

Original research papers

VISUAL PERCEPTION AND ITS EFFECT ON REACTION TIME AND TIME-MOVEMENT ANTICIPATION IN ELITE FEMALE BASKETBALL PLAYERS

MAJA MAŃKOWSKA¹, TATIANA POLISZCZUK¹, DMYTRO POLISZCZUK², MONIKA JOHNE²

Józef Piłsudski University of Physical Education in Warsaw, Faculty of Physical Education, Department of Gymnastics and Sports for All¹, Department of Physiology²

Mailing address: Tatiana Poliszczuk, Faculty of Physical Education, Department of Gymnastics and Sport for All, 34 Marymoncka Street, 00-968 Warszawa, e-mail: tatiana.poliszczuk@awf.edu.pl

Abstract

Introduction. The efficient collection and analysis of information from both the central and the peripheral field of vision may affect human coordination motor abilities. An analysis of the literature on the subject suggests that coordination motor abilities interact with one another, and it is only their combined effect that allows athletes to achieve technical mastery. The main aim of the study was to assess specific coordination motor abilities and to determine how visual perception and reaction time correlate with time-movement anticipation in elite female basketball players. **Material and methods.** The study participants comprised 17 female basketball players from the Polish National Team aged 18.1 ± 0.8 years. The study involved three ability tests from the Vienna Test System: the Reaction Test (RT, S1), the Peripheral Perception test (PP), and the Time/Movement Anticipation test (ZBA, S2). **Results.** The analysis of the results obtained proves that the best-developed ability in participants is reaction time, while the other abilities show average development. Study participants were able to develop their response abilities to such high levels by means of practice. A correlation coefficient was found between motor time and tracking deviation ($r=0.56$), and between time anticipation and the number of correct responses to stimuli appearing in the left ($r=0.92$) and right ($r=0.88$) field of vision. Athletes who achieved better results in time anticipation omitted fewer visual stimuli ($r=0.7$) in the peripheral field of vision. Statistically significant correlations were observed between movement anticipation and reaction time to stimuli in the central field of vision ($r=0.58$). **Conclusions.** Perception abilities have a significant effect on time anticipation. The range of one's field of vision does not determine the reaction time to a visual stimulus. Perception efficiency and divided attention, in conjunction with time and movement anticipation, create a complex of specific psychomotor abilities that is indispensable for achieving success in team sports.

Key words: visual perception, coordination motor abilities, Vienna Test System, reaction time, time-movement anticipation, peripheral perception

Introduction

Achieving top results in sports is, without question, related to a high level of cognitive, perception, motor, and physical abilities. Compared to any other activity, sports competition sets extremely strict requirements for the functioning of the visual system [1].

The visual system is the most complex sensory system which is engaged in creating feedback and dominates the other sensory systems. Good sight requires extraordinary visual and perceptual abilities that involve providing information to the brain via the eyes. The brain interprets this information and initiates appropriate physical actions [2, 3]. The sense of sight gathers as much as 80% to 90% of all human sensory information, which is why researchers increasingly consider the importance of visual perception as a factor that influences the performance of athletes in sports. The efficient collection and analysis of data concerning both the central and the peripheral fields of vision can influence the coordination motor abilities (CMA) of athletes [4].

Visual perception is the ability to recognize and interpret visual stimuli in the context of previous experiences, although it is a process of creation rather than re-creation. It is an element of almost all human actions and is assessed through reaction time to a stimulus appearing in the central or peripheral field of vision [5].

Elite sports require that athletes show the highest possible level of reaction to stimuli in both the central and peripheral (left and right) fields of vision, because selecting key information about the opponent's movements is only efficient if the athlete observes the opponent's entire body and its surroundings [2, 4].

The first scholar to notice and describe a relationship between visual perception, the human body, and the ball was Galen (in the second century BCE). His findings motivated other authors to conduct further research on the correlation between visual perception and success in sports [6]. Today, we know that elite athletes have better visual skills and a higher level of coordination motor abilities (CMA) than persons not engaged in sports [7]. Visual perception may directly affect CMA by en-

hancing them, compensating for any deficiencies, or limiting them [8].

CMA play a key role in team sports because they allow athletes to carry out technically and tactically complicated actions that lead to achieving the goal in an economical and effective manner [9]. Consequently, emphasis is put on the comprehensive development of CMA as well as particular abilities crucial to a given discipline at the earliest stages of training. Achieving a high and comprehensive model of motor coordination is a prerequisite for learning the complicated techniques and tactics of play. Therefore, diagnosing abilities crucial to a given discipline is one of the most important aspects of sports training [10]. These abilities must be constantly stimulated if an athlete is to learn particular motor stereotypes that characterize the master model.

For these reasons, CMA should constitute an important part of sports training. Among the five main CMA training blocks mentioned by Lyakh and Sadowski (2011, p. 193), only one block, that is, "Systematic learning of new (general and special) motor actions, perfection and their adjustment to various conditions of training and competitive activity with the purpose of influencing general and special CMA," is usually realized in the training program. The remaining blocks are not taken into consideration. According to the same authors, CMA training should be treated as a separate training block in the preparation of elite players. The specificity and determinants of CMA make these abilities extremely difficult to assess. This, in turn, makes it difficult to select appropriate training methods by which trainees can improve their CMA. Researchers unanimously suggest choosing special means for every skill in CMA training, as well as for developing them comprehensively [11].

One of the leading abilities in team sports, including basketball, is spatial orientation. Spatial orientation determines the management of one's movements in space and the management of changes to spatial parameters caused by these movements [10]. An inextricable part of this process is the ability to assess the position and direction of an object in space quickly and precisely, which enables an exact and effective motor action that guarantees success. Several forms of spatial orientation can be distinguished, e.g., the perception of shape, distance, depth, movement, and direction. Determining the actual time and distance of movement depends on perception abilities and imagination, while the other forms of spatial orientation depend on attention, emotions, and motivation [12]. Consequently, effective anticipation allows movements to be organized, planned, and controlled, which is indispensable in any sports activity. Research emphasizes that, especially in team sports, anticipating a movement even before it is initiated constitutes a great challenge for the nervous system because such anticipation relies on real-time visual information [13].

An analysis of the literature on the subject shows that CMA correlate with one another in a certain manner. Only when taken as a whole do they allow a player to achieve technical mastery [14].

The problem of structural connections between coordination abilities has been addressed by Lyakh [15]. The participants in his study comprised youth not engaged in competitive sports as well as children. Only a few studies of this kind have been conducted with professional athletes, and most of the research involved men. No research was found that addressed the levels and structural connections between critical coordination abilities in female basketball players.

Studies that address the changeability of CMA in a specific training cycle indicate a positive influence of targeted training on CMA development, both in the long term and in the short term. A study by Bodasiński (2008) concludes that the level of CMA depends on the training cycles and specific means characteristic for them. Furthermore, he points to the heterogeneous

structure and the ambiguous direction of changes within the CMA.

Research has showed that some CMA progress during the annual training cycle while other CMA stagnate or decrease. The latter process is likely accompanied by compensation mechanisms [16]. Therefore, obtaining comprehensive information about the particular correlations between CMA and visual perception that would provide insight into their proportion, compensation mechanisms, and specific manifestations becomes even more important.

With these considerations in mind, the aim of this study was to assess special CMA and to determine the correlations between visual perception and time-movement anticipation and between reaction time and time-movement anticipation among elite female basketball players.

Material and methods

The study participants comprised 17 female basketball players aged 18.1 ± 0.8 years. All the participants were members of the Polish National Team from 2011 to 2013. All of them were right-handed. Their mean body height was 182.78 ± 0.8 cm and their mean body mass was 73.06 ± 9.71 kg. The participants' mean length of training experience was 8.83 ± 1.75 years.

The study was conducted during the competitive phase, when the participants attended 10 practice sessions a week. The tests were conducted in the morning on days without practice sessions.

The study involved three tests from the Vienna Test System: the Time/Movement Anticipation test (ZBA), the Reaction Test test (RT), and the Peripheral Perception test (PP).

The PP test assessed peripheral perception and central tracking. During the test, each participant focused her attention on the centre of her field of vision while computer software generated 40 stimuli (20 stimuli from the right side and 20 from the left side) on the side panels of the device. The participant performed a tracking task, at the same time responding to visual stimuli in the peripheral field of vision. The results of the test also provided information about divided attention. The test lasted 10 minutes.

The primary variables assessed in the test were the viewing angle of the left eye, the viewing angle of the right eye, and the total field of vision (i.e., the sum of the left and right viewing angles of the eye).

The control variable was the tracking displacement, which characterized the displacement of the crosshair from the moving target.

Auxiliary variables comprised the following: the number of correct responses to stimuli in the left and right field of vision (the participant pressed a pedal when a flashing line appeared on the right or left panel of the device); the number of incorrect responses (i.e., the number of times the participant pressed the pedal when no stimulus appeared); the number of omitted responses (i.e., the number of times the participant failed to press the pedal when a stimulus appeared); and mean reaction time from the left and right side (i.e., the time of correct responses to a stimulus) [17].

The ZBA test assessed the ability to predict the spatiotemporal position of an object. The short (task-based) version of the test was used, i.e., S2, 12. Time anticipation was measured by means of a green ball that appeared on the screen and began to move slowly. At some point, the ball disappeared and two red lines appeared. One line crossed the point where the ball disappeared, while the other line was the target. The participant's task was to indicate when the ball would reach the target line by pressing a key at the time she deemed correct. In addition, the participant was asked to indicate the spot in which the ball would cross the target line, which would make it possible to as-

sess her movement anticipation. This was done by rotating two dials on the main panel that controlled the pointer on the screen. In the trial phase, the participant received feedback in the form of her response and the correct response appearing together on the screen. In the testing phase, the participant was not shown the correct response. The test lasted 10 minutes [17].

The RT test assessed reaction time to visual stimuli (yellow light) appearing on the screen. The participant held her finger on the rest key located on the response panel. When a yellow light appeared on the screen, she responded by moving her finger and pressing the reaction key (a black, rectangular key located above the rest key).

The primary variables assessed in the RT test were reaction time (ms) (i.e., the time between a stimulus appearing on the screen and the participant moving the finger away from the rest key) and motor time (MRT; ms) (i.e., the time between the participant moving the finger away from the rest key and pressing the reaction key).

Auxiliary variables comprised reaction time dispersion (i.e., the measurement of the reaction time dispersion after transforming the standard deviation of reaction time values using the Box-Cox transformation) and motor time dispersion (i.e., the measurement of the motor time dispersion after transforming the standard deviation of motor time values using the Box-Cox transformation). This study used the S1 form of the test (simple reaction to yellow light). The test lasted four minutes and was performed with the right (dominant) hand [17].

The results obtained were analysed statistically, using the STATISTICA PL v.10 program. The Spearman's rank correlation coefficient was used to check for any correlations between the skills. Our test results were compared with the T-score available in the VTS software. The T-score (T) is a result of comparing the test results with the standardization sample, which takes into account a respondent's age and gender. Values between 40 and 60 are considered to indicate that the value is within the norm [17].

Results

The study of individual skills started with the peripheral perception test (PP). Its complexity allowed for the assessment of both the complete field of vision ($174.61^{\circ} \pm 4.01$) and the range of left ($86.47^{\circ} \pm 2.99$) and right ($88.14^{\circ} \pm 1.99$) peripheral perception, as well as tracking deviation ($12.42^{\circ} \pm 2.88$). In addition, the number of correct reactions (reaction accuracy) to 40 visual stimuli was assessed. During the exercise, 20 stimuli appeared on the right side of the field of vision (correct: 18.83 ± 2.07); another 20 stimuli appeared on the left side of the field of vision (correct: 17.17 ± 3) (see tab. 1.).

Table 1. Average values achieved in studies of players' specific coordination motor abilities

Variables	Units	$\bar{x} \pm SD$	Reliability
<i>Visual perception</i>			
Tracking deviation	-	12.42 ± 2.88	0.98
Overall field of vision	°	174.61 ± 4.01	0.96
Visual angle – right	°	86.47 ± 2.99	-
Visual angle – left	°	88.14 ± 1.99	-
Number of hits left	n	17.17 ± 3.00	-
Number of hits right	n	18.83 ± 2.07	-
Number of omitted reactions	n	3.5 ± 3.26	-
Median reaction time left	s	0.63 ± 3.26	-
Median reaction time right	s	0.59 ± 0.08	-
<i>Ability of quick reaction</i>			
Mean reaction time	ms	222.22 ± 23.67	0.961
Mean motor time	ms	96.39 ± 42.86	0.983
Reaction time dispersion	ms	22.56 ± 6.53	0.961
Motor time dispersion	ms	14.39 ± 6.47	0.983
<i>Anticipation of time and movement</i>			
Anticipation of time	s	1.11 ± 0.62	0.94
Anticipation of movement	piksel	63.94 ± 19.70	0.55

It was noted that the participants answered correctly for more stimuli appearing on the right side. The minimal times obtained in the exercise are almost equal: 0.50 s for the right side and 0.51 s for the left side. The slowest reaction, 0.77 s, was noted when the signal appeared on the left side.

Linking together a number of exercises performed simultaneously by each study participant allowed for the assessment of a participant's divided attention. However, the average value of the central tracking deviation showed the worst result among the abilities studied.

Another area of analysis was the Reaction Test (RT). The players' average reaction time to the visual stimuli equalled 222.22 ± 23.67 ms. The best (shortest) result was 182 ms; the worst was 269 ms. The average measure of the reaction time dispersion (MRTD) also suggests a high stimulus reaction readiness throughout the whole exercise (fig. 1).

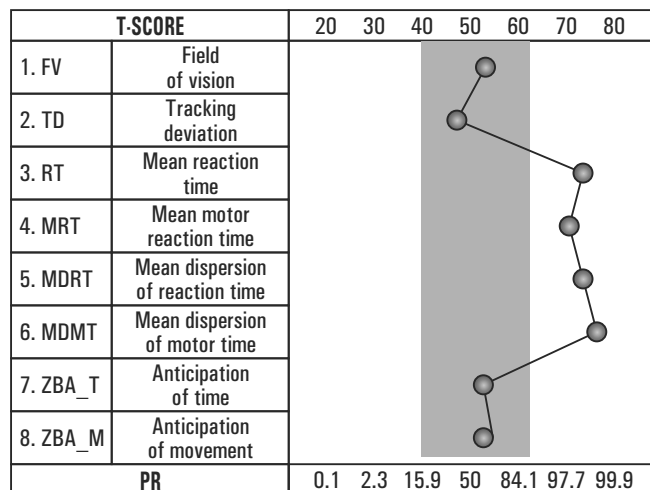


Figure 1. Profile of anticipation of time and movement, reaction time and visual perception according to T-score (T) and percentage scale (PR) of elite female basketball players

The average motor time also received very high scores on the T-score, though they are slightly lower than the reaction time scores. Also, in this case the measurement of the motor time dispersion (MMTD) indicates high motor reaction stability (tab. 1, fig. 1).

The last test the players undertook was the time-movement anticipation test (ZBA). The analysis of the test results indicated that for the players the correct anticipation of the movement direction proved more difficult than the time anticipation. The average value of errors made by the study participants in the case of movement anticipation reached 63.94 ± 19.70 pixels; the time error equalled 1.11 ± 0.62 s (tab. 1). The level of both abilities was classified according to the T scale and the PR percentage scale, within the normal range for the population (fig. 1).

Discussion

The main disadvantage of conducting studies involving elite athletes is the usually small number of participants, which frequently makes it difficult to normalize the results obtained or to discuss them in the context of similar studies. The wide range of research tools and techniques used to investigate CMA makes conducting research on the subject even more difficult.

Research using the Vienna Test System (VTS) has so far been conducted among athletes from different sports disciplines, including racquet sports (badminton and table tennis), martial arts (taekwondo ITF, wrestling, and fencing), and team sports (volleyball, football, and handball) [18, 19, 20, 21]. From among the vast selection of VTS tests, researchers have always used those that took into account the specificity of a given discipline and the most important CMA for it. The research results in print also include those that emphasize the correlation between visual capability and other motor abilities. Hence, a number of publications state an urgent need to train perception, as it directly affects performance in sports [22, 23].

In order to obtain reliable information about the level of CMA in the study participants, the results of this study were compared to those obtained in studies conducted using the VTS among the National Representation of male badminton players aged 22.33 ± 2.35 years and among male second-league handball players aged 21.86 ± 1.09 years [18, 21]. No studies conducted among women were found to date. The participants of this study showed a greater range of the field of vision ($174.61^\circ \pm 4.01$) than male badminton players ($172.9^\circ \pm 4.45$) and male handball players ($170.95^\circ \pm 9.15$) [21]. They also displayed the lowest difference between the viewing angles of the left and the right eye (female basketball players: a difference of approximately 2° , male badminton players: approximately 7° , and male handball players: approximately 10°). No statistically significant difference in the lateralization of reaction time to stimuli in the peripheral field of vision was observed. However, the study participants responded correctly more frequently to stimuli appearing from the right side (tab. 1). The female basketball players reacted more quickly to stimuli in the peripheral field of vision (left side: 0.63 ± 0.26 ; right side: 0.59 ± 0.08) than male badminton players (left side: 0.66 ± 0.07 ; right side: 0.66 ± 0.05) and slightly more slowly than male handball players (left side: 0.55 ± 0.07 ; right side: 0.54 ± 0.05) [18, 21].

Research done by other authors indicates that a higher level of perception abilities results from the skill to quickly recognize and respond to stimuli more than from the functioning of peripheral vision [7]. Most studies conducted among athletes and persons not engaged in sports support this thesis. Moreover, a wider range of vision does not guarantee a quicker reaction to stimuli in the peripheral field. Athletes react more quickly and more accurately to stimuli than persons not engaged in sports [5, 7, 24].

Presenting the results of this study in relation to the findings of other researchers proves more difficult as far as the reaction time test is concerned, due to the vast number of research tools used to assess this ability. Mean human reaction time to a visual stimulus amounts to approximately 250 ms, with athletes showing lower values. Systematic training reduces reaction time in both healthy young persons and elderly persons. Nonetheless, the general level of reaction time abilities decreases with age [25]. The best reaction time is observed between the ages of 17 and 20, i.e., the age of the participants of this study, whose reaction time showed above-average development compared to the other abilities studied, as determined by the T-score and on the PR percentage scale (fig. 1).

The role of the anticipation ability as a determining factor of effective play is being addressed more frequently on the international level [26, 27, 28, 29]. Success in sports is defined by one's ability to predict decisions made by the opponent(s). Many studies with players of different sports disciplines (tennis, squash, baseball, badminton, and soccer) prove that elite athletes perform better in movement anticipation tests [26]. Furthermore, elite athletes do not limit themselves to only one source of information when predicting the opponents' intentions, which means that their perception is a global, rather than local, process [27]. Recent research indicates that focusing on the opponent's trunk does not provide all the information necessary to efficiently predict the final direction of the opponent's movements. A study by Fuji et al. suggested that enhancing one's defence against the attacker is only possible if the trunk is observed in the central field of vision and the feet position is simultaneously observed in the peripheral field of vision [29].

An analysis of the results obtained in this study showed that the ability to quickly assess the position and direction of an object in space correlated significantly with reaction time and motor time. Players who were better at predicting the position of an object in space and time reacted faster to visual stimuli.

Pawelak, Lyakh, and Witkowski [14] obtained similar results in their study, which involved conducting fitness tests in a group of female handball players and in a study with female soccer players [9]. Both studies observed average correlations, primarily between the indicators of spatial orientation and reaction rate. With respect to the other abilities studied, 70% to 95% of the cases showed no statistically significant correlations.

A study that used the Vienna Test System with a badminton team proves that the time anticipation ability also correlates significantly with total field of vision ($r = -0.82$) [18]; this was not confirmed by our study. However, an analysis the results of the test in the group of basketball players showed a correlation between the number of omitted responses to stimuli appearing in the peripheral field of vision and time anticipation ($r = 0.7$) (tab. 2), as was the case in the study with badminton players ($r = 0.89$).

Table 2. Correlation (Spearman rank coefficient correlation) between visual perception, reaction time, and time-movement anticipation

Variables	Anticipation of time (ZBA_T)	Anticipation of movement (ZBA_M)	Tracking deviation (PP)
Overall field of vision (PP)	-0.24	0.01	-0.02
Visual angle – left (PP)	-0.36	-0.23	-0.12
Visual angle – right (PP)	0.01	0.17	0.01
Number of hits left (PP)	0.92*	-0.35	-0.27
Number of hits right (PP)	0.88*	-0.27	-0.30
Number of omitted reactions (PP)	0.70*	0.31	0.37
Number of incorrect reactions (PP)	-0.10	-0.44	-0.22
Mean reaction time [ms] Central field of view (RT)	0.42	0.58*	0.22
Mean motor time [ms] Central field of view (RT)	0.38	0.09	0.56*

* – statistically significant correlation ($p < 0.05$).

Legend: ZBA_T – Time Anticipation Test, ZBA_M – Movement Anticipation Test, PP – Peripheral Perception Test, RT – Reaction Time Test.

Furthermore, a correlation was found between motor time and tracking deviation ($r=0.56$), and between time anticipation and the number of correct responses to stimuli appearing in the left ($r=0.92$) and right ($r=0.88$) field of vision. Statistically significant correlations were also noticed between movement anticipation and reaction time to a stimulus in the central field of vision ($r=0.58$). This study proves that highly-developed ability to analyze visual stimuli in the central and peripheral fields of vision results in a better ability to predict the spatiotemporal position of an object, which in turn directly affects athletes' defensive and offensive abilities during play, as also found by other researchers [29].

Conclusions

The range of field of vision did not determine reaction time to a visual stimulus in the group studied. Visual perception abilities were found to significantly affect time anticipation. This proves that perception efficiency and divided attention, in conjunction with time and movement anticipation, create a complex of specific psychomotor abilities that is indispensable for achieving success in basketball.

The study participants were able to develop their response abilities by practice. It may be concluded that the high level of reaction time in the study participants may have compensated for the average level of other abilities.

Acknowledgments

The study was completed as part of principal research conducted at the Józef Piłsudski University of Physical Education in Warsaw (DS. 229), which is financed by the Ministry of Science and Higher Education

Literature

- Hitzeman S.A., Beckerman S. (1993). What the literature says about sports vision. *Optometry Clinics* 3, 145-169.
- Grabowska A. (2005). Visual perception and its similarities to other forms of perception. In T. Górska, A. Grabowska, J. Zagrodzka (eds), *Brain and behavior* (pp. 171-216) Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN. [in Polish]

- Hubel D.H. (1989). *Eye, brain and vision*. New York: Scientific American.
- Zago M., McIntyre J., Senot P., Lacquaniti F. (2009). Visuomotor coordination and internal models for object interception. *Experimental Brain Research* 192(4), 571-604. DOI: 10.1007/s00221-008-1691-3.
- Ando S. (2013). Peripheral Visual Perception During Exercise: Why We Cannot See. *Exercise of Sport and Science Research* 41(2), 87-92. DOI: 10.1097/JES.0b013e318259ad37.
- Beckerman S., Hitzeman S.A. (2003). Sport's vision testing of selected athletic participants in the 1997 and 1998 AAU. *Journal of Optometry* 74(8), 502-516.
- Ghasemi A., Momeni M., Rezaee M., Gholami A. (2009). The Difference in Visual Skills Between Expert Versus Novice Soccer Referees. *Journal of Human Kinetics* 22, 15-20. DOI: 10.2478/v10078-009-0018-1.
- Raczek J., Mynarski W. (2012). *Coordination motor abilities of children and young people: internal structure and variability*. Katowice: AWF Katowice. [in Polish]
- Starosta W. (2003). *Motor coordination capacity (meaning, structure, conditions, developing)*. Warszawa: Międzynarodowe Stowarzyszenie Motoryki Sportowej. [in Polish]
- Raczek J., Mynarski W., Lyakh V. (1998). *Theoretical - empirical basis for shaping and diagnosis of coordination motor abilities*. Katowice: AWF Katowice. [in Polish]
- Lyakh V., Sadowski J., Witkowski Z. (2011). Development of coordination motor abilities (CMA) in the system of long term preparation of athletes. *Polish Journal of Sport and Tourism* 18(3), 187-196.
- Lindsay P.H., Norman D.A. (1991). *Human information processing. An Introduction to Psychology*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Fujii K., Shinya M., Yamashita D., Kouzaki, M., Oda S. (2013). Superior reaction to changing directions for skilled basketball defenders, but not linked with specialized anticipation. *Journal of European Sport Science* 14(3), 1-9. DOI:10.1080/17461391.2013.780098.
- Pawelak Z., Laykh V., Witkowski W. (2009). The correlation between different coordinate skills and efficiency of qualified female handball players. In S. Żak, M. Spieszny (eds), *The Analysis of Training Process and Competition in Sport Games (Handball)* (pp. 66-74). Kraków-Wrocław: Międzynarodowe Towarzystwo Naukowe Gier Sportowych [in Polish]
- Starosta W. (2006). *Global and local motor coordination in physical education and sport*. Warszawa: AWF Warszawa. [in Polish]
- Bodasiński S. (2008). Changes of indicators in coordination motor abilities in 17-year-old handball players within an annual training cycle. *Polish Journal of Sport and Tourism* 15 (1-2), 29-36.
- Vienna Test System (2013). *Vienna test System Sport. Sport Psychological Assessment and Biofeedback*. Retrieved May 20, 2014, on the World Wide Web: http://www.schuhfried.com/fileadmin/content/2_Kataloge_en/WTS_Sport_4c_en_2013_web_ecat.pdf.
- Poliszczuk T., Mosakowska M. (2009). Interactions of peripheral perception and ability of time – movement anticipation in high class competitive badminton players. *Studies in Physical Culture and Tourism* 16(3), 259-265.
- Maman P., Sandeep K.B., Jaspal S.S. (2011). Role of sports vision and eye hand coordination training in performance of table tennis players. *Brazilian Journal of Biomotricity* 5(2), 106-116.
- Gierczuk D., Bujak Z., Rowiński J., Dmitriyev A. (2013). Selected coordination motor abilities in elite wrestlers and taekwon-do competitors. *Coordination in combat sports. Polish Journal of Sport and Tourism* 19(4), 35-38.

21. Zwierko T. (2007). Differences in Peripheral perception between Athletes and Non-athletes. *Journal of Human Kinetics* 19, 53-62.
22. Kohmura Y, Yoshigi H. (2004). Training Effects of visual function on college baseball players. *Human Performance Measurement* 1, 15-23.
23. Borysiuk Z., Waśkiewicz Z. (2008). Information Processes, Stimulation and Perceptual Training in Fencing, *Journal of Human Kinetics* 19, 63-82.
24. Zwierko T., Osiński W., Lubiński W., Czepita D., Florkiewicz B. (2010). Speed of Visual Sensorimotor Processes and Conductivity of Visual Pathway in Volleyball Players. *Journal of Human Kinetics* 23, 21-27.
25. Jaworski J., Tchórzewski D., Bujas P. (2011). Involution of simple and complex reaction times among people aged between 21 and 80 – the results of computer tests. *Human Movement* 12(2), 53-158. DOI: 10.2478/v10038-011-0013-y.
26. Tanaka M., Sekiya H., Tanaka Y., (2011). Effects of Explicit and Implicit Perceptual Training on Anticipation Skills of Novice Baseball Players. *Asian Journal of Exercise and Sports Science* 8(1), 1-15. DOI: 10.4146/jjspopsy.2013-1212.
27. Williams A.M., Huys R., Canal-Bruland R., Hagemann N. (2009). The dynamical information underpinning anticipation skill. *Human Movement Science* 28, 362-370. DOI:10.1016/j.humov.2008.10.006. Farrow D
28. Reid M. (2012). The contribution of situational probability information to anticipatory skill. *Journal of Science Medicine Sport* 15(4), 368-374. DOI: 10.1016/j.jsams.2011.12.007.
29. Fujii K., Shinya M., Yamashita D., Kouzaki M., Oda S. (2014). Anticipation by basketball defenders: An explanation based on the three-dimensional inverted pendulum model. *European Journal of Sport Science* 14(6), 1-9.

Submitted: July 14, 2014

Accepted: December 27, 2014

PERCEPCJA WIZUALNA I JEJ WPŁYW NA SZYBKOŚĆ REAKCJI, ANTYCYPACJĘ CZASOWO – RUCHOWĄ U WYSOKO KWALIFIKOWANYCH KOSZYKAREK

MAJA MAŃKOWSKA¹, TATIANA POLISZCZUK¹, DMYTRO POLISZCZUK², MONIKA JOHNE²

*Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie, Wydział Wychowania Fizycznego,
¹Zakład Gimnastyki i Sportu dla Wszystkich, ²Zakład Fizjologii*

Adres do korespondencji: Tatiana Poliszczuk, Wydział Wychowania Fizycznego, Zakład Gimnastyki i Sportu dla Wszystkich, ul. Marymoncka 34, 00-98 Warszawa, e-mail: tatiana.poliszczuk@awf.edu.pl

Streszczenie

Wprowadzenie. Sprawne zbieranie i analizowanie informacji zarówno z centrum, jak i obrzeży pola widzenia może wpływać na koordynacyjne zdolności motoryczne człowieka. Z analizy literatury wynika, że koordynacyjne zdolności motoryczne pozostają ze sobą w pewnych relacjach, a dopiero ich całościowy wymiar zapewnia zawodnikowi możliwość osiągnięcia mistrzowskiego poziomu techniki. Celem badań była ocena specyficznych koordynacyjnych zdolności motorycznych oraz określenie związku pomiędzy percepcją wizualną i poziomem szybkości reakcji, a antycypacją czasowo – ruchową kwalifikowanych koszykarek. **Materiał i metody.** Badaniom poddano 17 zawodniczek Kadry Narodowej w koszykówce wieku $18,1 \pm 0,8$ lat. W badaniach zastosowano trzy testy Wiedeńskiego Systemu Testów: szybkości reakcji (RT, S1), postrzegania peryferyjnego (PP) i zdolności antycypacji czasu i ruchu (ZBA, S2). **Wyniki.** Na podstawie wyników ustalono, że najlepiej rozwiniętą zdolnością jest zdolność do szybkiej reakcji, pozostałe prezentują przeciętny poziom. Wytrenowanie zdolności do szybkiej odpowiedzi na bodźce ma, w przypadku badanej grupy, charakter nawykowy. Stwierdzono korelację w przypadku czasu ruchu prostego i odchylenia śledzenia ($r=0,56$), a także pomiędzy antycypacją czasu i prawidłowymi odpowiedziami na bodźce pojawiające się w lewym ($r=0,92$) i prawym ($r=0,88$) polu widzenia. Zawodniczki, które uzyskały lepszy wynik antycypacji czasu pomijały mniej bodźców wizualnych ($r=0,7$) w peryferyjnym polu widzenia. Istotnie statystycznie związki zauważono między antycypowaniem ruchu, a czasem reakcji na bodziec w centralnym polu widzenia ($r=0,58$). **Wnioski.** Zdolności percepcji mają istotny wpływ na antycypowanie czasu. Zakres pola widzenia nie determinuje szybkości odpowiedzi na bodziec wizualny. Skuteczność postrzegania i podzielność uwagi współtworzą, wraz z antycypowaniem czasu i ruchu, kompleks specyficznych zdolności psychomotorycznych, niezbędny dla sukcesów w sportowych grach zespołowych.

Słowa kluczowe: percepcja wizualna, koordynacyjne zdolności motoryczne, Wiedeński System Testów, szybkość reakcji, antycypacja czasowo-ruchowa, postrzeganie peryferyjne

Wstęp

Nie ulega wątpliwości, że osiąganie najlepszych wyników w sporcie związane jest z wysokim poziomem zdolności poznawczych i percepcyjnych, jak również motorycznych i fizycznych. Wymagania dotyczące funkcjonowania układu wzrokowego podczas walki sportowej są jednymi z najbardziej rygorystycznych w porównaniu do wymagań jakiejkolwiek innej działalności [1].

Układ wizualny jest najbardziej kompleksowym i dominującym układem sensorycznym uczestniczącym w tworzeniu informacji zwrotnej. Dobre widzenie wymaga wyjątkowych wizualnych i percepcyjnych umiejętności, które polegają na dostarczaniu informacji do mózgu przez oczy. Mózg wtedy interpretuje informacje i inicjuje odpowiednie działania fizyczne [2, 3]. Poprzez zmysł wzroku człowiek odbiera blisko 80% do 90% informacji sensorycznych, dlatego coraz częściej podkreśla się rolę percepcji wzrokowej, jako elementu wpływającego na wynik sportowy zawodnika. Sprawne zbieranie i analizowanie informacji zarówno z centrum, jak i obrzeży pola widzenia może wpływać na koordynacyjne zdolności motoryczne (KZM) sportowców [4].

Percepcję wizualną określa się jako zdolność do rozpoznawania i interpretowania bodźców wizualnych w kontekście poprzednich doświadczeń, jest to jednak bardziej proces tworzenia niż odtwarzania. Uczestniczy ona prawie we wszystkich działaniach człowieka i jest diagnozowana poprzez ocenę szybkości reakcji na bodziec pojawiający się w centrum, bądź na obrzeżach pola widzenia [5].

W sporcie wyczynowym wymaga się, aby reagowanie na bodźce w centralnym, jak i peryferyjnym (lewym i prawym) polu widzenia było jak na najwyższym poziomie, ponieważ wydodrębnienie kluczowych informacji o ruchu przeciwnika jest efektywne tylko w przypadku obserwacji całej postaci i jej otoczenia [2, 4].

Po raz pierwszy związek pomiędzy percepcją wizualną, ciałem i piłką zauważył i opisał Galen (II w.n.e.). Jego przekonanie, stało się impulsem dla innych autorów do prowadzenia dalszych badań nad związkiem percepcji wzrokowej z sukcesem sportowym [6]. Dziś wiadomo, że sportowcy wyższej klasy posiadają lepsze umiejętności wizualne, a także wyższy poziom KZM niż osoby nietreningowe [7]. Percepcja wizualna może wpływać bezpośrednio na KZM – albo je usprawniać i kompensować, albo ograniczać [8].

Koordynacyjne zdolności motoryczne pełnią kluczową rolę w sportowych grach zespołowych – zapewniają bowiem realizację bardzo skomplikowanych technicznie i taktycznie rozwiązań, prowadzących do osiągnięcia celu w sposób ekonomiczny i efektywny [9]. Z tego powodu już w najwcześniejszych latach szkolenia sportowego kładzie się duży nacisk na wszechstronny rozwój tych zdolności, ale również wytrenowanie konkretnych, wiodących w danej dyscyplinie umiejętności. Osiągnięcie wysokiego i wszechstronnego modelu koordynacji ruchowej jest niezbędne do późniejszego opanowywania skomplikowanej techniki i taktyki gry, zatem jeden z najważniejszych punktów treningu sportowego stanowi diagnostyka w zakresie wiodących zdolności w grze [10]. Ich ciągła stymulacja ma decydujące znaczenie w dążeniu do opanowania określonych stereotypów ruchowych charakteryzujących model mistrza.

Spośród 5 głównych bloków kształtowania KZM, w cyklu treningowym, wymienianych przez Lyakha i Sadowskiego (2011, p. 193), najczęściej tylko I blok – „Systematyczne opanowywanie nowych (ogólnych i specjalnych) czynności ruchowych, ich doskonalenie i dostosowanie do różnych warunków działalności treningowej i startowej w celu oddziaływania na ogólne i specjalne KZM,” – jest realizowany w planie treningowym, pozostałe w ogóle nie są brane pod uwagę. Według tych samych autorów trening koordynacyjnych zdolności motorycznych powinien stanowić oddzielny blok szkoleniowy w przygotowaniu zawodników najwyższej klasy. Ze względu na ich specyfikę i uwarunkowania, są niezwykle trudne do diagnozy, co problematyzuje również adekwatny dobór środków treningowych podnoszących ich poziom. Badacze zgodnie wnioskujeją zatem o dobieranie w treningu KZM specjalnych środków dla każdej zdolności, a także ich wszechstronne rozwijanie [11].

Jedną z wiodących zdolności w sportowych grach zespołowych, w tym w koszykówce, jest orientacja przestrzenna warunkująca zarządzanie własnymi ruchami w przestrzeni, ale także zmianami parametrów przestrzennych wywołanych tym ruchem [10]. Nieodłącznym elementem tego procesu jest umiejętność szybkiego i precyzyjnego oceniania położenia kierunku przedmiotu w przestrzeni, co umożliwia przeprowadzenie dokładnej i skutecznej akcji motorycznej, zapewniającej sukces. Wyróżnia się kilka form orientacji przestrzennej, w tym: percepcja kształtu, odległości, głębi, ruchu i kierunku. Określanie rzeczywistego czasu i odległości determinowane jest zdolnościami percepcyjnymi i wyobraźnią, pozostałymi steruje uwaga, emocje i motywacja [12]. Skuteczne antycypowanie zapewnia zatem organizowanie, planowanie i kontrolowanie ruchów, co jest niezbędne w każdej działalności sportowej. Badacze podkreślają, że szczególnie w sportach zespołowych, przewidywanie ruchu zanim jeszcze został on zainicjowany jest wielkim wyzwaniem dla układu nerwowego, ponieważ opiera się na bieżącej, wizualnej informacji [13].

Z analizy literatury omawianego zagadnienia wynika, że KZM pozostają ze sobą w pewnych relacjach, a dopiero ich całościowy wymiar zapewnia zawodnikowi możliwość osiągnięcia mistrzowskiego poziomu techniki [14].

Problem powiązań strukturalnych w obrębie zdolności koordynacyjnych podejmowali Ljach [15]. Materiał badań stanowiły dzieci i młodzież nietreningowa. Nieliczne badania tego rodzaju prowadzono natomiast z udziałem sportowców wyczynowych, głównie mężczyzn. Nie odnaleziono prac dotyczących poziomu i powiązań strukturalnych wiodących, koordynacyjnych zdolności motorycznych u kobiet, w tym piłkarek nożnych, siatkarek, koszykarek i piłkarek ręcznych [15].

Badania podejmujące problem zmienności KZM w określonym cyklu treningowym dowodzą pozytywnego wpływu treningu ukierunkowanego na ich rozwój, zarówno w cyklach długich jak i krótszych okresach. Z badań Bodasińskiego (2008) wynika, iż poziom koordynacyjnych zdolności motorycznych jest zależny od okresów treningowych i charakterystycznych

im swoistych środków. Autor zwraca ponadto uwagę na niejednorodną strukturę i niejednoznaczny kierunek zmian w obrębie KZM. W poszczególnych okresach rocznego cyklu treningowego wykazano progres jednych zdolności KZM i stagnację lub obniżenie innych, prawdopodobnie z wykorzystaniem mechanizmów kompensacyjnych [16]. Tym bardziej zasadne jest uzyskanie informacji o szczególnych zależnościach KZM i percepcji wizualnej, dające pełen obraz ich proporcji, mechanizmów kompensacyjnych oraz specyfiki przejawiania.

W związku z powyższym celem badań była ocena specjalnych koordynacyjnych zdolności motorycznych oraz określenie związku pomiędzy percepcją wizualną i poziomem szybkości reakcji, a antycypacją czasowo – ruchową kwalifikowanych koszykarek.

Materiał i metody

Materiał badań stanowiła grupa 17 koszykarek, w wieku $18,1 \pm 0,8$ lat. Wszystkie zawodniczki były reprezentantkami Polski w latach 2011-2013. Średnia wysokość ciała badanych wynosiła $182,78 \pm 0,8$ (cm), przy średniej masie ciała równej $73,06 \pm 9,71$ (kg). Staż treningowy koszykarek wynosił $8,83 \pm 1,75$ lat. Wszystkie zawodniczki były praworęczne.

Badania przeprowadzono w okresie startowym, w którym dziewczęta odbywały 10 treningów tygodniowo. Testy wykonywano w godzinach porannych, w dniu wolnym od treningu.

W badaniach zastosowano trzy testy Wiedeńskiego Systemu Testów (WST): postrzegania peryferyjnego (PP), szybkości reakcji (RT) i zdolności antycypacji czasu i ruchu (ZBA) [17].

Test PP zastosowano do oceny postrzegania peryferyjnego i śledzenia centralnego. Podczas trwania testu uwaga badanego skupiona była w centrum pola widzenia, a program komputerowy generował jednocześnie 40 bodźców (20 z prawej i 20 z lewej strony) na panelach bocznych urządzenia. Uczestnik wykonywał zadanie śledzenia i jednocześnie odpowiadał na bodźce wizualne w peryferyjnym polu widzenia. Wyniki tego testu charakteryzują jednocześnie zdolność podzielności uwagi. Badania trwały 10 minut.

Głównymi badanymi zmiennymi w teście były: całkowite pole widzenia, wynikające z sumy pomiaru lewego i prawego kąta widzenia oka, kąt widzenia lewego i prawego oka.

Zmienna kontrolna to odchylenie śledzenia, charakteryzujące odchylenie celownika od poruszającego się celu.

Zmienne pomocnicze to: liczba prawidłowych odpowiedzi na bodziec pojawiający się w lewym, bądź prawym polu widzenia (badany naciska pedał stopą, gdy zauważy migającą linię na prawym, bądź lewym panelu urządzenia). Liczba nieprawidłowych reakcji oceniana na podstawie liczby naciśnięć na pedał, gdy nie zaprezentowano bodźca. Liczba pominiętych reakcji, gdy badany nie nacisnął na pedał, mimo iż bodziec pojawił się na panelu bocznym urządzenia. Średnia czasu reakcji z lewej i prawej strony oceniana na podstawie czasu tylko prawidłowych odpowiedzi na zaprezentowany bodziec [17].

Test ZBA pozwolił ocenić zdolność przewidywania położenia obiektu w czasie i przestrzeni. W badaniach wykorzystano wersję krótką S2, 12 – zadaniową. W celu zmierzenia przewidywania czasu, na ekranie pojawia się zielona piłka, która powoli się porusza. W pewnym momencie piłka znika i pojawiają się dwie czerwone linie. Jedna linia przechodzi przez punkt, w którym piłka znika, natomiast druga linia jest celem. Zadaniem respondenta jest wskazanie, kiedy piłka dotrze do drugiej linii docelowej. Czynnikiem do poprzec naciśnięcie przycisku w momencie, który uważa za odpowiedni. Do pomiaru przewidywania ruchu, respondent jest dodatkowo poproszony o wskazanie miejsca, w którym piłka przekroczy linię docelową. Odbywa się to za pomocą dwóch pokręteł znajdujących się głównym na panelu, które kontrolują strzałkę na ekranie. W fazie zadania próbnego

respondent otrzymuje informację zwrotną – na ekranie pojawia się prezentacja właściwego rozwiązania zadania i odpowiedź badanego. W fazie testowej badany nie widzi rozwiązania zadania. Badanie trwało 10 minut [17].

Test RT sprawdzał czas reakcji na bodźce wizualne (żółte światło) pojawiające się na ekranie. Respondent reaguje naciskając prostokątny czarny przycisk na panelu odpowiedzi. Poniżej przycisku reakcji znajduje się dotykowy przycisk oczekiwania. Badany utrzymuje palec na przycisku oczekiwania i reaguje poprzez naciśnięcie czarnego prostokątnego przycisku w momencie, kiedy zauważy żółte światło na ekranie.

Głównymi zmiennymi w teście RT jest czas reakcji (ms), czyli czas upływający od pojawienia się bodźca na ekranie do podjęcia akcji (zdjęcia palca z przycisku oczekiwania) przez badanego, a także czas ruchu prostego MRT (ms) – upływający od momentu zdjęcia palca z przycisku oczekiwania do naciśnięcia przycisku reakcji.

Zmiennymi pobocznymi są: dyspersja czasu reakcji – pomiar rozproszenia czasu reakcji po transformacji Box-Cox z odchylenia standardowego czasów reakcji i dyspersja czasu ruchu prostego, czyli pomiar rozproszenia czasu ruchu prostego po transformacji Box-Cox z odchylenia standardowego czasów ruchu prostego. W niniejszych badaniach wykorzystano wersję S1 – reakcja prosta na żółta lampkę, zadanie trwało 4 minuty. Test był wykonywany ręką prawą – dominującą [17].

Wyniki badań opracowano statystycznie z użyciem programu STATISTICA PL v.10. Do sprawdzenia występujących zależności między zdolnościami użyto współczynnik korelacji rang Spearmana. Otrzymane wyniki badań własnych porównano ze skalą T (skala tenowa) udostępnioną w oprogramowaniu Wiedeńskiego Systemu Testów [10]. Skala T (T) wynika z porównania z „Próba normalizacyjną”, uwzględniającą wiek i płeć respondentów. Uważa się, iż wartość pomiędzy 40 a 60 oznaczają, iż dana wielkość jest w granicach normy. Wynik procentowy $PR > 84$ i w skali $T > 60$ dowodzi, że w porównaniu do grupy referencyjnej badani mają powyżej przeciętnie rozwinięte zdolności [17].

Wyniki

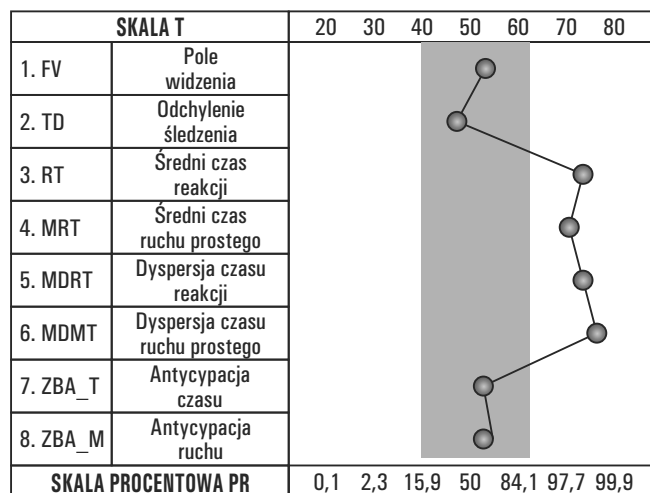
Badanie poszczególnych zdolności zaczęto od oceny postrzegania peryferyjnego (PP). Jego złożoność pozwoliła ocenić zarówno całkowite pole widzenia (174.61 ± 4.01), jak i zakres postrzegania peryferyjnego lewego (86.47 ± 2.99) i prawego oka (88.14 ± 1.99), a także odchylenie śledzenia (12.42 ± 2.88). Oceniono także liczbę prawidłowych reakcji (trafność reakcji) na 40 bodźców wizualnych. W zadaniu, 20 z nich pojawiało się po prawej (prawidłowych: 18.83 ± 2.07) i kolejne 20 po lewej (prawidłowych: 17.17 ± 3) stronie pola widzenia. (tab.1).

Table 1. Average values achieved in studies of players' specific coordination motor abilities

Badana zmienna	Jednostki	$\bar{x} \pm SD$	Rzetelność
Percepcja wizualna			
Odchylenie śledzenia	-	12.42 ± 2.88	0.98
Pole widzenia	°	174.61 ± 4.01	0.96
Kąt widzenia prawego oka	°	86.47 ± 2.99	-
Kąt widzenia lewego oka	°	88.14 ± 1.99	-
Liczba prawidłowych reakcji – lewa strona	n	17.17 ± 3.00	-
Liczba prawidłowych reakcji – prawa strona	n	18.83 ± 2.07	-
Liczba pominiętych bodźców	n	3.5 ± 3.26	-
Średni czasu reakcji – lewa strona	s	0.63 ± 3.26	-
Średni czasu reakcji – prawa strona	s	0.59 ± 0.08	-
Zdolność szybkiej reakcji			
Średni czas reakcji	ms	222.22 ± 23.67	0.961
Średni czas ruchu prostego	ms	96.39 ± 42.86	0.983
Dyspersja czasu reakcji	ms	22.56 ± 6.53	0.961
Dyspersja czasu ruchu prostego	ms	14.39 ± 6.47	0.983
Antycypowanie czasu i ruchu			
Antycypacja czasu	s	1.11 ± 0.62	0.94
Antycypacja ruchu	piksel	63.94 ± 19.70	0.55

Zauważono, że badane zawodniczki częściej udzielały prawidłowej odpowiedzi na sygnały pojawiające się po prawej stronie. Czasy minimalne uzyskane w zadaniu były bardzo zbliżone i wynosiły kolejno: 0,50 (s) dla prawej i 0,51 (s) dla lewej strony. Najwolniejsza reakcja została odnotowana, gdy sygnał pojawił się w lewym polu widzenia i był równy 0,77 (s).

Powiązanie szeregu zadań, wykonywanych jednocześnie przez badaną osobę, pozwoliło na ocenę podzielności uwagi u koszykarek. Średnia wartość odchylenia śledzenia centralnego uzyskała jednak najniższy rezultat spośród badanych zdolności (ryc.1).



Rycina 1. Profil zdolności percepcji wizualnej, szybkości reakcji oraz antycypacji według skali T i skali procentowej PR kwalifikowanych koszykarek

Kolejną próbą jakiej poddano grupę koszykarek był test szybkości reakcji (RT). Średni czas odpowiedzi koszykarek, na bodziec wizualny, wynosił $222,22 \pm 23,67$ (ms), najlepszy (najkrótszy) wynik jaki zanotowano to 182 (ms), najniższy wynosił 269 (ms). Przeciętna wartość dyspersji czasu reakcji (MCRD)

sugeruje również wysoką gotowość reagowania na bodziec przez cały czas trwania testu (tab. 1). Szybkość reagowania na bodźce została oceniona najlepiej ze wszystkich badanych zdolności. Zdiagnozowano ponadprzeciętny, w stosunku do grupy referencyjnej, poziom rozwinięcia tej zdolności (ryc. 1).

Średni czas ruchu prostego, również uzyskał bardzo wysokie oceny w skali T i skali procentowej PR, jednak nieco słabsze niż średni czas reakcji. I w tym przypadku uzyskany wynik czasu motorycznego dyspersji (MCMD) wskazuje na wysoką stabilność reakcji motorycznej zawodniczek (tab. 1, ryc. 1).

Ostatnim punktem analizy były zdolności antycypowania czasu i ruchu (ZBA). Okazało się, że prawidłowa ocena kierunku ruchu sprawiła badanym zawodniczkom minimalnie trudności, niż przewidywanie czasu. Średnia wartość błędu popełnionego przez badane zawodniczki w przypadku antycypacji ruchu wyniosła $63,94 \pm 19,70$ (piksel) natomiast błąd czasowy był równy $1,11 \pm 0,62$ (s) (tab. 1). Poziom obu zdolności został sklasyfikowany, według skali T i skali procentowej PR, w granicy normy dla populacji (ryc. 1).

Dyskusja

Konsekwencją badań sportowców najwyższej klasy jest zazwyczaj mała liczebność grupy, co skutkuje często problemem normalizacji wyników, bądź też trudnością skomentowania ich w kontekście podobnych badań. Dodatkowo sprawę utrudnia szeroki wachlarz narzędzi i technik badawczych stosowanych w diagnostyce koordynacyjnych zdolności motorycznych.

Badania z użyciem narzędzia, jakim jest Wiedeński System Testów (WST), prowadzono dotychczas wśród zawodników różnych dyscyplin sportowych, w tym sportów raketowych: badmintona i tenisa stołowego; sportów walki: taekwon-do ITF, wrestlingu i szermierki oraz sportowych gier zespołowych: siatkówki, piłki nożnej i ręcznej [18, 19, 20, 21]. Spośród wielu testów WST wykorzystywano zawsze te, które uwzględniały specyfikę poszczególnych dyscyplin i najważniejsze aspekty koordynacyjnych zdolności motorycznych w danej dyscyplinie sportu. Wśród opublikowanych wyników badań znalazły się i takie, które podkreślały związek możliwości wizualnych i innych zdolności motorycznych, stąd też szereg publikacji dotyczących pilnej potrzeby szkolenia percepcji, wpływającej bezpośrednio na wynik sportowy [22, 23].

Aby możliwe było otrzymanie rzetelnej informacji o poziomie KZM zawodniczek, wyniki badań własnych zestawiono z badaniami przeprowadzonymi z użyciem Wiedeńskiego Systemu Testów wśród kadry narodowej mężczyzn badmintona w wieku $22,33 \pm 2,35$, a także zawodników 2 ligi piłki ręcznej w wieku $21,86 \pm 1,09$ [18, 21]. Nie znaleziono do tej pory badań z udziałem kobiet. Okazuje się, że badane zawodniczki odznaczają się większym zasięgiem pola widzenia ($174,61^\circ \pm 4,01$) niż badmintoniści ($172,9^\circ \pm 4,45$) i piłkarze ręczni ($170,95^\circ \pm 9,15$) [21]. Charakteryzują się także najmniejszą różnicą między lewym i prawym kątem widzenia oka (różnica: koszykarki ok. 2° , badmintoniści 7° , piłkarze ręczni ok. 10°). Nie odnotowano istotnej statystycznie różnicy w lateralizacji czasu odpowiedzi na bodziec w peryferyjnym polu widzenia, zauważono jednak, że badane koszykarki częściej udzielały prawidłowej odpowiedzi na sygnały pojawiające się z prawej strony (tab. 1). Koszykarki odpowiadały szybciej na bodziec pojawiający się w peryferyjnym polu widzenia (lewa strona: $0,63 \pm 3,26$; prawa strona: $0,59 \pm 0,08$) niż badmintoniści (lewa strona: $0,66 \pm 0,07$; prawa strona: $0,66 \pm 0,05$) i nieco wolniej niż piłkarze ręczni (lewa strona: $0,55 \pm 0,07$; prawa strona: $0,54 \pm 0,05$) [18, 21].

Wielu autorów uważa, że wyższy poziom zdolności percepcyjnych wynika raczej z umiejętności szybszego rozpoznawania i odpowiadania na bodźce niż funkcjonowania wizji w pery-

feryjnych obrzeżach widzenia [7]. I tak większość badań przeprowadzonych z udziałem sportowców i osób nietreningujących potwierdza tę tezę. Ponadto szerszy zasięg pola widzenia, nie gwarantuje szybszej reakcji na bodziec w peryferyjnym obszarze. Sportowcy szybciej reagują na sygnały niż osoby nietreningujące, ich reakcje są bardziej trafne. [5, 7, 24].

Przedstawienie wyników badań własnych w świetle dociekań innych naukowców wygląda nieco trudniej w przypadku testu szybkości reakcji, ze względu na mnogość narzędzi badawczych wykorzystywanych do oceny tej zdolności.

W stosunku do populacji referencyjnej (skala T oraz skala procentowa PR) badane zawodniczki wykazały się powyżej przeciętnym poziomem zdolności szybkiej reakcji i czasu ruchu prostego. Średni czas reakcji człowieka na bodziec wzrokowy wynosi ok. 250 ms, a u sportowców wartości te są mniejsze. Systematyczny trening wpływa na obniżenie czasu reakcji, zarówno w przypadku młodych, zdrowych osób jak i seniorów, jednak generalny poziom zdolności szybkiej reakcji pogarsza się wraz z wiekiem [25]. Najlepsze wyniki dla czasu reakcji odnotowuje się, między 17 a 20 rokiem życia, co oznacza, że okres badań zawodniczek przypadł właśnie na ten czas. W porównaniu do innych badanych zdolności szybka reakcja wykazała powyżej przeciętny, wyznaczony w skali T i skali procentowej PR, poziom rozwinięcia (ryc. 1).

Rolę umiejętności antycypowania jako determinanta efektywnej gry z piłką dyskutuje się coraz częściej również na arenie międzynarodowej [26, 27, 28, 29]. Sukces sportowy definiuje umiejętność przewidywania przez graczy decyzji swoich przeciwników. Liczne badania z udziałem zawodników różnych dyscyplin sportowych (tenis, squash, baseball, badminton, piłka nożna) dowodzą, iż sportowcy wyższej klasy wykazują lepsze wyniki w testach oceniających zdolność antycypacji ruchowej [26]. Co więcej, wykwalifikowani zawodnicy nie ograniczają się do jednego źródła informacji przy przewidywaniu zamiarów przeciwnika, co oznacza, że ich postrzeganie jest procesem bardziej "globalnym", a nie "lokalnym" [27]. Na podstawie aktualnych badań stwierdzono, że skupienie uwagi na tułowiu przeciwnika nie dostarcza kompletnej informacji niezbędnej do skutecznego przewidywania ostatecznego kierunku ruchu przeciwnika. W badaniach Fuji et al. ustalono, że wzmocnienie obrony przed atakującym możliwe jest tylko przy obserwacji tułowia – w centralnym polu widzenia, ale także pozycji stóp w peryferyjnym polu widzenia [29].

W wynikach badań własnych stwierdzono, że zdolności prawidłowej oceny położenia i kierunku obiektu w przestrzeni korelowały istotnie z czasem reakcji i czasem ruchu prostego. Zawodniczki, które dokładniej przewidywały położenie przedmiotu w miejscu i czasie szybciej reagowały na bodźce optyczne.

Podobne rezultaty przedstawiono w badaniach Pawelaka, Lyakha i Witkowskiego [14] z wykorzystaniem testów sprawnościowych w grupie piłkarek ręcznych, a także w badaniach z udziałem piłkarek nożnych [9]. W obu przypadkach zdiagnozowano związki o średniej mocy głównie pomiędzy wskaźnikiem orientacji przestrzennej i szybkości reakcji. W przypadku pozostających, badanych zdolności, w 70-95% przypadków nie wykryto istotnych statystycznie korelacji.

Badania prowadzone w kadrze badmintonistów, przy użyciu Wiedeńskiego Systemu Testów, dowodzą, że zdolność antycypacji czasu koreluje w znacznym stopniu także z całkowitym polem widzenia ($r=-0,82$) czego nie potwierdziły niniejsze badania [18]. Analiza badań z udziałem koszykarek wykryła jednak zależność pomiędzy liczbą pominiętych odpowiedzi na bodźce pojawiające się w peryferyjnym polu widzenia, a antycypacją czasu ($r=0,7$) (tab. 2.), podobnie jak w przypadku badmintonistów ($r=0,89$).

Tabela 2. Korelacja (współczynnik korelacji Rang Spearmana) pomiędzy percepcją wizualną, szybkością reakcji i antycypacją czasowo – ruchową

Zmienna	Antycypacja czasu (ZBA_T)	Antycypacja ruchu (ZBA_M)	Odchylenie śledzenia (PP)
Pole widzenia (PP)	-0.24	0.01	-0.02
Liczba odpowiedzi lewa strona (PP)	-0.36	-0.23	-0.12
Lewy kąt widzenia oka (PP)	0.01	0.17	0.01
Prawy kąt widzenia oka (PP)	0.92*	-0.35	-0.27
Liczba odpowiedzi prawa strona (PP)	0.88*	-0.27	-0.30
Liczba ominiętych reakcji (PP)	0.70*	0.31	0.37
Liczba nieprawidłowych reakcji (PP)	-0.10	-0.44	-0.22
Średni czas reakcji [ms] centrum pola widzenia (RT)	0.42	0.58*	0.22
Średni czas ruchu prostego [ms] centrum pola widzenia (RT)	0.38	0.09	0.56*

* – korelacje istotne statystycznie dla $p < 0,05$.

Legenda: ZBA_T – test antycypacji czasu, ZBA_M – test antycypacji ruchu, PP – test postrzegania peryferyjnego, RT – test szybkości reakcji.

Ponadto stwierdzono korelację w przypadku czasu ruchu prostego i odchylenia śledzenia ($r=0,56$), a także pomiędzy antycypacją czasu i prawidłowymi odpowiedziami na bodźce pojawiające się w lewym ($r=0,92$) i prawym ($r=0,88$) polu widzenia. Istotne statystycznie związki także zauważono między antycypowaniem ruchu, a czasem reakcji na bodziec w centralnym polu widzenia ($r=0,58$). Niniejsze badania dowodzą, że wysoko rozwinięta sprawność analizowania bodźców wizualnych w centralnym i peryferyjnym polu widzenia determinuje lepszą zdolność przewidywania położenia obiektu w czasie, co zgodnie z badaniami innych specjalistów przekłada się bezpośrednio na poziom umiejętności w grze zarówno w ataku jak i obronie [29].

Wnioski

Zakres pola widzenia nie determinuje szybkości odpowiedzi na bodziec wizualny, w przypadku badanej grupy. Zauważono, że zdolności percepcji wizualnej mają istotny wpływ na antycypowanie czasu. Dowodzi to, że skuteczność postrzegania i podzielność uwagi współtworzą, wraz z antycypowaniem czasu i ruchu, kompleks specyficznych zdolności psychomotorycznych, niezbędny dla sukcesów sportowych w koszykówce.

Wytrenowanie zdolności do szybkiej odpowiedzi na bodźce ma, w przypadku badanej grupy, charakter nawykowy. Można wnioskować, że wysoki stopień jej rozwinięcia mógł zrekompenzować średni poziom pozostałych zdolności.

Podziękowania

Prace wykonano w ramach badań statutowych Akademii Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie – DS. 229 – finansowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Piśmiennictwo

- Hitzeman S.A., Beckerman S. (1993). What the literature says about sports vision. *Optometry Clinics* 3, 145-169.
- Grabowska A. (2005). Percepcja wzrokowa i jej analogie do innych form percepcji. W: T. Górski, A. Grabowska, J. Zagrodzka (red.), *Mózg a zachowanie* (s. 171-216) Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Hubel D.H. (1989). *Eye, brain and vision*. New York: Scientific American.
- Zago M., McIntyre J., Senot P., Lacquaniti F. (2009). Visuo-motor coordination and internal models for object interception. *Experimental Brain Research* 192(4), 571-604. DOI: 10.1007/s00221-008-1691-3.
- Ando S. (2013). Peripheral Visual Perception During Exercise: Why We Cannot See. *Exercise of Sport and Science Research* 41(2), 87-92. DOI: 10.1097/JES.0b013e318259ad37.
- Beckerman S., Hitzeman S.A. (2003). Sport's vision testing of selected athletic participants in the 1997 and 1998 AAU. *Journal Olympic Games. Journal of Optometry* 74(8), 502-516.
- Ghasemi A., Momeni M., Rezaee M., Gholami A. (2009). The Difference in Visual Skills Between Expert Versus Novice Soccer Referees. *Journal of Human Kinetics* 22, 15-20. DOI: 10.2478/v10078-009-0018-1.
- Raczek J., Mynarski W. (2012). *Koordynacyjne zdolności motoryczne dzieci i młodzieży: struktura wewnętrzna i zmienność osobnicza*. Katowice: AWF Katowice.
- Starosta W. (2003). *Motoryczne zdolności koordynacyjne: znaczenie, struktura, uwarunkowania, kształtowanie*. Warszawa: Międzynarodowe Stowarzyszenie Motoryki Sportowej.
- Raczek J., Mynarski W., Lyakh V. (1998). *Teoretyczno – empiryczne podstawy kształtowania i diagnozowania koordynacyjnych zdolności motorycznych*. Katowice: AWF Katowice.
- Lyakh V., Sadowski J., Witkowski Z. (2011). Development of coordination motor abilities (CMA) in the system of long term preparation of athletes. *Polish Journal of Sport and Tourism* 18(3), 187-196.
- Lindsay P.H., Norman D.A. (1991). *Procesy przetwarzania informacji u człowieka. Wstęp do psychologii*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Fujii K., Shinya M., Yamashita D., Kouzaki M., Oda S. (2013). Superior reaction to changing directions for skilled basketball defenders, but not linked with specialized anticipation. *Journal of European Sport Science* 14(3), 1-9. DOI: 10.1080/17461391.2013.780098.
- Pawelak Z., Laykh V., Witkowski W. (2009). Współzależności między różnymi zdolnościami koordynacyjnymi i sprawnością specjalną kwalifikowanych piłkarzy ręcznych. W: S. Żak, M. Spieszny (red.), *Analiza procesu treningowego i walki sportowej w grach zespołowych (piłka ręczna)*(s. 66-74). Kraków-Wrocław: Międzynarodowe Towarzystwo Naukowe Gier Sportowych.
- Starosta W. (2006). *Globalna i lokalna koordynacja ruchowa w wychowaniu fizycznym i sporcie*. Warszawa: AWF Warszawa.
- Bodasiński S. (2008). Changes of indicators in coordination motor abilities in 17-year-old handball players within an annual training cycle. *Polish Journal of Sport and Tourism* 15 (1-2), 29-36.
- Vienna Test System (2013). *Vienna test System Sport. Sport Psychological Assessment and Biofeedback*. Wyszukane 20 maja 2014, na World Wide Web: http://www.schuhfried.com/fileadmin/content/2_Kataloge_en/WTS_Sport_4c_en_2013_web_ecat.pdf.
- Poliszczuk T., Mosakowska M. (2009). Interactions of peripheral perception and ability of time – movement anticipation in high class competitive badminton players. *Studies in Physical Culture and Tourism* 16(3), 259-265.
- Maman P., Sandeep K.B., Jaspal S.S. (2011). Role of sports vision and eye hand coordination training in performance of table tennis players. *Brazilian Journal of Biomotricity* 5(2), 106-116.
- Gierczuk D., Bujak Z., Rowiński J., Dmitriyev A. (2013). Selected coordination motor abilities in elite wrestlers and taek-

- won-do competitors. Coordination in combat sports. *Polish Journal of Sport and Tourism* 19(4), 35-38.
21. Zwierko T. (2007). Differences in Peripheral perception between Athletes and Non-athletes. *Journal of Human Kinetics* 19, 53-62.
 22. Kohmura Y, Yoshigi H. (2004). Training Effects of visual function on college baseball players. *Human Performance Measurement* 1, 15-23.
 23. Borysiuk Z., Waśkiewicz Z. (2008). Information Processes, Stimulation and Perceptual Training in Fencing. *Journal of Human Kinetics* 19, 63-82.
 24. Zwierko T., Osiński W., Lubiński W., Czepita D., Florckiewicz B. (2010). Speed of Visual Sensorimotor Processes and Conductivity of Visual Pathway in Volleyball Players. *Journal of Human Kinetics* 23, 21-27.
 25. Jaworski J., Tchórzewski D., Bujas P. (2011). Involution of simple and complex reaction times among people aged between 21 and 80 – the results of computer tests. *Human Movement* 12(2), 53-158. DOI: 10.2478/v10038-011-0013-y.
 26. Tanaka M., Sekiya H., Tanaka Y. (2011). Effects of Explicit and Implicit Perceptual Training on Anticipation Skills of Novice Baseball Players. *Asian Journal of Exercise and Sports Science* 8(1), 1-15. DOI: 10.4146/jjspopsy.2013-1212.
 27. Williams A.M., Huys R., Canal-Bruland R., Hagemann N. (2009). The dynamical information underpinning anticipation skill. *Human Movement Science* 28, 362-370. DOI:10.1016/j.humov.2008.10.006.
 28. Farrow D., Reid M. (2012). The contribution of situational probability information to anticipatory skill. *Journal of Science Medicine Sport* 15(4), 368-374. DOI: 10.1016/j.jsams.2011.12.007.
 29. Fujii K., Shinya M., Yamashita D., Kouzaki M., Oda S. (2014). Anticipation by basketball defenders: An explanation based on the three-dimensional inverted pendulum model. *European Journal of Sport Science* 14(6), 1-9.

Otrzymano: 14.07.2014

Przyjęto: 27.10.2014