

Original research papers

SELECTED COORDINATION MOTOR ABILITIES IN ELITE WRESTLERS AND TAEKWON-DO COMPETITORS

Coordination in combat sports

DARIUSZ GIERCZUK¹, ZBIGNIEW BUJAK², JAN ROWIŃSKI³, ALEKSEY DMITRIYEV⁴

*The Josef Pilsudski University of Physical Education in Warsaw,
Faculty of Physical Education and Sport in Biała Podlaska, Department of Sports Theory¹,
Department of Combat Sports and Weightlifting²,
Department of Biomedical Bases of Physiotherapy and Cosmetology³,
Department of Medical Rehabilitation⁴*

Mailing address: Dariusz Gierczuk, Faculty of Physical Education and Sport, Department of Sports Theory,
2 Akademicka Street, 21-500 Biała Podlaska, tel.: +48 83 3428751, fax: +48 83 3428800,
e-mail: darekgierczuk@op.pl

Abstract

Introduction. The aim of the study was to compare CMAs in elite wrestlers and taekwon-do competitors. **Material and methods.** Forty-nine Greco-Roman wrestlers and ITF taekwon-do competitors were included in the study. The wrestlers were 21.9 ± 2.74 years old, while the taekwon-do competitors were 22.7 ± 5.78 years old. The former group had between 7 and 14 years' training experience and the latter group had from 6 to 16 years' experience. All subjects were elite sportspeople (between first class and international master class levels). Five CMAs were assessed using 14 indices. Computer tests from the Vienna Test System were employed in the study. **Results.** It was shown that there were no significant differences in CMA levels between wrestlers and taekwon-do competitors. Wrestlers from higher sports classes outperformed competitors who possessed lower sports classes in the majority of CMA indices. Statistically significant differences were observed for simple reaction, movement coupling and high frequency of movements. Taekwon-do competitors at the international master sports class (IM) level scored better than athletes who were at national master class (NM) and first class (I) levels in spatial orientation, reaction time, movement coupling and high frequency of movements. Regardless of the type of combat sport, competitors demonstrated high individual differences in CMAs, which may indicate that a focus on coordination improvement could increase training effectiveness. **Conclusions.** Further research on identifying predominant CMAs in sportspeople at different levels of competition, particularly in those achieving significant sports successes may be conducted. Tests to thoroughly diagnose coordination should be employed in such investigations.

Key words: coordination, Vienna Test System, elite competitors

Introduction

Combat effectiveness in wrestling and taekwon-do requires proper levels of coordination motor abilities (CMAs) at every stage of training [1, 2, 3]. Well-developed CMAs facilitate accurate technical and tactical activities, increasing the effectiveness of advanced athletes in competitions [1, 4, 5, 6].

The control of coordination preparation based on assessment of predominant CMAs plays an important role in the supervision of the training process. Wrestling and taekwon-do coaches implement diverse methods to control CMAs. The coaches apply different motor tests, making it difficult to compare and generalise research results [4, 7, 8]. Tests used to define predominant CMAs in combat sports may serve as an example [1]. It is significant that most motor tests to evaluate CMAs are "burdened" by the need to condition, thus reducing their informative value. As a consequence, the reliability and validity of the findings may be affected.

Computer tests, e.g. VTS (Vienna Test System), may prove to be an alternative to commonly used motor tests. They eliminate the influence of the conditioning factor on research results, ensuring an increase in the precision and reliability of measurements [9, 10, 11, 12]. There is little evidence of prior research on CMAs among wrestlers and ITF (International Taekwon-do Federation) taekwon-do competitors in particular [1, 13].

The majority of research has focused on the observation of individual abilities such as quick reaction [2, 14, 15, 16]. There is also a lack of data regarding CMAs of competitors in different combat sports. When analysing beginners' and advanced athletes' perceptual abilities, Kioumourtzoglou et al. [17] showed that the disparate nature of competitors in sport determined differences between novices and elite competitors. It was revealed that elite basketball, volleyball and water polo players differed from beginners in several perceptual abilities that conditioned the course of movement coordination. Starosta et al. [18] also proved the existence of statistically significant differ-

Table 1. Characteristics of the investigated groups

Group	Number of subjects	Sports class	Age (years)	Training experience (years)	Body mass (kg)	Body height (cm)
Group I wrestlers	25	MM; M; I	21.9 ± 2.74	9.28 ± 2.19	72.5 ± 15.8	174.0 ± 7.41
group IA	11	MM	23.0 ± 2.86	9.91 ± 2.07	76.5 ± 21.4	176.0 ± 7.56
group IB	14	M; I	21.1 ± 2.40	9.01 ± 1.84	69.4 ± 9.30	172.4 ± 7.14
Group II taekwon-do competitors	24	MM; M; I	22.7 ± 5.78	10.9 ± 4.26	73.8 ± 12.3	179.9 ± 7.46
group IIA	11	MM	25.6 ± 5.80	13.8 ± 4.49	76.1 ± 10.8	180.0 ± 8.14
group IIB	13	M; I	20.3 ± 4.73	8.46 ± 1.94	71.9 ± 13.6	179.8 ± 7.17

ences in the levels of overall movement coordination in hockey players, judo practitioners and track and field athletes. The best scores for “quick coordination” were obtained by judokas in a task that was most similar to the specificity of their sport.

To date, research has not provided any explanation that may specify to what extent the type of sport and the level of sports advancement differentiate the coordinational profile of a competitor.

It was decided that research results regarding athletes at similar levels of sports competition who practised sports that required similar coordination abilities might be of interest.

This study sought to compare CMAs in elite wrestlers and taekwon-do competitors.

Material and methods

Two groups of competitors were included in the analysis. The first group (group I) consisted of elite Greco-Roman wrestlers (n=25) who were members of the Polish senior national team. The second group (group II) was made up of elite taekwon-do competitors from the Polish national team of ITF taekwon-do (n=24). The wrestlers were 21.9 ± 2.74 years old, while the taekwon-do competitors were 22.7 ± 5.78 years old. The former group had between 7 and 14 years' training experience and the latter group had between 6 and 16 years' experience (Tab. 1). The subjects were also divided according to their level of sports class. Group IA consisted of wrestlers (n=11) and group IIA was comprised taekwon-do competitors (n=11) who were at an international master (IM) sports class level. The remaining athletes were at the national master (NM) level and the first (I) sports class and belonged to group IB (n=14) and IIB (n=13), respectively.

CMAs were assessed in standard conditions. Prior to commencing the tests each subject was familiarised with procedures and then participated in an introductory test. The measurements were made before a training session.

Five CMAs were assessed on the basis of 14 indices. The study included computer tests of VTS [11, 12] which had been checked in terms of reliability and validity beforehand [10]. In total the subjects performed 4 tests with 2-minute intervals in the following order: RT (reaction test – S1 version) assessing simple reaction, DT (decision test – S1 version) measuring complex reaction, SIGNAL (signal detection test – S2 version) examining spatial orientation and MLS (motor performance test – S1 version) evaluating movement coupling and the frequency of movements.

The non-parametric Mann-Whitney U test for independent variables and STATISTICA 5.0 programme were used in the statistical analysis of the results.

Results

It was observed that both wrestlers and taekwon-do competitors demonstrated considerable individual differences in most CMAs (Tab. 2, Tab. 3). Variation coefficients ranged from 8% to 46% (Tab. 2). The biggest individual differences were noted in complex reaction (from 8% to 46%), simple reaction (between 10% and 24%) and movement coupling (from 10% to 30%). The smallest differences, however, were observed in the indices of spatial orientation (between 8% and 17%) and the frequency of movements (from 9% to 12%).

The comparison of CMA results of wrestlers and taekwon-do competitors did not reveal any statistically significant differences ($p > 0.05$). It was only in the B2 index (the number of incorrect and missed reactions), which measured complex reaction, that the 29% difference to the wrestlers' advantage turned out to be statistically significant at the level of $p < 0.05$ (Tab. 2).

The results of wrestlers from different sports classes (Tab. 3) show that competitors from group IA differed significantly from group IB athletes in simple reaction times (the difference in A1:19.1 ms, $p < 0.05$; in A2:19.9 ms, $p < 0.05$; in A3:38.9 ms, $p < 0.01$) and complex reaction times (difference in B3:0.02 ms, $p < 0.05$) as well as in movement coupling indices (differences in D1:3 ms, $p < 0.01$ and in D3:11.2 ms, $p < 0.01$) and in the indices regarding the frequency of movements (difference in E3:11, $p < 0.01$).

Taekwon-do competitors from group IIA differed from their counterparts from group IIB in simple reaction times (differences in A1:12% and in A3:9%), complex reaction times (difference in B1:8%), test results concerning spatial orientation (differences in C1:8% and C2:4%), movement coupling (differences in D1:8%, D2:11% and in D3:6%) and the frequency of movements (difference in E3:6%).

Discussion

The aim of this study was to compare CMAs in elite wrestlers and taekwon-do competitors. Considerable differences in the indices of selected CMAs were observed in both groups. The biggest differentiation was found between the indices of simple and complex reaction and movement coupling. The differences within each group may indicate that there is some potential in coordination preparation of the subjects that ought to be utilised in further training. The differentiation of individual profiles is greater among elite competitors, which results in noticeable implications for training practice. According to some research [7, 13, 19], specific development of CMAs positively influences technical improvement and effectiveness in sport. Our findings confirm previous assumptions that athletes practising sports with similar competition requirements demonstrate similar levels of CMAs. According to Kioumourtzoglou et al. [17], basketball, volleyball and water

Table 2. Selected indices of CMAs in wrestlers and taekwon-do competitors ($\bar{x} \pm SD; V$)

COORDINATION ABILITY test (indices)	wrestlers (n=25)		taekwon-do competitors (n=21)		differences
	$\bar{x} \pm SD$	V	$\bar{x} \pm SD$	V	
Simple reaction					
A1. A median of reaction time (ms)	232.4 ± 23.3	10.0	232.0 ± 24.2	10.4	0.40
A2. A median of single movement time (ms)	96.8 ± 23.6	24.4	90.7 ± 13.8	15.2	6.10
A3. A median of quick reaction (ms)	329.2 ± 35.8	10.9	322.7 ± 26.7	8.27	6.50
Complex reaction					
B1. Number of correct reactions (number)	249.1 ± 35.8	14.4	250.8 ± 24.0	9.57	1.70
B2. Number of incorrect and missed reactions (number)	31.2 ± 14.2	45.5	40.3 ± 13.7	34.0	9.10*
B3. A median of reaction time (s)	0.74 ± 0.06	8.11	0.73 ± 0.06	8.22	0.01
Spatial orientation					
C1. Number of proper and delayed reactions (s)	52.2 ± 3.99	7.65	52.2 ± 4.30	8.24	-
C2. A median of detection time (s)	0.76 ± 0.09	11.8	0.79 ± 0.13	16.5	0.03
Movement coupling					
D1. Inserting long pegs with the right hand (s)	41.1 ± 4.18	10.2	42.7 ± 4.40	10.3	1.60
D2. Inserting long pegs with the left hand (s)	65.9 ± 8.52	12.9	68.2 ± 9.74	14.3	2.3
D3. Inserting long pegs with both hands (s)	58.2 ± 14.1	24.2	58.3 ± 17.7	30.4	0.10
Frequency of movements					
E1. Right-hand tapping (number)	220.8 ± 23.6	10.7	217.0 ± 18.4	8.48	3.80
E2. Left-hand tapping (number)	197.6 ± 22.9	11.6	199.9 ± 21.3	10.7	2.30
E3. Tapping with both hands (number)	199.7 ± 18.4	9.21	201.5 ± 17.2	8.54	1.80

Note: values in bold show a higher level of a given group;
 * statistically significant difference p<0.05;

Table 3. CMAs of wrestlers and taekwon-do competitors in the context of which sports class they are in ($\bar{x} \pm SD$)

COORDINATION ABILITY test (parameter)	wrestlers		differences %	taekwon-do competitors		differences %
	group IA (n=11)	group IB (n=14)		group IIA (n=11)	group IIB (n=13)	
Simple reaction						
A1. A median of reaction time (ms)	221.7 ± 22.6	240.8 ± 20.9	8.6*	218.4 ± 21.5	243.5 ± 21.7	11.5**
A2. A median of single movement time (ms)	85.6 ± 13.2	105.5 ± 26.6	23.3*	89.5 ± 14.0	91.6 ± 14.6	2.4
A3. A median of quick reaction (ms)	307.4 ± 17.9	346.3 ± 37.4	12.7**	307.9 ± 30.0	335.2 ± 17.5	8.9**
Complex reaction						
B1. Number of correct reactions (number)	254.5 ± 38.7	244.9 ± 34.1	3.8	262.1 ± 18.8	241.3 ± 25.3	7.9*
B2. Number of incorrect and missed reactions (number)	29.0 ± 14.3	33.0 ± 14.4	13.8	40.3 ± 17.8	40.4 ± 10.4	0.3
B3. A median of reaction time (s)	0.73 ± 0.06	0.75 ± 0.07	2.7*	0.70 ± 0.04	0.76 ± 0.06	8.6
Spatial orientation						
C1. Number of proper and delayed reactions (s)	51.8 ± 3.34	52.5 ± 4.54	1.4	54.5 ± 2.4	50.2 ± 4.82	7.9**
C2. A median of detection time (s)	0.78 ± 0.09	0.75 ± 0.08	3.9	0.78 ± 0.10	0.81 ± 0.16	3.9**
Movement coupling						
D1. Inserting long pegs with the right hand (s)	39.3 ± 3.87	42.3 ± 4.11	7.6**	41.1 ± 4.9	44.4 ± 3.40	8.0**
D2. Inserting long pegs with the left hand (s)	66.3 ± 70.3	65.7 ± 9.79	3.5	64.9 ± 7.2	71.7 ± 11.7	10.5**
D3. Inserting long pegs with both hands (s)	52.0 ± 5.58	63.2 ± 16.8	21.5**	56.6 ± 16.5	59.8 ± 19.8	5.7**
Frequency of movements						
E1. Right-hand tapping (number)	226.4 ± 23.9	216.4 ± 23.2	4.4	218.6 ± 18.8	215.6 ± 19.4	1.4
E2. Left-hand tapping (number)	206.6 ± 24.6	190.5 ± 19.4	7.8	205.5 ± 18.2	195.2 ± 24.0	5.0
E3. Tapping with both hands (number)	205.9 ± 18.9	194.9 ± 17.0	5.3**	207.7 ± 19.2	196.3 ± 14.9	5.5**

Note: * statistically significant difference p<0.05 ; ** - p<0.01

polo players at different levels of sports competition demonstrated statistically insignificant differences in the majority of the psychomotor indices analysed. It could be argued that the nature of training and sports competition in wrestling and taekwon-do yields similar psychomotor competitor profiles. It may account for the lack of statistically significant differences in the CMAs under investigation.

However, we observed the differences in CMAs between athletes in the groups of wrestlers and competitors at high but differentiated sports levels. The subjects in the IM sports class obtained better average CMA results. Wrestlers from group IA achieved significantly better average results in reaction, movement coupling and frequency of movement tests than wrestlers from group IB. Taekwon-do competitors from group IIA obtained better average results in movement coupling, spatial orientation, quick reaction and frequency of movement tests than their peers from group IIB. Our findings are somewhat different from the data presented by Kioumourtzoglou et al. [17], who observed significant differences between beginner and elite basketball, volleyball and water polo players in only a few perceptual abilities, which may reveal some influence of the nature and duration of particular training in the groups. Nevertheless, it does not allow us to explain the strength of correlation between sports advancement and selected CMAs in competitors of various sports.

Sadowski [13], Sterkowicz et al. [20] and Starosta and Tracewski [21] claim that elite athletes (taekwon-do competitors, wrestlers, judokas, karate practitioners) demonstrate higher average values of CMAs than less advanced competitors.

Quick reaction times in elite wrestlers and taekwon-do competitors are in line with the findings of other authors [2, 5, 14, 15, 16, 22]. They claim that wrestling and taekwon-do belong to a group of sports in which reaction time is one of the predominant CMAs and is a factor that has some influence on the result of a sports competition. This is the reason why coaches apply a lot of training means that develop this ability.

Movement coupling ability was at a higher level in IM competitors than in NM and I athletes. It may prove significant in wrestling and taekwon-do training. Studies by other researchers bear it out as well [1].

The comparison of CMA results in groups IA and IB as well as IIA and IIB revealed that differentiation occurred more often in taekwon-do competitors. It could be argued that the sports result in taekwon-do is influenced by coordination factors to a larger extent, while other determinants such as motor preparation, are more important in wrestling. The differences between taekwon-do competitors and wrestlers could also be explained by the nature of sports competition. In taekwon-do the fight itself is highly dynamic, as it is confirmed by the offensive and defensive activity index, which ranges from 0.82 to 92% [23]. During a fight competitors maintain a greater distance from each other to avoid kicks and also due to the fact that rules and regulations prohibit clinching and require full control of the strength of strikes (touch contact is obligatory). An ability to accurately assess of body positioning and its changes with regard to an opponent as well as perform movements in the proper direction are connected with spatial orientation. Higher levels of this ability were noted in elite taekwon-do competitors. The fight in wrestling is characterised by a wide range of techniques and manners of their performance, while movement precision depends on making use of a competitor's own skills as well as on how involved and motivated their opponent is. However, compared with taekwon-do competitors, wrestlers are in direct contact with each other during the fight. Therefore, despite enormous significance of CMAs, conditioning factors may still be predominant.

Conclusions

Our findings made it possible to note the differences in CMAs depending on which sports classes the subjects were in. It was observed that competitors from higher sports classes obtained higher values of CMA indices. The research results have some limitations. Although the study included elite athletes, it was restricted to Polish subjects. As a consequence, the findings cannot yet be held to be universally accurate.

Further research should focus on the investigation of predominant CMAs in athletes at different levels of sports competition, particularly among those who have achieved significant sports success. This will require the employment of special tests that assess coordination accurately.

Literature

1. Sadowski, E. (2003). *Basics of coordination training in eastern combat sports*. Biała Podlaska: ZWWF. [in Russian]
2. Bujak, Z. (2006). Correlations between somatic build, visual and motor coordination, anaerobic performance and sports results of the best Polish taekwon-do juniors. In A. Kuder, K. Perkowski & D. Śledziwski (Eds.), *Courses of training and competition improvement – diagnostics* (pp. 169-174). Warszawa: PTNKF. [in Polish]
3. Gierczuk, D., Sadowski J. & Borysiuk Z. (2006). The influence of coordination training on technical skills and the effectiveness of sports competition in wrestling. In 5th International conference "Movement and health" Głucholazy 17-18 November, 2006. Opole: Politechnika Opolska.
4. Bujak, Z. (1998). Differences in the level of selected elements of motor coordination among taekwon-do contestants at unsophisticated and masterly level. In J. Sadowski & W. Starosta (Eds.), *Movement Coordination in Team Sport Games and Martial Arts* (pp. 25-28). Biała Podlaska: IWFIS. [in Polish]
5. Kwiatkowski, M. (2007). Selected psychological and psychomotor variables vs. sports levels of competitors. *Medycyna Sportowa* 5(6), 271-278. [in Polish]
6. Sadowski, J. & Gierczuk D. (2009). Correlations between selected coordination motor abilities and technical skills of Greco-Roman wrestlers aged 14-15. *Archives of Budo* 5, 35-39.
7. Kühn, J. (1985). Research on improving the technical coordination of young wrestlers fight. *Theorie und Praxis der Körperkultur* 11, 848-854. [in German]
8. Gierczuk, D. (2008). Level of selected indicators of coordination motor abilities in Greco-Roman and freestyle wrestlers aged 13-14. *Polish Journal of Sport and Tourism* 15(4), 192-199.
9. Waśkiewicz, Z., Juras G., Zając A. & Raczek J. (1999). The computer supplemented diagnosis of movement rhythm. *Journal of Human Kinetics* 2, 67-78.
10. Gierczuk, D. & Ljach W. (2012). Evaluating the coordination of motor abilities in Greco-Roman wrestlers by computer testing. *Human Movement* 13(4), 323-329.
11. Schuhfried, G. (2001). *Sport Psychology. Sport test battery for diagnostics and training*. Mödling, Germany: Dr. Schuhfried.
12. Whiteside, A., Parker G. & Snodgrass R. (2003). A review of selected tests from the Vienna Test System. *Selection and Development Review* 19(4), 7-11.
13. Sadowski, J. (1998). The relation of the level of coordinational abilities and technical skills among the elementary taekwon-do players. In J. Sadowski & W. Starosta (Eds.), *Movement Coordination in Team Sport Games and Martial Arts* (pp. 143-146). Biała Podlaska: IWFIS.

14. Douris, P. (2004). Fitness levels of middle aged martial art practitioner. *Br J Sport Med.* 38, 143-147.
15. Saporta, J. (2006). Juan Moreno's Olympic-Style Training for Taekwon-do Athletes. *Journal of Asian Martial Arts* 3(15), 39-53.
16. Abdossaleh, Z., Azadeh G., Ebrahim K. & Gorbani M. (2008). A survey of the physical fitness of the male taekwon-do athletes of the Iranian National Team. *Physical Education and Sport* 6(1), 21-29.
17. Kioumourtzoglou, E., Kourtessis T., Michalopoulou M. & Derri V. (1998). Differences in several perceptual abilities between experts and novices in basketball, volleyball and water-polo. *Perceptual and Motor Skill* 86, 899-912.
18. Starosta, W., Hirtz P. & Koch H. (2003). Relationship between selected global co-ordination abilities in athletes practicing various sport disciplines. In W. Starosta & W. Osiński (Eds.), *New Ideas in Sport Sciences: Current Issues and Perspectives*. Part I International Association of Sport Kinetics. Library series vol.15 (pp. 255-258). Warszawa-Poznań-Leszno: Wydawnictwo PWSZ w Lesznie.
19. Sadowski, J. & Gierczuk D. (2010). Effectiveness of coordination training in technical preparation of freestyle wrestlers at various levels of sports advancement. *Archives of Budo* 6(3), 143-148.
20. Sterkowicz, S., Blecharz J. & Lech G. (2001). Differences between elite judo practitioners in the aspect of indices of experience, physical development, psychomotor fitness and competitions. *Zeszyty Naukowe* 83, 124-137. Kraków: AWF. [in Polish]
21. Starosta, W. & Tracewski J. (2000). Objective method of assessing levels of motor abilities in elite wrestlers. *Trening* 1(45), 126-136. [in Polish]
22. Heller, J., Perić T., Dlouha R., Kohlikova E., Melichna J. & Novakova H. (1998). Physiological profiles of male and female taekwon-do (ITF) black belts. *Journal of Sports Sciences* 16, 243-249.
23. Bujak, Z. & Członka P. (2010). *Taekwon-do for advanced*. Białą Podlaska: MKS Żak. [in Polish]

Submitted: June 8, 2012

Accepted: December 7, 2012

WYBRANE KOORDYNACYJNE ZDOLNOŚCI MOTORYCZNE WYSOKO KWALIFIKOWANYCH ZAWODNIKÓW ZAPASÓW I TAEKWON-DO

Koordinacja w sportach walki

DARIUSZ GIERCZUK¹, ZBIGNIEW BUJAK², JAN ROWIŃSKI³, ALEKSEY DMITRIYEV⁴

*Akademia Wychowania Fizycznego J. Piłsudskiego w Warszawie,
Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu w Białej Podlaskiej, Zakład Teorii Sportu¹,
Zakład Sportów Walki i Podnoszenia Ciężarów²,
Zakład Biomedycznych Podstaw Fizjoterapii i Kosmetologii³, Zakład Rehabilitacji Medycznej⁴*

Adres do korespondencji: Dariusz Gierczuk, Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu,
Zakład Teorii Sportu, ul. Akademicka 2, 21-500 Biała Podlaska,
tel.: 83 3428751, fax: 83 3428800, e-mail: darekgierczuk@op.pl

Streszczenie

Wprowadzenie. Celem badań było porównanie KZM u wysoko kwalifikowanych zawodników zapasów i taekwon-do.

Material i metody. W badaniach uczestniczyło 49 zawodników zapasów stylu klasycznego i taekwon-do wersji ITF. Wiek zapaśników wynosił 21.9 ± 2.74 lat, a zawodników taekwon-do 22.7 ± 5.78 lat. Staż treningowy badanych zapaśników zawierał się w przedziale od 7 do 14 lat, a zawodników taekwon-do od 6 do 16 lat. Wszyscy badani reprezentowali wysoki poziom sportowy (od I do MM klasy sportowej). Oceniono pięć KZM stosując 14 wskaźników. Zastosowano testy komputerowe wchodzące w skład Wiedeńskiego Systemu Testowego (WST). **Wyniki.** Wykazano, że między zawodnikami trenującymi zapasy i taekwon-do nie ma istotnych różnic w poziomie KZM. Zapaśnicy z wyższą klasą sportową przewyższali w większości wskaźników KZM zawodników z niższymi klasami sportowymi. Istotnie statystycznie różnice stwierdzono w zdolności szybkiej reakcji, sprzężenia ruchów i wysokiej częstotliwości ruchów. Zawodnicy taekwon-do posiadający MM klasę sportową przewyższali zawodników z M i I klasą sportową w zdolnościach: orientacji przestrzennej, szybkiej reakcji i sprzężenia ruchów oraz wysokiej częstotliwości ruchów. Zawodnicy niezależnie od rodzaju walki sportowej charakteryzowali się wysokim indywidualnym zróżnicowaniem KZM, co może wskazywać na koordynacyjny obszar motoryczności jako potencjalną rezerwę zwiększania efektywnego treningu. **Wnioski.** Dalsze badania należy skoncentrować na identyfikacji wiodących KZM u zawodników o różnym poziomie sportowym, szczególnie wśród odnoszących znaczące sukcesy sportowe, stosując testy, precyzyjnie oceniające koordynacyjny obszar motoryczności.

Słowa kluczowe: koordynacja, Wiedeński System Testowy, zawodnicy wysoko kwalifikowani

Wstęp

Skuteczność w walce sportowej w zapasach i taekwon-do, wymaga od zawodnika odpowiedniego poziomu koordynacyjnych zdolności motorycznych (KZM) na każdym etapie szkolenia sportowego [1, 2, 3]. Dobrze rozwinięte KZM ułatwiają wykonywanie dokładnych działań techniczno-taktycznych, a przez to zwiększają efektywność startową zawodników zaawansowanych [1, 4, 5, 6].

W systemie kierowania procesem treningu, ważną rolę odgrywa kontrola przygotowania koordynacyjnego, oparta na pomiarze wiodących KZM. W procesie szkolenia zawodników zapasów i taekwon-do trenerzy stosują różnorodne metody kontroli KZM. Najczęściej wykonują niejednakowe testy motoryczne. To utrudnia porównywanie i uogólnianie wyników badań [4, 7, 8]. Takim przykładem mogą być próby stosowane do określenia wiodących KZM w sportach walki [1]. Trzeba zaznaczyć, że większość testów motorycznych oceniających KZM jest znacznie „obciążona” czynnikiem kondycyjnym, zakłócając czynnik informacyjny i w konsekwencji może wpływać na trafność i rzetelność wyników badań.

Alternatywą dla powszechnie stosowanych testów motorycznych mogą być testy komputerowe np. WST (Wiedeński System Testowy), które eliminują wpływ czynnika kondycyjnego na wyniki badań, zapewniając wysoką precyzję i rzetelność pomiaru [9, 10, 11, 12]. Według naszej wiedzy, badania KZM wśród zawodników zapasów, a szczególnie taekwon-do w wersji ITF (International Taekwon-do Federation), były prowadzone bardzo rzadko [1, 13].

Większość autorów koncentrowała się najczęściej na kontroli pojedynczych zdolności, np. szybkiej reakcji [2, 14, 15, 16]. Ponadto brakuje badań poświęconych KZM zawodników w różnych sportach walki. Kioumourtzoglou i wsp. [17] badając percepcyjne zdolności początkujących i zaawansowanych zawodników wykazali, że specyfika sportu wyznacza różnice pomiędzy początkującymi i zaawansowanymi zawodnikami. Wykazano, że zaawansowani zawodnicy koszykówki, siatkówki i piłki wodnej różnili się pod względem kilku zdolności percepcyjnych, które warunkują przebieg koordynacji ruchów od zawodników początkujących. Również Starosta i wsp. [18] wykazali istnienie statystycznie istotnych różnic w poziomie globalnej koordynacji ruchowej u zawodników hokeja na lodzie, judo

Tabela 1. Charakterystyka badanych grup

Oceniana grupa	Liczebność grupy (liczba)	Klasa sportowa	Wiek (lata)	Staż treningowy (lata)	Masa ciała (kg)	Wysokość ciała (cm)
Grupa I zapaśnicy	25	MM; M; I	21,9 ± 2,74	9,28 ± 2,19	72,5 ± 15,8	174,0 ± 7,41
grupa IA	11	MM	23,0 ± 2,86	9,91 ± 2,07	76,5 ± 21,4	176,0 ± 7,56
grupa IB	14	M; I	21,1 ± 2,40	9,01 ± 1,84	69,4 ± 9,30	172,4 ± 7,14
Grupa II zawodnicy taekwon-do	24	MM; M; I	22,7 ± 5,78	10,9 ± 4,26	73,8 ± 12,3	179,9 ± 7,46
grupa IIA	11	MM	25,6 ± 5,80	13,8 ± 4,49	76,1 ± 10,8	180,0 ± 8,14
grupa IIB	13	M; I	20,3 ± 4,73	8,46 ± 1,94	71,9 ± 13,6	179,8 ± 7,17

i lekkoatletyki. Najlepsze wyniki „szybkiej koordynacji” uzyskali judocy w zadaniu, najbardziej zbliżonym to specyfiki dyscypliny, którą trenowali.

Dotychczasowe badania nie wyjaśniają w jakim stopniu rodzaj uprawianej dyscypliny sportu i zaawansowanie sportowe różnicuje profil koordynacyjny zawodnika.

Uznano, że interesujące mogą być wyniki badań zawodników o podobnym zaawansowaniu sportowym i podobnych wymogach koordynacyjnych.

Celem badań było porównanie KZM u wysoko kwalifikowanych zawodników zapasów i taekwon-do.

Material i metody

Badano dwie grupy zawodników. Pierwszą (grupa I) stanowili wysoko kwalifikowani zapaśnicy stylu klasycznego (n=25) członkowie reprezentacji Polski seniorów. Druga (grupa II) obejmowała wysoko kwalifikowanych zawodników taekwon-do, członków kadry Polski taekwon-do ITF (n=24). Wiek zapaśników wynosił $21,9 \pm 2,74$ lat, a zawodników taekwon-do $22,7 \pm 5,78$ lat. Staż treningowy badanych z grupy I zawierał się w przedziale od 7 do 14 lat, a z grupy II od 6 do 16 lat (Tab.1). Zawodnicy zostali również podzieleni ze względu na posiadaną klasę sportową. Grupę IA utworzyli zapaśnicy (n=11), a grupę IIA zawodnicy taekwon-do (n=11) z mistrzowską międzynarodową (MM) klasą sportową. Pozostali zawodnicy posiadali mistrzowską krajową (M) i pierwszą (I) klasę sportową i tworzyli odpowiednio grupę IB (n=14) i IIB (n=13).

Ocenę KZM przeprowadzono w standardowych warunkach. Przed przystąpieniem do właściwego testu każdy badany został zapoznany z procedurą pomiaru i uczestniczył w próbie wprowadzającej. Badania wykonano przed zajęciami treningowymi.

Oceniano 5 KZM na podstawie 14 wskaźników. Zastosowano testy komputerowe wchodzące w skład WST [11, 12], które wcześniej zostały sprawdzone pod względem rzetelności i informatywności diagnostycznej [10]. W sumie badani wykonywali 4 testy w odstępach 2 minut w następującej kolejności: RT (wersja S1) oceniający reakcję prostą, DT (wersja S1) mierzący reakcję złożoną, SIGNAL (wersja S2) badający orientację przestrzenną oraz MLS (wersja S1) oceniający sprzężenie i częstotliwość ruchów.

W analizie statystycznej wyników wykorzystano nieparametryczny test dla zmiennych niezależnych U Mana – Whinteya przy pomocy programu STATISTICA 5.0.

Wyniki

Ustalono, że zarówno zapaśnicy, jak i zawodnicy taekwon-do w większości KZM, prezentowali znaczne indywidualne różnicowanie (Tab. 2, Tab. 3). Współczynniki zmienności za-

wierały się w przedziale od 8% do 46% (Tab. 2). Największe indywidualne różnicowanie wyników było w reakcji złożonej (od 8% do 46%) i reakcji prostej (od 10% do 24%) oraz zdolności sprzężenia ruchów (od 10% do 30%). Natomiast najmniejsze różnicowanie zarejestrowano we wskaźnikach zdolności orientacji przestrzennej (od 8% do 17%) i częstotliwości ruchów (od 9% do 12%).

Porównanie wyników KZM zapaśników i zawodników taekwon-do nie wykazało istotnych statystycznie różnic ($p > 0,05$). Jedynie we wskaźniku B2 (ilość reakcji błędnych i pominiętych) mierzącym reakcję złożoną, 29% różnica na korzyść zapaśników okazała się istotna statystycznie na poziomie $p < 0,05$ (Tab. 2).

Wyniki zapaśników posiadających różne klasy sportowe (Tab. 3) wykazują, że zawodnicy z grupy IA różnili się istotnie od zawodników z grupy IB, czasem reakcji prostej (różnica w A1:19.1 ms, $p < 0,05$; różnica w A2:19.9 ms, $p < 0,05$; różnica w A3:38.9 ms, $p < 0,01$) oraz czasem reakcji złożonej (różnica w B3:0.02 ms, $p < 0,05$), wskaźnikami sprzężenia ruchów (różnice w D1:3 ms, $p < 0,01$ i D3:11.2 ms, $p < 0,01$) oraz wskaźnikami częstotliwości ruchów (różnica E3:11, $p < 0,01$).

Zawodnicy taekwon-do z grupy IIA różnili się od zawodników taekwon-do z grupy IIB czasem reakcji prostej (różnice w A1:12% i A3:9%) i reakcji złożonej (różnica w B1:8%), wynikami testów mierzących orientację przestrzenną (różnice w C1:8% i C2:4%), sprzężenie ruchów (różnice w D1:8%, D2:11% i D3:6%) i częstotliwość ruchów (różnica w E3:6%).

Dyskusja

Celem pracy było porównanie KZM u wysoko kwalifikowanych zawodników zapasów i taekwon-do.

Zaobserwowano znaczące indywidualne różnicowanie wskaźników wybranych KZM u przedstawicieli obu dyscyplin sportu. Największe różnicowanie było we wskaźnikach reakcji prostej i złożonej oraz zdolności sprzężenia ruchów. Ujawnione wewnątrzgrupowe różnicowanie wyników, może wskazywać na potencjalne rezerwy w przygotowaniu koordynacyjnym badanych zawodników, które powinny być wykorzystane w dalszym procesie szkolenia. Różnicowanie indywidualnych profili jest większe wśród wysoko kwalifikowanych zawodników z czego wynikają wyraźne konsekwencje dla praktyki treningu. Jak wskazują badania [7, 13, 19], ukierunkowane kształtowanie KZM pozytywnie wpływa na doskonalenie techniki sportowej oraz na większą skuteczność w walce sportowej. Wyniki naszych badań potwierdzają wcześniejsze przypuszczenia, że poziom KZM u przedstawicieli dyscyplin sportu o podobnych wymogach (startowych) nie różni ich ze względu na profil koordynacyjny. Według danych Kioumourtzoglou i wsp. [17], zawodnicy koszykówki, siatkówki i piki wodnej o różnym zaawansowaniu sportowym różnili się nieistotnie statystycznie w większości analizowanych wskaźników psychomotorycznych. Prawdopodobnie charakter szkolenia i współzawodnic-

Tabela 2. Wybrane wskaźniki KZM zawodników zapasów i taekwon-do ($\bar{x} \pm SD$)

ZDOLNOŚĆ KOORDYNACYJNA test (wskaźnik)	zapaśnicy (n=25)		zawodnicy taekwon-do (n=21)		różnice
	$\bar{x} \pm SD$	V	$\bar{x} \pm SD$	V	
Reakcja prosta					
A1. Mediana czasu reakcji (ms)	232,4 ± 23,3	10,0	232,0 ± 24,2	10,4	0,40
A2. Mediana czasu pojedynczego ruchu (ms)	96,8 ± 23,6	24,4	90,7 ± 13,8	15,2	6,10
A3. Mediana szybkiej reakcji (ms)	329,2 ± 35,8	10,9	322,7 ± 26,7	8,27	6,50
Reakcja złożona					
B1. Ilość reakcji prawidłowych (liczba)	249,1 ± 35,8	14,4	250,8 ± 24,0	9,57	1,70
B2. Ilość reakcji błędnych i pominiętych (liczba)	31,2 ± 14,2	45,5	40,3 ± 13,7	34,0	9,10*
B3. Mediana czasu reakcji	0,74 ± 0,06	8,11	0,73 ± 0,06	8,22	0,01
Orientacja przestrzenna					
C1. Ilość reakcji trafionych i opóźnionych (s)	52,2 ± 3,99	7,65	52,2 ± 4,30	8,24	-
C2. Mediana czasu detekcji (s)	0,76 ± 0,09	11,8	0,79 ± 0,13	16,5	0,03
Sprzężenie ruchów					
D1. Wkładanie kołków długich prawą ręką (s)	41,1 ± 4,18	10,2	42,7 ± 4,40	10,3	1,60
D2. Wkładanie kołków długich lewą ręką (s)	65,9 ± 8,52	12,9	68,2 ± 9,74	14,3	2,3
D3. Wkładanie kołków długich oburącz (s)	58,2 ± 14,1	24,2	58,3 ± 17,7	30,4	0,10
Częstotliwości ruchów					
E1. Tapping prawą ręką (liczba)	220,8 ± 23,6	10,7	217,0 ± 18,4	8,48	3,80
E2. Tapping lewą ręką (liczba)	197,6 ± 22,9	11,6	199,9 ± 21,3	10,7	2,30
E3. Tapping oburącz (liczba)	199,7 ± 18,4	9,21	201,5 ± 17,2	8,54	1,80

Uwagi: wartości wytłuszczone charakteryzują wyższy poziom danej grupy;

* różnica istotna statystycznie $p < 0,05$;

Tabela 3. KZM zawodników zapasów i taekwon-do w kontekście posiadanej klasy sportowej ($\bar{x} \pm SD$)

ZDOLNOŚĆ KOORDYNACYJNA test (wskaźnik)	zapaśnicy		różnice (%)	zawodnicy taekwon-do (n=21)		różnice (%)
	grupa IA (n=11)	grupa IB (n=14)		grupa IIA (n=11)	grupa IIB (n=13)	
Reakcja prosta						
A1. Mediana czasu reakcji (ms)	221,7 ± 22,6	240,8 ± 20,9	8,6*	218,4 ± 21,5	243,5 ± 21,7	11,5**
A2. Mediana czasu pojedynczego ruchu (ms)	85,6 ± 13,2	105,5 ± 26,6	23,3*	89,5 ± 14,0	91,6 ± 14,6	2,4
A3. Mediana szybkiej reakcji (ms)	307,4 ± 17,9	346,3 ± 37,4	12,7**	307,9 ± 30,0	335,2 ± 17,5	8,9**
Reakcja złożona						
B1. Ilość reakcji prawidłowych (liczba)	254,5 ± 38,7	244,9 ± 34,1	3,8	262,1 ± 18,8	241,3 ± 25,3	7,9*
B2. Ilość reakcji błędnych i pominiętych (liczba)	29,0 ± 14,3	33,0 ± 14,4	13,8	40,3 ± 17,8	40,4 ± 10,4	0,3
B3. Mediana czasu reakcji	0,73 ± 0,06	0,75 ± 0,07	2,7*	0,70 ± 0,04	0,76 ± 0,06	8,6
Orientacja przestrzenna						
C1. Ilość reakcji trafionych i opóźnionych (s)	51,8 ± 3,34	52,5 ± 4,54	1,4	54,5 ± 2,4	50,2 ± 4,82	7,9**
C2. Mediana czasu detekcji (s)	0,78 ± 0,09	0,75 ± 0,08	3,9	0,78 ± 0,10	0,81 ± 0,16	3,9**
Sprzężenie ruchów						
D1. Wkładanie kołków długich prawą ręką (s)	39,3 ± 3,87	42,3 ± 4,11	7,6**	41,1 ± 4,9	44,4 ± 3,40	8,0**
D2. Wkładanie kołków długich lewą ręką (s)	66,3 ± 70,3	65,7 ± 9,79	3,5	64,9 ± 7,2	71,7 ± 11,7	10,5**
D3. Wkładanie kołków długich oburącz (s)	52,0 ± 5,58	63,2 ± 16,8	21,5**	56,6 ± 16,5	59,8 ± 19,8	5,7**
Częstotliwości ruchów						
E1. Tapping prawą ręką (liczba)	226,4 ± 23,9	216,4 ± 23,2	4,4	218,6 ± 18,8	215,6 ± 19,4	1,4
E2. Tapping lewą ręką (liczba)	206,6 ± 24,6	190,5 ± 19,4	7,8	205,5 ± 18,2	195,2 ± 24,0	5,0
E3. Tapping oburącz (liczba)	205,9 ± 18,9	194,9 ± 17,0	5,3**	207,7 ± 19,2	196,3 ± 14,9	5,5**

Uwagi: * różnica istotna statystycznie $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$

twą sportowego w zapasach i taekwon-do warunkują zbliżony profil psychomotoryczny zawodników. To może wyjaśniać brak istotnych statystycznie różnic w zakresie badanych KZM.

Stwierdzono natomiast różnice KZM pomiędzy zawodnikami w grupach zapaśników i grupach zawodników taekwon-do reprezentujących wysoki, ale zróżnicowany poziom sportowy. Zawodnicy posiadający MM klasę sportową posiadali większe średnie wyniki testów mierzących KZM. Zapaśnicy z grupy IA uzyskali istotnie większe średnie wyniki w próbach mierzących zdolność szybkiej reakcji, sprzężenia ruchów oraz w częstotliwości ruchów niż zapaśnicy z grupy IB. Zawodnicy taekwon-do z grupy IIA osiągnęli większe średnie wyniki w zdolności sprzężenia ruchów, orientacji przestrzennej oraz szybkiej reakcji i częstotliwości ruchów w porównaniu do zawodników taekwon-do tworzących grupę IIB. Nasze wyniki częściowo różnią się od danych przedstawionych przez Kioumourtzoglou i wsp. [17], którzy zaobserwowali istotne różnice pomiędzy zaawansowanymi i początkującymi zawodnikami koszykówki, siatkówki i piłki wodnej tylko w kilku zdolnościach percepcyjnych, co może sugerować wpływ charakteru i czasu trwania realizowanego treningu w grupach. Jednak to nie pozwala wyjaśnić siły współzależności zaawansowania sportowego i wybranych zdolności KZM u zawodników różnych dyscyplin sportu.

Sadowski [13], Sterkowicz i wsp. [20] oraz Starosta i Tracewski [21] twierdzą, że zawodnicy wysoko kwalifikowani (zawodnicy taekwon-do, zapaśnicy, judocy, karatecy) posiadają większe średnie wartości KZM niż zawodnicy mniej zaawansowani.

Wyniki czasu szybkiej reakcji u wysoko kwalifikowanych zawodników zapasów i taekwon-do, potwierdzają wyniki innych autorów [2, 5, 14, 15, 16, 22]. Twierdzą oni, że zapasy i taekwon-do należą do sportów, w których czas reakcji należy do wiodących KZM i jest czynnikiem wpływającym na wynik walki sportowej. Dlatego trenerzy stosują dużo środków treningowych kształtujących tę zdolność.

Zdolność sprzężenia ruchów u zawodników MM klasy sportowej była na wyższym poziomie niż grupy posiadającej M i I klasę sportową. Może to świadczyć o jej istotnym znaczeniu w przygotowaniu zawodników zapasów i taekwon-do. Wskazują na to również badania innych autorów [1].

Porównanie wyników KZM w grupach IA i IB oraz IIA i IIB wykazało, że zróżnicowanie wystąpiło częściej u zawodników trenujących taekwon-do. Prawdopodobnie o wyniku sportowym w taekwon-do w większym stopniu decydują czynniki koordynacyjne, a w zapasach inne determinanty, np. przygotowanie motoryczne. Zaobserwowane różnice pomiędzy zawodnikami taekwon-do i zapaśnikami również uzasadnia charakter walki sportowej. Walka w taekwon-do ma bardzo dynamiczny przebieg, znajdując potwierdzenie we wskaźniku aktywności ofensywnej i defensywnej wynoszącym od 0.82 do 92% [23]. Walczący zawodnicy zachowują większy dystans z uwagi na używanie kopnięć, a regulamin zabrania klinczowania oraz nakazuje pełną kontrolę siły zadawanych ciosów (wymagany tzw. touch contact). Umiejętność dokładnej oceny położenia ciała i jego zmian w stosunku do przeciwnika oraz realizowanie ruchu w wymaganym kierunku wiąże się ze zdolnością orientacji przestrzennej, której wyższy poziom wykazano wśród utytułowanych zawodników taekwon-do. Walka zapaśnicza charakteryzuje się dużą różnorodnością chwytów i sposobów ich wykonywania, a precyzja stosowanych ruchów uzależniona jest od wykorzystania własnych umiejętności zawodnika oraz zaangażowania i determinacji przeciwnika. Jednak w porównaniu do zawodników taekwon-do zapaśnicy walczą w bezpośrednim kontakcie ze sobą, co sprawia, że pomimo dużego znaczenia KZM wiodącymi mogą pozostawać czynniki o charakterze kondycyjnym.

Wnioski

Uzyskane wyniki badań pozwoliły zaobserwować różnice w KZM w zależności od posiadanej klasy sportowej. Ustalono, że zawodnicy z wyższymi klasami sportowymi posiadali większe wartości wskaźników KZM. Przedstawione wyniki mają pewne ograniczenia. Mimo, że w badaniach uczestniczyli wysoko kwalifikowani zawodnicy, to byli to wyłącznie Polacy, co nie pozwala nam w pełni uogólniać otrzymanych rezultatów badań.

Dalsze poszukiwania należy skoncentrować na badaniach wiodących KZM zawodników o różnym poziomie sportowym, szczególnie tych, którzy odnoszą znaczące sukcesy sportowe. Wymaga to zastosowania specjalnych testów, precyzyjnie oceniających koordynacyjny obszar motoryczności.

Piśmiennictwo

1. Sadowski, E. (2003). *Osnovy trenirovki koordinacionnyh sposobnostej v vostočnyh edinoborstvah*. Biała Podlaska: ZWWF.
2. Bujak, Z. (2006). Związki korelacyjne pomiędzy budową somatyczną, koordynacją wzrokowo-ruchową i wydolnością beztlenową a wynikami sportowymi najlepszych polskich juniorów taekwon-do. W A. Kuder, K. Perkowski & D. Śledziwski (Red.), *Kierunki doskonalenia treningu i walki sportowej - diagnostyka* (str. 169-174). Warszawa: PTNKF.
3. Gierczuk, D., Sadowski J. & Borysiuk Z. (2006). The influence of coordination training on technical skills and the effectiveness of sports competition in wrestling. W 5th International conference „Movement and health” Głuchołazy 17-18 listopad, 2006. Opole: Politechnika Opolska.
4. Bujak, Z. (1998). Differences in the level of selected elements of motor coordination among taekwon-do contestants at unsophisticated and masterly level. W J. Sadowski & W. Starosta (Red.), *Movement Coordination in Team Sport Games and Martial Arts* (str. 25-28). Biała Podlaska: IWFIS.
5. Kwiatkowski, M. (2007). Wybrane zmienne psychologiczne i psychomotoryczne a poziom sportowy zawodników. *Medycyna Sportowa* 5(6), 271-278.
6. Sadowski, J. & Gierczuk D. (2009). Correlations between selected coordination motor abilities and technical skills of Greco-Roman wrestlers aged 14-15. *Archives of Budo* 5, 35-39.
7. Kühn, J. (1985). Untersuchungen zur technisch-koordinativen Vervollkommnung der Kampfhandlungen junger Ringer. *Theorie und Praxis der Körperkultur* 11, 848-854.
8. Gierczuk, D. (2008). Level of selected indicators of coordination motor abilities in greco-roman and freestyle wrestlers aged 13-14. *Polish Journal of Sport and Tourism* 15(4), 192-199.
9. Waškiewicz, Z., Juras G., Zajac A. & Raczek J. (1999). The computer supplemented diagnosis of movement rhythm. *Journal of Human Kinetics* 2, 67-78.
10. Gierczuk, D. & Ljach W. (2012). Evaluating the coordination of motor abilities in Greco-Roman wrestlers by computer testing. *Human Movement* 13(4), 323-329.
11. Schuhrfried, G. (2001). *Sport Psychology. Sport test battery for diagnostics and training*. Mödling, Germany: Dr. Schuhfried.
12. Whiteside, A., Parker G. & Snodgrass R. (2003). A review of selected tests from the Vienna Test System. *Selection and Development Review* 19(4), 7-11.

13. Sadowski, J. (1998). The relation of the level of coordinational abilities and technical skills among the elementary taekwondo players. W J. Sadowski & W. Starosta (Red.), *Movement Coordination in Team Sport Games and Martial Arts* (str. 143-146). Biała Podlaska: IWFİS.
14. Douris, P. (2004). Fitness levels of middle aged martial art practitioner. *Br J Sport Med.* 38, 143-147.
15. Saporta, J. (2006). Juan Moreno's Olympic-Style Training for Taekwondo Athletes. *Journal of Asian Martial Arts* 3(15), 39-53.
16. Abdossaleh, Z., Azadeh G., Ebrahim K. & Gorbani M. (2008). A survey of the physical fitness of the male taekwondo athletes of the Iranian National Team. *Physical Education and Sport* 6(1), 21-29.
17. Kioumourtzoglou, E., Kourtessis T., Michalopoulou M. & Derri V. (1998). Differences in several perceptual abilities between experts and novices in basketball, volleyball and water-polo. *Perceptual and Motor Skill* 86, 899-912.
18. Starosta, W., Hirtz P. & Koch H. (2003). Relationship between selected global co-ordination abilities in athletes practicing various sport disciplines. W W. Starosta & W. Osiński (Red.), *New Ideas in Sport Sciences: Current Issues and Perspectives*. Part I International Association of Sport Kinetics. Library series vol.15 (str. 255-258). Warszawa-Poznań-Leszno: Wydawnictwo PWSZ w Lesznie.
19. Sadowski, J. & Gierczuk D. (2010). Effectiveness of coordination training in technical preparation of freestyle wrestlers at various levels of sports advancement. *Archives of Budo* 6(3), 143-148.
20. Sterkowicz, S., Blecharz J. & Lech G. (2001). Zróżnicowanie zawodników judo wysokiego poziomu sportowego w aspekcie wskaźników doświadczenia, rozwoju fizycznego, sprawności psychomotorycznej oraz działalności startowej. *Zeszyty Naukowe* 83, 124-137. Kraków: AWF.
21. Starosta, W. & Tracewski J. (2000). Obiektywna metoda oceny poziomu zdolności motorycznych u zaawansowanych zapaśników. *Trening* 1(45), 126-136.
22. Heller, J., Perić T., Dlouha R., Kohlikova E., Melichna J. & Novakova H. (1998). Physiological profiles of male and female taekwon-do (ITF) black belts. *Journal of Sports Sciences* 16, 243-249.
23. Bujak, Z. & Członka P. (2010). *Taekwon-do zaawansowanych*. Biała Podlaska: MKS Żak.

Otrzymano: 08.06.2012

Przyjęto: 07.12.2012