural control of ballet dancers. A specific use of visual input for artistic purposes. *Int. J. Sports Med.*, 20, 86-92.
14. Kernodle M.W., Carlton L.G. (1992) Information feedback and the learning of multiple-degree-of-freedom activities. *J. Mot. Behaviour*, 24, 187-196.
15. Kochanowicz K. (2006) Basis of Conducting the Process of Sport Training in Gymnastics. AWFIS Gdańsk, wyd. II. [in Polish]
16. Koszczyk T. (2003) Optimisation of learning and teaching of motor activity. *Człowiek i Ruch*, PTNKF, Wrocław AWF, 1 (7), 51-74. [in Polish]
17. Ljach W. (1995) The Role of General and Special Coordination Preparation in the Sports Training for Children and Youths. Recent Sports and Juvenile Problems. Materiały naukowe, Instytut Sportu, Warszawa, pp. 166-170. [in Polish]
18. Ljach W. (2002) The impact of genetic and environmental factors on the development of motor coordination skills. *Wych. Fiz. Sport*, 46, 257-266. [in Polish]
19. Marin L., Bardy B.G., Boostma R.J. (1999) Level of gymnastic skill as an intrinsic constraint on postural coordination. *J. Sports Sci.*, 17, 615-626.
20. Matviejev L.P. (1977) The Essentials of Sports Training. Fizkultura i Sport. Moskva. [in Russian]
21. McCullagh, P., Little W.S. (1990) Demonstration and knowledge of results in motor skill acquisition. *Percept. Mot. Skills*, 71, 735-742.
22. Morozevicz-Sziljuk T.A. (1999) The Structure and Content of Comprehensive Acrobatic Preparation for Beginners. Avtoref. dis. ... kand. ped. nauk. Minsk, p. 18. [in Russian]
23. Osiński W. (2003) Anthropomotomics. Poznań AWF. [in Polish]

24. Raczek J. (1989) The role of motor coordination skills in the process of teaching children and youths sports skills. *Zeszyty Naukowe*, Wrocław AWF, 50, 21-27. [in Polish]
25. Sadowski J. (1986) The problem of transferring training abilities in the course of cyclic and acyclic heavy-duty exercises. *Teoria praktyka fizycznej kultury*, 12, 49-51. [in Russian]
26. Sadowski J., Bołoban W., Mastalerz A., Niżnikowski T. (2003) Components of the acrobatic technical preparation structure. *Teorija i praktyka fizycznej kultury*. Moskwa, 9, 19-23. [in Russian]
27. Schmidt R.A., Wrisberg C.A. (2000) Motor Learning and Performance. A Problem – Based Learning Approach. Second Edition. Human Kinetics, Champaign.
28. Schnabel G. (1998) Motor learning. [in]: K. Meinel, G. Schnabel (ed.) *Motor Sport Kinematics*. Sportverlag, Berlin. [in German]
29. Silverman S. (1994) Communication and motor skill learning: What we learn from research in the gymnasium. *Quest*, 46, 345-355.
30. Smolevski V.M., Gavierdovski J.K. (1999) *Sports Gymnastics*. Olimpijskaja Literatura, Kiev. [in Ukrainian]
31. Sozański H. (1999) *The Essentials of the Sports Training Theory*. Biblioteka trenera, COS, Warszawa. [in Polish]
32. Sozański H. (2005) *Selected Aspects of Qualifying Children and Youths for Sports Activities and Training*. Zeszyty Metodyczno-Szkoleniowe, PFSM, Warszawa. [in Polish]
33. Starosta W. (2003) *Motor Coordination Skills. Importance, Structure, Factors, Development*. Instytut Sportu, Warszawa. [in Polish]
34. Starosta W. (2006) *Global and Local Motor Coordination in the Physical Education and Sports*. Warszawa. [in Polish]
35. Stergiou, N., Harbourne, R.T. and Cavanaugh, J.T. (2006) Optimal movement variability: A new theoretical perspective for neurologic physical therapy. *JNPT*, 30(3), 120-129.
36. Tzetzis G., Votsis E., Kourtessis T. (2008) The effect of different corrective feedback methods on the outcome and self confidence of young athletes. *JSSM*, 7, 371-378.
37. Vuillerme N. i wsp. (2001) The effect of expertise in gymnastics on postural control. *Neuroscience Letters*, 303, 83-86.
38. Zimmermann K., Nicklisch R. (1981) Training of motor coordination and its importance in technical or technical-tactical sportsmen's achievements. "Theory and practice in physical culture", no 10. [in German]

Submitted: August 7, 2009

Accepted: September 17, 2009

# EFEKTYWNOŚĆ NAUCZANIA PODSTAWOWYCH ĆWICZEŃ I UKŁADÓW AKROBATYCZNYCH ZAWODNIKÓW O RÓŻNYM POTENCJALE KOORDYNACYJNYM

## *Nauczanie ćwiczeń i układów akrobatycznych*

JERZY SADOWSKI<sup>1</sup>, EWELINA NIŻNIKOWSKA<sup>2</sup>, TOMASZ NIŻNIKOWSKI<sup>3</sup>

*Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie, Zamiejscowy Wydział Wychowania Fizycznego w Białej Podlaskiej, Zakład Lekkiej Atletyki<sup>1</sup>, Zakład Gimnastyki<sup>3</sup> Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej<sup>2</sup>*

Adres do korespondencji: Jerzy Sadowski, Zamiejscowy Wydział Wychowania Fizycznego w Białej Podlaskiej, Zakład Lekkiej Atletyki, ul. Akademicka 2, 21-500 Biała Podlaska, tel. 083 3428800, fax: 083 3428800, e-mail: jerzy.sadowski@awf-bp.edu.pl

**Streszczenie:** Celem pracy była ocena efektywności nauczania podstawowych ćwiczeń i układów akrobatycznych zawodników o różnym potencjale koordynacyjnym. W badaniach uczestniczyła grupa trzydziestu chłopców ( $n = 30$ ) w wieku 8–9 lat (wysokość ciała  $129,77 \pm 3,77$  cm; masa ciała  $26,34 \pm 1,66$  kg). Badani byli podzieleni w zależności od potencjału koordynacyjnego na trzy grupy o niskim (N), średnim (Ś) i wysokim (W) poziomie koordynacyjnych zdolności motorycznych. W badaniach zastosowano metodę eksperymentu pedagogicznego. Czas trwania eksperymentu wynosił 12 miesięcy. Proces nauczania przebiegał według zasad nauczania programowanego.

Ustalono, że rola potencjału koordynacyjnego w nauczaniu czynności ruchowych zwiększa się wraz ze wzrostem złożoności nauczanych ćwiczeń i układów akrobatycznych. Najwyższą ocenę za wykonanie przerzutu bokiem uzyskali akrobaci o średnim potencjale koordynacyjnym. Różnica między średnim wynikiem grupy S a średnim wynikiem grupy N wyniosła 4,8% ( $p < 0,05$ ), natomiast grupy W 1% ( $p < 0,05$ ). Badani nie różnili się pod względem efektywności nauczania takich ćwiczeń jak: przewrót w przód, stanie na głowie, stanie na rękach i przerzut bokiem. Stwierdzono, że akrobaci z grupy W uzyskali najwyższą średnią ocenę za wykonanie I, II i III układu. Efektywność nauczania ćwiczeń i układów akrobatycznych zależała od potencjału koordynacyjnego badanych i złożoności koordynacyjnej ćwiczeń.

**Słowa kluczowe:** akrobatyka sportowa, ćwiczenia i układy akrobatyczne, efektywność nauczania, potencjał koordynacyjny

### Wprowadzenie

Akrobatyka zaliczana jest do grupy dyscyplin sportu, w której technika decyduje o wyniku sportowym. Akrobata powinien być wszechstronnie przygotowany kondycyjnie, koordynacyjnie, a także dysponować dobrą i stabilną techniką. Szkolenie sportowe zawodników akrobatyki już od etapu szkolenia wszechstronne powinno być podporządkowane dalekosiężnym celom wychowawczym i sportowym.

Wśród głównych uwarunkowań efektywnego nauczania czynności ruchowych wymienia się szereg czynników: motywację, uzdolnienia ruchowe, pamięć motoryczną, komunikację dydaktyczną, metody nauczania, rodzaju informacji zwrotnej i inne [1, 5, 6, 12, 14, 16, 21, 23, 29, 36]. Ważną rolę w zespole tych uwarunkowań odgrywają kondycyjne i koordynacyjne zdolności motoryczne.

Wyniki badań Smolewskiego i Gavirodovskiego [30], Starosty [33], Kochanowicza [15] świadczą, że między poziomem rozwoju zdolności koordynacyjnych a efektywnością nauczania czynności ruchowych istnieją istotne statystycznie współzależności. Osobnicy posiadający wyższy poziom tych zdolności szybciej uczą się nowych czynności ruchowych, wzrasta jakość i trwałość ich wykonania, a także zwiększa się pozytywny transfer nawyków ruchowych.

Wśród koordynacyjnych uwarunkowań efektywności nauczania czynności ruchowych wymienia się różne zdolności, które są zależne od specyfiki nauczanej czynności ruchowej. Bardzo mało jest informacji na temat koordynacyjnych uwarunkowań nauczania ćwiczeń akrobatycznych wchodzących do programów klasyfikacyjnych Polskiego Związku Akrobatyki Sportowej (PZAS). Określenie efektywności nauczania podstawowych ćwiczeń i układów akrobatycznych w zależności od potencjału koordynacyjnego zawodników pozwoli racjonalnie dobierać środki treningu stosownie do nauczanych czynności ruchowych i indywidualizować proces treningu. Uzyskanie takich informacji sprzyjać powinno opracowaniu progresywnych strategii nauczania czynności ruchowych akrobatów na etapie szkolenia wszechstronnego.

Celem badań była ocena efektywności nauczania podstawowych ćwiczeń i układów akrobatycznych zawodników o różnym potencjale koordynacyjnym oraz identyfikacja zdolności koordynacyjnych w największym stopniu wpływających na ten proces.

### Material i metody

Badaniami objęto grupę trzydziestu chłopców ( $n = 30$ ) w wieku 8–9 lat (wysokość ciała  $129,77 \pm 3,77$  cm; masa ciała

26,34 ± 1,66 kg). Uczestnictwo w eksperymencie poprzedziło roczne szkolenie o charakterze ogólnorozwojowym. Nauczanie ćwiczeń i układów akrobatycznych przeprowadzono w trakcie 12 miesięcznego eksperymentu pedagogicznego. Badani zostali podzieleni na grupę o wysokim (W; n = 11), średnim (Ś; n = 9) i niskim (N; n = 10) poziomie potencjału koordynacyjnego na podstawie średnich wyników z prób mierzących zdolności: kinestetycznego różnicowania, orientacji czasowo-przestrzennej, szybkiej reakcji, dostosowania ruchu, wysokiej częstotliwości ruchów i utrzymania równowagi ciała. Grupy eksperymentalne różniły się istotnie statystycznie pod względem potencjału koordynacyjnego, a nie różniły się ze względu na potencjał kondycyjny. Nauczanie czynności ruchowych odbywało się według zasad nauczania programowanego [4]. W tym celu przygotowano specjalne karty, które zawierały wzorcową technikę, zestaw ćwiczeń przygotowawczych, zestaw ćwiczeń pomocniczych, zestaw ćwiczeń doskonalących technikę ćwiczenia oraz zestaw najczęściej popełnianych błędów w trakcie wykonania poszczególnych faz ćwiczenia z ilustracjami poprawnego wykonania. Zajęcia treningowe odbywały się trzy razy w tygodniu po 120 min. We wszystkich badanych grupach sposób nauczania, objętość i intensywność treningu była identyczna. Badani mieli za zadanie opanować ćwiczenia i układy akrobatyczne klasy młodzieżowej zawarte w programach klasyfikacyjnych PZAS:

- układ I polegał na wykonaniu: z rozbiegu 2–5 kroków i odbicia obunóż naskokiem przewrotu w przód; wysoko prostego w górę, z ramionami w górę, „ładowanie naprzemiannóż”; przerzutu bokiem w lewo z ćwierćobrotem w prawo do wypadu prawą nogą z wyprostowanymi ramionami w górę, zakończonego przyjęciem postawy,
- układ II polegał na wykonaniu: z rozbiegu 2–5 kroków kolejno przerzutu bokiem z ćwierćobrotem w lewo z ramionami w górę; „odbicia naprzemiannóż” przewrotu w przód do przysiadu; wysoko prostego w górę do przysiadu podpartego; przewrotu w tył; wysoko prostego w górę z półobrotem, zakończonego przyjęciem postawy,
- układ III zawierał z postawy zasadniczej wykrok lewą nogą ze wznosem ramion w bok, wymach prawą nogą w przód z kłaśnięciem w dłoń pod nogą, wykrok prawą nogą w przód, ramiona w bok, wymach lewą nogą w przód z kłaśnięciem w dłoń pod nogą, wykrok lewą nogą i z dostawieniem prawej przysiad podparty, wyrzut nóg w tył do podporu przodem, z ugięciem ramion wymach prawej nogi w tył i z wyprostem ramion i ugięciem nóg przejście do siadu klęcznego obunóż, ramiona w przód, z oparciem dłoni o podłoże przewrót w przód o nogach prostych do leżenia tyłem, ugięcie ramion i nóg – „mostek” – wytrzymać, z ugięciem ramion i nóg leżenie tyłem, skulieniem przetoczenie w przód do siadu prostego w rozkroku, ramiona w bok, skłon tułowia w przód z chwytem dłońmi za kostki nóg i dotknięciem czołem lub klatką piersiową do podłoża – wytrzymać, złączyć nogi i przewrót w tył o nogach prostych do przysiadu podpartego, siłą o nogach podkurczonych stanąć na głowie, powolny wyprost nóg – stanie na głowie o nogach wyprostowanych – wytrzymać, opust prostych na podłoże i odepchnięciem z rąk przez przysiad podparty, postawa, wymach nogą w przód i przerzut bokiem do rozkroku, postawa.

Ponadto nauczano: przewrotu w przód po naskoku z fazą lotu do postawy, stania na głowie siłą, stania na rękach z postawy i przerzutu bokiem.

Ocenę efektywności nauczania przeprowadzili sędziowie gimnastyki sportowej na podstawie ocen uzyskanych na zawodach sportowych. Zastosowano ocenę integralną (wykonanie ćwiczenia akrobatycznego w całości). Do analizy uwzględniono średnią z trzech ocen sędziowskich. Zgodność ocen sę-

dziowskich potwierdził wysoki współczynnik konkordacji  $r = 0,893$ .

Poszukując koordynacyjnych uwarunkowań efektywności nauczania ćwiczeń akrobatycznych ocenie poddano następujące koordynacyjne zdolności motoryczne: kinestetyczne różnicowanie, orientację czasowo-przestrzenną, zdolność szybkiej reakcji, dostosowania ruchów, wysokiej częstotliwości ruchów i utrzymania równowagi ciała.

- Zdolność kinestetycznego różnicowania oceniano na podstawie prób, w których badany wykonuje trzy próby ściskania dynamometru dłoniowego z siłą, równą 100 N, ze wzrokową kontrolą i trzy próby bez wzrokowej kontroli, w staniu na głowie w podporze na jednej ręce, z pomocą oraz trzy próby ściskania dynamometru dłoniowego bez wzrokowej kontroli w postawie. Liczono średni błąd z trzech prób.
- Do oceny zdolności orientacji czasowo-przestrzennej zastosowano dwie próby: pierwsza próba to bieg do kolorowych piłek. Druga próba – trzy próby ściskania dynamometru dłoniowego z siłą równą, 100 N w trakcie zeskoku z wysokości 110 cm na sygnał zapalającej się lampki w pozycji wyprostowanej bez wzrokowej kontroli. Liczono średni błąd trzech prób.
- Zdolność szybkiej reakcji oceniano na podstawie wyników próby w teście reakcji z wykorzystaniem Wiedeńskiego Systemu Testów.
- Zdolność dostosowania ruchu oceniali eksperci w skali od 1 do 10 pkt. na podstawie wyników dwóch prób: ćwiczenie złożone koordynacyjnie z asymetryczną pracą ramion i nóg oraz ćwiczenie złożone koordynacyjnie ze zmianą pracy ramion i nóg.
- Zdolność wysokiej częstotliwości ruchów oceniano na podstawie liczby uderzeń pióra w specjalny kwadrat w czasie 30 s. W tym celu zastosowano Wiedeński System Testów.
- Zdolność utrzymania równowagi ciała. Badanie równowagi ciała dokonano na podstawie wyników wykonania próby Romberga i próby stania jednonóż. Próby wykonano na platformie „KISTLERA”. Mierzono przemieszczenie się punktu nacisku stóp na podłoże – COP (center of pressure) i środka masy ciała COM (center of mass) w funkcji czasu. Analizie poddano przemieszczenia się punktu nacisku stóp na podłoże COP podczas utrzymania równowagi ciała w dwóch płaszczyznach:  $F_y$  (N) – strzałkowej i  $F_x$  (N) – czołowej. Analizowano minimalne, maksymalne i średnie wartości w dwóch płaszczyznach. Zastosowano dwie próby. Pierwsza próba Romberga. Postawa ciała pionowa, ramiona w przód, palce rozwarste, stopy złączone. Całkowity czas wykonania próby wynosi 20 s, w tym 10 s z oczami otwartymi i 10 s z oczami zamkniętymi. Druga próba stania jednonóż. Całkowity czas wykonania 20 s, w tym stanie na prawej nodze 10 s, stanie na lewej nodze 10 s. Badany wykonuje stanę na prawej nodze, lewa noga w przód ugięta, dłoń na biodrach.

Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie wyliczając istotność różnic między średnimi wartościami na podstawie nieparametrycznego testu kolejności par Wilcoxon. Do zakwalifikowania akrobatów do grup N, S i W zastosowano analizę skupień metodą *k-średnich*. W celu porównania średnich wyników między grupami o niskim, średnim i wysokim potencjale koordynacyjnym przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji i wykorzystano Test NIR Fishera. W celu zidentyfikowania zmiennych niezależnych objaśniających efektywność nauczania podstawowych ćwiczeń i układów akrobatycznych zastosowano analizę regresji krokowej wstecznej [8].



## Wyniki

Po zakończeniu rocznego eksperymentu przeprowadzono analizę uzyskanych danych dla całej grupy badanych, a także z podziałem na grupy o różnym poziomie potencjału koordynacyjnego. Obserwując otrzymane wyniki można zauważyć znaczną dynamikę wskaźników przygotowania technicznego akrobatów. Średnie oceny za wykonanie podstawowych ćwiczeń i układów akrobatycznych były wyższe po zakończeniu eksperymentu niż na jego początku (Tab. 1).

Największe przyrosty średnich wyników odnotowano za wykonanie przewrotu w przód o 4,6% i stania na rękach o 3%. W dwóch pozostałych ćwiczeniach, stanie na głowie i przerzut bokiem, przyrosty średnich ocen były zbliżone i wyniosły 2,6% i 2,3% ( $p < 0,001$ ).

Dalsza analiza wyników miała dostarczyć informacji o jakości wykonania układów akrobatycznych. Po 12 miesięcznym eksperymentie stwierdzono poprawę we wszystkich nauczanych układach akrobatycznych.

**Tabela 1.** Podstawowe statystyki charakteryzujące wykonywanie ćwiczeń i układów akrobatycznych podczas zawodów

Ćwiczenia i układy akrobatyczne	Rok badań	$\bar{x}$	s	m	Z
Przewrót w przód [pkt]	2005	8,28	0,45	0,08	4,70***
	2006	8,66	0,42	0,08	
Stanie na głowie [pkt]	2005	8,87	0,37	0,07	4,48***
	2006	9,10	0,30	0,05	
Stanie na rękach [pkt]	2005	8,73	0,33	0,06	4,62***
	2006	8,99	0,27	0,05	
Przerzut bokiem [pkt]	2005	8,95	0,33	0,06	4,13***
	2006	9,16	0,22	0,04	
I układ [pkt]	2005	8,01	0,33	0,06	4,66***
	2006	9,32	0,29	0,05	
II układ [pkt]	2005	7,90	0,35	0,06	4,78***
	2006	8,89	0,23	0,04	
III układ [pkt]	2005	8,08	0,30	0,05	4,59***
	2006	8,87	0,33	0,06	

\*\*\* - zmiany istotne statystycznie na poziomie  $p < 0,001$ ,  $\bar{x}$  - średnia arytmetyczna, s - odchylenie standardowe, m - błąd średniej arytmetycznej, Z - test nieparametryczny kolejności par Wilcoxon

Największy przyrost średniej oceny odnotowano za wykonanie III układu ćwiczeń akrobatycznych. Wyniósł on 6%. W I i II układzie zmiany średnich wartości wyniosły odpowiednio 5,9% i 4,7%, ( $p < 0,001$ ).

Chcąc określić efektywność nauczania podstawowych ćwiczeń i układów akrobatycznych w zależności od potencjału koordynacyjnego konieczne było przesłedzenie uzyskiwanych wyników w grupie N, S i W (Tab. 2).

W ćwiczeniach przewrót w przód, stanie na głowie, stanie na rękach i przerzut bokiem między średnimi wynikami zawodników z grup o różnym potencjale koordynacyjnym nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie ( $p > 0,05$ ).

Różnice istotne statystycznie odnotowano między średnimi wynikami za wykonanie układów akrobatycznych. Akrobaci z grupy W uzyskali najwyższą średnią ocenę za wykonanie trzech układów. W I układzie ich średni wynik był o 3,9% lepszy od średniego wyniku grupy N oraz o 4,7% niż grupy S ( $p < 0,05$ ). Z kolei największe zróżnicowanie wyników było w ocenach za wykonanie II układu. Średni wynik grupy W był o 4,8% lepszy niż grupy N i o 4,2% niż grupy S ( $p < 0,05$ ). Najmniejsze zróżnicowanie wyników było między średnimi

**Tabela 2.** Różnice między średnimi ocenami za wykonanie ćwiczeń i układów akrobatycznych w zależności od niskiego (N), średniego (S) i wysokiego (W) potencjału koordynacyjnego

Ćwiczenia i układy akrobatyczne	Grupa N (1)	Grupa S (2)	Grupa W (3)
Przewrót w przód [pkt]	8,53	8,65	8,74
Stanie na głowie [pkt]	9,02	9,07	9,19
Stanie na rękach [pkt]	8,93	9,05	8,95
Przerzut bokiem [pkt]	9,15	9,14	9,18
I układ [pkt]	8,82 <sup>3</sup>	8,75 <sup>3</sup>	9,16 <sup>1,2</sup>
II układ [pkt]	8,78 <sup>3</sup>	8,83 <sup>3</sup>	9,20 <sup>1,2</sup>
III układ [pkt]	8,88 <sup>3</sup>	9,02	9,24 <sup>1</sup>

Objaśnienia: (1) - istotność statystyczna z grupą N ( $p < 0,05$ ), (2) - istotność statystyczna z grupą S ( $p < 0,05$ ), (3) - istotność statystyczna z grupą W ( $p < 0,05$ )

ocenami za wykonanie III układu. Średni wynik grupy W był o 4,1% lepszy od średniego wyniku grupy N ( $p < 0,05$ ), natomiast o 2,4% od wyniku grupy S ( $p < 0,05$ ).

Wyniki regresji krokowej miały wskazać te zdolności koordynacyjne, które istotnie wpływają na efektywność nauczania poszczególnych ćwiczeń i układów akrobatycznych. W ćwiczeniach przewrót w przód, stanie na głowie, stanie na rękach i przerzut bokiem nie znaleziono takich determinantów. Tylko w trzech układach akrobatycznych możliwe było wskazanie zmiennych niezależnych, decydujących o jakości ich wykonania. O poprawności wykonania I układu decydowały takie zmienne jak: ściskanie dynamometru dłoniowego bez wzrokowej kontroli przy zeskoku z wysokości, ćwiczenie złożone koordynacyjnie z asymetryczną pracą ramion (RR) i nóg (NN), ćwiczenie złożone koordynacyjnie ze zmianą pracy RR i NN oraz wskaźnik Fx (N) w próbie Romberga (Tab. 3).

**Tabela 3.** Wartości współczynników dla poszczególnych zmiennych niezależnych istotnych statystycznie (zmienna zależna: I układ ćwiczeń)

Zmienne niezależne	BETA	Błąd st. BETA	B	Błąd st. B	t (26)	Poziom p
W. wolny			3,359	1,805	1,861	0,08
DYS	-0,609	0,190	-0,008	0,002	-3,211	0,01
ĆKA	-0,673	0,225	-0,407	0,136	-2,989	0,01
ĆKP	0,730	0,212	0,424	0,123	3,445	0,01
avg R Fx	-0,485	0,196	-0,250	0,101	-2,472	0,05

Objaśnienia: BETA - standaryzowany współczynnik korelacji, Błąd st. BETA - błąd standardowy BETA, B - surowy współczynnik regresji, Błąd st. B - błąd standardowy B, t (df), Poziom p - wartość *f* wynikająca z niej wartość *p* pozwalają testować hipotezę, że wyraz wolny jest równy 0  
DYS - ściskanie dynamometru dłoniowego bez wzrokowej kontroli przy zeskoku z wysokości, ĆKA - ćwiczenie złożone koordynacyjnie z asymetryczną pracą RR i NN, ĆKP - ćwiczenie złożone koordynacyjnie ze zmianą pracy RR i NN, avg R Fx - średnia wartość  $F_x(N)$  w próbie Romberga

Najsilniejszą zmienną niezależną przy wykonaniu I układu okazał się czynnik: ćwiczenie złożone koordynacyjnie ze zmianą pracy RR i NN. Wyjaśniał on 39% wariacji efektywności wykonania I układu.

Wśród zmiennych niezależnych objaśniających efektywność nauczania II układu były czynniki: ściskanie dynamometru dłoniowego w postawie bez wzrokowej kontroli, ściskanie dynamometru dłoniowego bez wzrokowej kontroli przy zeskoku z wysokości, ćwiczenie złożone koordynacyjnie z asymetryczną pracą RR i NN, ćwiczenie złożone koordynacyjnie ze zmianą pracy RR i NN (Tab. 4).

**Tabela 4.** Wartości współczynników dla poszczególnych zmiennych niezależnych istotnych statystycznie (zmienna zależna: II układ ćwiczeń)

Zmienne niezależne	BETA	Błąd st. BETA	B	Błąd st. B	t(26)	Poziom p
W. wolny			6,595	1,006	6,554	0,001
DYB	0,508	0,148	0,007	0,002	3,430	0,01
DYS	-0,522	0,164	-0,005	0,002	-3,189	0,01
ĆKA	-0,521	0,173	-0,250	0,083	-3,021	0,01
ĆKP	0,458	0,176	0,211	0,081	2,596	0,05

Objaśnienia: DYB - ściskanie dynamometru dłoniowego w postawie bez wzrokowej kontroli, DYS - ściskanie dynamometru dłoniowego bez wzrokowej kontroli przy zeskoku z wysokości, ĆKA - ćwiczenie złożone koordynacyjnie z asymetryczną pracą RR i NN, ĆKP - ćwiczenie złożone koordynacyjnie ze zmianą pracy RR i NN. Pozostałe objaśnienia patrz Tabela 3.

Zmienną niezależną najsilniej objaśniającą efektywność wykonania II układu okazał się czynnik ćwiczenie złożone koordynacyjnie ze zmianą pracy RR i NN, który wyjaśniał 31% wariancji efektywności wykonania omawianego układu.

W III układzie wśród zmiennych niezależnych wyjaśniających wariancję ujawniły się następujące czynniki: ściskanie dynamometru dłoniowego w postawie ze wzrokową kontrolą, ściskanie dynamometru dłoniowego w staniu na głowie bez wzrokowej kontroli i ćwiczenie złożone koordynacyjnie z asymetryczną pracą RR i NN (Tab. 5).

**Tabela 5.** Wartości współczynników dla poszczególnych zmiennych niezależnych istotnych statystycznie (zmienna zależna: III układ ćwiczeń)

Zmienne niezależne	BETA	Błąd st. BETA	B	Błąd st. B	t(26)	Poziom p
W. wolny			11,536	2,407	4,793	0,001
DYW	0,661	0,278	0,013	0,005	2,380	0,05
DYG	0,520	0,201	0,007	0,003	2,593	0,05
ĆKA	0,577	0,236	0,390	0,160	2,439	0,05

Objaśnienia: DYW - ściskanie dynamometru dłoniowego w postawie ze wzrokową kontrolą, DYG - ściskanie dynamometru dłoniowego w staniu na głowie bez wzrokowej kontroli, ĆKA - ćwiczenie złożone koordynacyjnie z asymetryczną pracą RR i NN. Pozostałe objaśnienia patrz Tabela 3.

Najsilniejszymi zmiennymi niezależnymi efektywności wykonania III układu były czynniki: ściskanie dynamometru dłoniowego w postawie ze wzrokową kontrolą, i ćwiczenie złożone koordynacyjnie z asymetryczną pracą RR i NN (wyjaśniały kolejno 13% i 17%).

Analiza zmiennych niezależnych objaśniających efektywność nauczania ujawniła, że rola poszczególnych zdolności koordynacyjnych i ich pochodnych zależała od specyfiki nauczanej czynności ruchowej. Odsetek zmiennych niezależnych, charakteryzujący potencjał koordynacyjny, wyjaśniający badany problem zawierał się w przedziale 39%-65%.

## Dyskusja

W procesie szkolenia sportowego dzieci wszechstronne przygotowanie jest kluczowe w późniejszym rozwoju mistrzostwa sportowego. Nieprawidłowo zorganizowany trening może spowodować negatywne, nieodwracalne skutki zarówno w rozwoju fizycznym jak i psychicznym. W akrobatyce sportowej zaliczanej do tzw. sportów wczesnych trening dzieci i młodzieży powinien być podporządkowany perspektywnym celom szkolenia.

Specyfika akrobatyki sportowej wymaga, aby rozwój kondycyjnych i koordynacyjnych zdolności motorycznych był „sprzężony” z jednoczesnym nauczaniem podstawowych czynności ruchowych [2, 15, 26]. Wczesne opanowanie nawyków wykonania podstawowych ćwiczeń akrobatycznych jest jednym z najważniejszych zadań etapu szkolenia wszechstronnego. Wówczas tworzy się swoisty fundament, na którym będą nauczane coraz trudniejsze ćwiczenia i układy. Tylko dobre opanowanie podstawowych ćwiczeń akrobatycznych umożliwi wykorzystanie zjawiska pozytywnego transferu nawyków ruchowych w procesie szkolenia [25].

Przystępując do planowania i programowania wieloletniego treningu trener powinien uwzględnić jak największą liczbę czynników objaśniających efektywność szkolenia.

Złożoność uwarunkowań (genetycznych i środowiskowych) procesu nauczania czynności ruchowych sprawia, że wszelkie próby poznania tylko niektórych z nich i uwzględnienie ich w treningu może istotnie podnieść jego efektywność [18, 23, 34].

Nauczanie podstawowych ćwiczeń akrobatycznych przeprowadzono w grupach różniących się między sobą pod względem potencjału koordynacyjnego, a posiadających podobny poziom przygotowania kondycyjnego. Stwierdzono, że po rocznym eksperymencie średnie oceny otrzymane za wykonanie podstawowych ćwiczeń akrobatycznych były zbliżone w grupie o niskim, średnim i wysokim potencjale koordynacyjnym ( $p > 0,05$ ). Prawdopodobnie charakter ćwiczeń akrobatycznych a szczególnie ich złożoność okazały się zbyt proste dla akrobatów po dwuletnim okresie szkolenia (12 miesięcznym treningu ogólnorozwojowym i 12 miesięcznym eksperymencie pedagogicznym). Nawet osobnicy o niskim (na tle badanej grupy) poziomie potencjału koordynacyjnego nie mieli trudności z opanowaniem nauczanych ćwiczeń wykonywanych pojedynczo. Duże zróżnicowanie średnich wyników zaobserwowano za wykonanie układów. W I układzie średni wynik grupy o najwyższym potencjale koordynacyjnym był lepszy od średniego wyniku grupy N i grupy S ( $p < 0,05$ ). Wyniki grup N i S nie różniły się, co mogło być spowodowane tym, że układ I był najłatwiejszy o małej złożoności koordynacyjnej i nie wymagał wysokiego poziomu potencjału koordynacyjnego. Z kolei największe zróżnicowanie wyników odnotowano w przypadku II układu. Średni wynik grupy W był lepszy od wyniku grupy N i S odpowiednio o 4,8% i 4,2% ( $p < 0,05$ ). Najmniejsze zróżnicowanie wyników było między średnimi ocenami za wykonanie III układu. Średni wynik grupy W był o 4,1% lepszy od średniego wyniku grupy N ( $p < 0,05$ ), natomiast o 2,4% od wyniku grupy S ( $p > 0,05$ ). Przyczyną najmniejszego zróżnicowania może być fakt, że III układ zawiera dużą liczbę ćwiczeń o charakterze siłowym, gibkościowym i siłowo-wytrzymałościowo-gibkościowym. W tego typu ćwiczeniach zarówno „koordynacja lokalna i globalna” odgrywa mniejsze znaczenie niż kondycyjne zdolności motoryczne [34].

Interpretując powyższe wyniki można prawdopodobnie stwierdzić, że na etapie szkolenia wszechstronnego rola potencjału koordynacyjnego w procesie nauczania zależy od specyfiki (złożoności) nauczanej czynności ruchowej. W ćwiczeniach o bardziej złożonej strukturze ruchu jego rola wzrasta.

Wiadomo, że opanowanie określonej czynności ruchowej wymaga udziału zdolności kondycyjnych i koordynacyjnych [3, 7, 9, 12, 13, 20, 31]. Wyniki badań eksperymentalnych [24, 27, 33, 38] wykazały pozytywny wpływ zdolności koordynacyjnych na efektywność uczenia się nowych czynności u dzieci i młodzieży. Również Schnabel [28], Hirtz [10], Ljach [17] twierdzą, że istnieje silna zależność pomiędzy koordynacyjnymi zdolnościami motorycznymi a umiejętnościami technicznymi. Zalecają, aby trening techniczny był „sprzężony” z kształtowaniem koordynacyjnych zdolności.

Na podstawie otrzymanych wyników badań skłaniamy się ku stwierdzeniu, że nauczanie podstawowych ćwiczeń akrobatycznych na etapie szkolenia wszechstronnego powinno przebiegać w ścisłym związku z rozwojem zdolności motorycznych, ale przy dominującej roli zdolności koordynacyjnych. Takie stanowisko znajduje swoje uzasadnienie w wynikach badań innych autorów [22, 34].

Rezultaty analizy regresji nie dostarczyły oczekiwanych danych o specyficznych koordynacyjnych determinantach efektywności nauczania podstawowych ćwiczeń akrobatycznych. Efektywność nauczania I, II i III układu akrobatycznego zależała głównie od „globalnej koordynacji”, różnicowania ruchów i równowagi ciała. Należy dodać, że znaczenie „globalnej koordynacji” było przeważające. Rolę „globalnej koordynacji ruchowej” podkreśla Starosta [34]. Autor wykazał, że w ćwiczeniach o charakterze globalnym znaczenie „globalnej koordynacji” było wyższe niż kondycyjnych zdolności.

Otrzymany zestaw zmiennych niezależnych objaśniających efektywność nauczania ćwiczeń akrobatycznych ujawnił, że potencjał koordynacyjny wyjaśniał od 39% do 65% zmienną zależną. Oznacza to, że istniały dodatkowe czynniki, które w około 50% wpływały na efekt nauczania.

Z praktycznego punktu widzenia rezultaty naszych badań potwierdzają potrzebę nauczania czynności ruchowych w „sprzężeniu” z rozwojem motorycznym przy wiodącej roli usprawniania koordynacyjnego. Rola potencjału koordynacyjnego zwiększa się w miarę podwyższania trudności wykonywanych zadań ruchowych. Ljach [17], Hugel i wsp. [13] twierdzą, że koordynacyjne zdolności motoryczne przejawiają się w różnorodny sposób w zależności od specyfiki zadania ruchowego. Wyniki naszych badań potwierdzają ten pogląd.

Wielu autorów podkreśla, że trening prowadzi do określonego poziomu stabilizacji zachowań motorycznych oraz „zawężenia” strategii efektywnych działań motorycznych [19, 37]. Ważne jest wykorzystanie okresów sensorywnych i krytycznych w rozwoju zdolności koordynacyjnych, które głównie przypadają na etap szkolenia wszechstronnego, aby w pełni wykorzystać je w procesie nauczania podstawowych dla danej dyscypliny sportu czynności ruchowych [11, 17, 32, 34]. Dlatego konieczne są dalsze badania nie tylko uwarunkowań efektywnego nauczania, ale również neurofizjologicznych mechanizmów odpowiadających za przebieg tego procesu [35].

### Wnioski

Przeprowadzone badania efektywności nauczania podstawowych ćwiczeń i układów na etapie szkolenia wszechstronnego w grupie akrobatów o różnym potencjale koordynacyjnym pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. W procesie nauczania czynności ruchowych rola potencjału koordynacyjnego zwiększa się wraz ze wzrostem złożoności struktury ruchu nauczanych ćwiczeń.

2. Potencjał koordynacyjny różnicował efektywność nauczania układów akrobatycznych. Najlepsze efekty uzyskali akrobaci o wysokim potencjale koordynacyjnym.

3. Zmiennymi niezależnymi w największym stopniu determinującymi efektywność nauczania układów akrobatycznych w klasie młodzieżowej była „globalna koordynacja” i zdolność kinestetycznego różnicowania.

4. Na etapie szkolenia wszechstronnego akrobatów nauczanie programowane okazało się efektywną metodą nauczania podstawowych ćwiczeń. Przed przystąpieniem do nauczania konkretnej czynności ruchowej należy szczegółowo opracować liniowo-rozgałęziony algorytm z uwzględnieniem wiodących elementów techniki sportowej.

### Piśmiennictwo

1. Amorose J.A., Weiss R.M. (1998) Coaching feedback as a source of information about perceptions of ability: A developmental examination. *J. Sport Exerc. Psychol.*, 20, 395-420.
2. Boloban V.N. (2006) Sensomotornaja koordinacija kak osnova tehniczeskoj podgotovki. *Nauka v Olimpijskom Sportie*, 2, 96-102.
3. Bompa T. (1999) Periodization: Theory and Methodology of Training. York University, Human Kinetics.
4. Czabański B. (2000) Kształcenie psychomotoryczne. Wrocław AWF.
5. Czabański B. (2003) Nauczanie bezpośrednio, podające i poszukujące w procesach doskonalenia sprawności pływackiej. *Człowiek i Ruch*, Wrocław AWF, 2 (8), 41-44.
6. Czajkowski Z. (1991) Nauczanie techniki sportowej. RCMŚKFiS, Warszawa.
7. Dick F.W. (2007) Sports Training Principles. A & C Black, London.
8. Ferguson G.A., Takane Y. (1999) Badania statystyczne w psychologii i pedagogice. PWN, Warszawa.
9. Hguyen Kim Kyun (2005) Pedagogičeskaja diagnostika fizičieskogo sostojanija i specjalnoj podgotovliennosti gimnastov 10-12 let na etapie specializirovanoj podgotovki. Avtoref. dis. ...kand. ped. nauk. Moskva, s. 23.
10. Hirtz P. (1985) Koordinative Fähigkeiten im Schulsport. Volk und Wissen, Berlin.
11. Hirtz P., Starosta W. (1989) Sensitive and critical periods in development of coordination abilities in children and youths. *Biol. Sport*, 6, Suppl. 3, 276-282.
12. Hodges N.J., Franks I.M. (2001) Learning and coordination skills. Interactive effects of instruction and feedback. *RQES*, 72, 132-142.
13. Hugel F. i wsp. (1999) Postural control of ballet dancers. A specific use of visual input for artistic purposes. *Int. J. Sports Med.*, 20, 86-92.
14. Kernodle M.W., Carlton L.G. (1992) Information feedback and the learning of multiple-degree-of-freedom activities. *J. Mot. Behaviour*, 24, 187-196.
15. Kochanowicz K. (2006) Podstawy kierowania procesem szkolenia sportowego w gimnastyce. AWFiS Gdańsk, wyd. II.
16. Koszczyk T. (2003) Optymalizacja uczenia się i nauczania się czynności ruchowych. *Człowiek i Ruch*, PTNKF, Wrocław AWF, 1 (7), 51-74.
17. Ljach W. (1995) Miejsce ogólnego i specjalnego przygotowania koordynacyjnego w treningu sportowym dzieci i młodzieży. Aktualne problemy sportu i młodzieży. Materiały naukowe, Instytut Sportu, Warszawa, 166-170.
18. Ljach W. (2002) Wpływ czynników genetycznych i środowiskowych na rozwój koordynacyjnych zdolności motorycznych. *Wych. Fiz. Sport*, 46, 257-266.
19. Marin L., Bardy B.G., Boostma R.J. (1999) Level of gymnastic skill as an intrinsic constraint on postural coordination. *J. Sports Sci.*, 17, 615-626.
20. Matviejev L.P. (1977) Osnovy sportivnoj trenirovki. Fizkultura i Sport, Moskva.
21. McCullagh, P., Little W.S. (1990) Demonstration and knowledge of results in motor skill acquisition. *Percept. Mot. Skills*, 71, 735-742.
22. Morozovicz-Sziljuk T.A. (1999) Struktura i soderżanije bazovoj podgotovki naczinajuszczich akrobatov. Avtoref. dis. ... kand. ped. nauk. Minsk, s. 18.
23. Osiński W. (2003) Antropomotoryka. Poznań AWF.

24. Raczek J. (1989) Rola koordynacyjnych zdolności motorycznych w procesie nauczania sportowych umiejętności u dzieci i młodzieży. Zeszyty Naukowe, Wrocław AWF, 50, 21-27.
25. Sadowski J. (1986) K probleme perenosa trenirovannosti v cikliceskich i acikliceskich upraznenijach bolszoj moscnosti. *Teoria praktyka fizycznej kultury*, 12, 49-51.
26. Sadowski J., Bołoban W., Mastalerz A., Niżnikowski T. (2003) Komponenty struktury technicznej podgotowki akrobatow. *Teorija i praktika fizycznej kultury*. Moskwa, 9, 19-23.
27. Schmidt R.A., Wrisberg C.A. (2000) Motor Learning and Performance. A Problem – Based Learning Approach. Second Edition. Human Kinetics, Champaign.
28. Schnabel G. (1998) Motorisches Lernen. [w]: K. Meinel, G. Schnabel (red.) *Bewegungslehre Sportmotorik*. Sportverlag, Berlin.
29. Silverman S. (1994) Communication and motor skill learning: What we learn from research in the gymnasium. *Quest*, 46, 345-355.
30. Smolevski V.M., Gavierdovski J.K. (1999) Sportivnaja gimnastika. Olimpijskaja Literatura, Kiev.
31. Sozański H. (1999) Podstawy teorii treningu sportowego. Biblioteka trenera, COS, Warszawa.
32. Sozański H. (2005) Wybrane aspekty kwalifikacji dzieci i młodzieży do sportu i treningu. Zeszyty Metodyczno-Szkoleniowe, PFSM, Warszawa.
33. Starosta W. (2003) Motoryczne zdolności koordynacyjne. Znaczenie, struktura, uwarunkowania, kształtowanie. Instytut Sportu, Warszawa.
34. Starosta W. (2006) Globalna i lokalna koordynacja ruchowa w wychowaniu fizycznym i w sporcie. Warszawa.
35. Stergiou, N., Harbourne, R.T. and Cavanaugh, J.T. (2006) Optimal movement variability: a new theoretical perspective for neurologic physical therapy. *JNPT*, 30(3), 120-129.
36. Tzetzis G., Votsis E., Kourtessis T. (2008) The effect of different corrective feedback methods on the outcome and self confidence of young athletes. *JSSM*, 7, 371-378.
37. Vuillerme N. i wsp. (2001) The effect of expertise in gymnastics on postural control. *Neuroscience Letters*, 303, 83-86.
38. Zimmermann K., Nicklisch R. (1981) Die Ausbildung koordinativen Fähigkeiten und ihre Bedeutung für die technische bzw. Technisch-Taktische Leistungsfähigkeiten der Sportler. „Theorie und Praxis der Körperkultur”, nr 10.

Otrzymano: 07.08.2009

Przyjęto: 17.09.2009