

STATIC BALANCE OF VISUALLY IMPAIRED ATHLETES IN OPEN AND CLOSED SKILL SPORTS

GRZEGORZ BEDNARCZUK¹, IDA WISZOMIRSKA², JOLANTA MARSZAŁEK³,
IZABELA RUTKOWSKA³, WALDEMAR SKOWROŃSKI⁴

*Józef Piłsudski University of Physical Education in Warsaw, Faculty of Rehabilitation,
Chair of Natural Sciences, Department of Adapted Physical Activity¹,
Department of Anatomy and Kinesiology², Department of Sport for People with Disabilities³,
Department of Movement Teaching of the Disabled⁴*

Mailing address: Grzegorz Bednarczuk, Józef Piłsudski University of Physical Education, Faculty of Rehabilitation,
34 Marymoncka Street, 00-968 Warszawa, tel.: +48 22 8340431 ext. 620, fax: +48 22 8651080,
e-mail: bednarczuk.awf@gmail.com

Abstract

Introduction. In elite sport, athletes are required to maintain appropriate body posture control despite a number of destabilising factors. The functions of body posture control are monitored by the central nervous system that constantly receives information from the vestibular and somatosensory systems as well as from the visual analyser. Visual impairment may contribute to a decrease in the level of motor abilities and skills; however, it does not prevent visually impaired individuals from taking up physical activity. Therefore, this study sought to assess the static balance of visually impaired goalball players and shooters. **Material and methods.** The study included 37 goalball players and 20 shooters. A force platform was used to assess static balance. The study participants performed tests: standing on both feet with eyes open (BFEO) and closed (BFEC) (30 s), single left- and right-leg stance with eyes open (SLEO and SREO) as well as single left- and right-leg stance with eyes closed (SLEC and SREC). Statistical analyses were carried out using the following parameters: centre of pressure (CoP) path length [cm], CoP velocity [m/s], and the surface area of the stabilogram [cm²]. **Results.** No significant differences were found between goalball players and shooters in static balance levels. However, such differences were observed after taking into account the number of athletes who were capable of performing particular tests. **Conclusions.** The findings indirectly confirm that there is a correlation between the type of physical activity and balance levels in visually impaired individuals. Further research ought to include tests performed on an unstable surface.

Key words: disability sport, visual impairment, static balance, goalball, pneumatic shooting

Introduction

Balance described as the state of body posture enables us to align forces and their moments that affect the body. It belongs to a group of coordination motor abilities that are needed to perform precise movements. Proper levels of static and dynamic balance are indispensable in doing a lot of everyday tasks and taking up physical activity [1]. In elite sport, athletes need to maintain appropriate body posture control despite a number of destabilising factors [2]. All sports induce specific equivalent adaptation mechanisms that result from the typical structure of movements [3], and long-term training may affect the acquisition of proper motor skills [4].

In each sport, different levels of particular motor abilities are required; however, a number of authors have highlighted the role of static and dynamic balance. Many studies sought to assess static and dynamic balance levels in sportspeople. Bresel et al. [5] assumed that competition conditions could affect the level of balance. They examined it in female football and basketball players (grass surface and wooden floor, respectively) and in female gymnasts (barefoot). Kachanathu et al. [6] examined football and basketball players to find out what influence a given sport had on balance levels. Kartal [7] performed similar analyses on tennis, volleyball, football, and basketball players. It is believed that in some sports, proper balance levels may

contribute to achieving high outcomes. Judo is a good example, since several judo techniques require being able to maintain balance while trying to knock one's opponent off balance [8]. It was demonstrated that high levels of static balance in shooters influenced their scores [9]. In biathlon, postural stability while shooting is crucial to obtaining excellent results in this element [10]. A similar situation occurs in archery, where accuracy is linked to maintaining a still position just before shooting an arrow [11].

The functions of body posture control are monitored by the central nervous system that constantly receives information from the vestibular and somatosensory systems as well as from the visual analyser [12, 13, 14, 15]. Maintaining balance is a complex process which may be disturbed due to incorrect sensor-motor information or the lack of it [16]. It is believed that there are sports in which athletes trying to keep balance rely on other sources of information provided to the central nervous system. Judo competitors mainly use proprioceptive stimuli, while dancers rely on visual stimuli [6]. Thus, how is balance affected if it is hard or even impossible to receive any of these stimuli? Nearly 80% of the stimuli reach a recipient through the optic canal, which may indicate that an inability to receive these stimuli will affect static balance [14]. If the reception of visual stimuli is limited, static balance levels decrease [17]. Visual impairment may contribute to a decrease in the level of motor abilities and

skills; however, it does not prevent visually impaired individuals from taking up physical activity. In fact, quite the opposite is the case. Physical activity produces a lot of positive physiological, psychological, and sociological effects [18]. Postural control of visually impaired individuals is possible owing to non-visual stimuli, that is proprioception, touch, hearing, and the vestibular system. The inability to receive visual stimuli exerts a negative influence on postural stability, and those affected by this dysfunction may have problems connected with it already at the level of mobility [19]. There is a scarcity of research on the fitness levels (including balance) of visually impaired sportspeople [20, 21, 22]. This issue seems to be interesting bearing in mind the role of vision in maintaining balance.

A literature review indicates that study group inclusion criteria for balance examinations are for example the sports practised by the study participants as well as the settings in which they are performed. This makes it possible to assume that authors expect to observe differences in balance levels between athletes in open and closed skill sports. One of the classification criteria of motor skills is environmental stability and predictability while performing a given task. Tasks performed in changeable and unpredictable surroundings are defined as open skills, while activities performed in a stable and predictable environment are known as closed skills [23]. Open skill sports are the ones which require reacting to changing conditions; an example would be team sports. In closed skill sports (running, shooting, or archery), the conditions are stable and predictable [24].

One of the team sports that only visually impaired individuals practise is goalball. The purpose of the game is to try to throw a ball into the opponents' goal. There are two teams that consist of three players each, and the players are blindfolded. The position of the ball during the game can be determined owing to the bells imbedded in it. The specificity of the game requires adequate motor preparation as well as excellent spatial orientation and sound source location on the part of the players [25]. Shooting is an example of an individual sport practised by visually impaired athletes. They use standard equipment complete with an electronic audio system linked with elements of the gun sight. The closer a shooter aims to the centre of the target, the louder the sound they hear through the headphones. Owing

to these adaptations, visually impaired shooters are capable of demonstrating precision similar to that of sighted athletes. All visually impaired shooters compete in one category [26].

The specificity and nature of both sports imply different levels of static balance in visually impaired sportspeople, particularly if we assume that athletes practising open skill sports rely on visual stimuli more than competitors in closed skill sports [24]. Therefore, this study sought to compare the static balance of visually impaired goalball players and shooters.

Material and methods

The study included 37 goalball players and 20 shooters (tab. 1). The participants were divided into three groups according to the classification of the International Blind Sports Federation: B1 – visual acuity poorer than LogMAR 2.60, B2 – visual acuity ranging from LogMAR 1.50 to 2.60 and visual field below 10 degrees, B3 – visual acuity ranging from LogMAR 1.40 to 1.0 and visual field below 40 degrees [27].

All participants gave their written informed consent after being provided with an explanation of the risks and benefits resulting from participating in this study, as outlined in the Declaration of Helsinki (2008). The athletes had the option to withdraw from the study at any time. The study was approved by the Senate Research Ethics Committee of the Józef Piłsudski University of Physical Education in Warsaw (SKN 01-33/2015).

The subjects' body height (cm) and body mass (kg) were measured. Static balance was assessed using an AMTI AccuS-way force platform (ACS Model). The study participants performed the following tests: standing on both feet with eyes open (BFEO) and closed (BFEC) (30 s), single left- and right-leg stance with eyes open (SLEO and SREO), and single left- and right-leg stance with eyes closed (SLEC and SREC) (10 s). The participants performed two trials in each single-leg test. Statistical analyses were carried out using the following parameters: path length (cm), centre of pressure (CoP), CoP velocity (m/s), and the surface area of the stabilogram (cm²). The data regarding age, disability experience, training experience, sport class, and training loads (hours per week) were obtained during the tests.

Table 1. Description of study participants

Gender	Males [n = 33]						Females [n = 24]					
	B1		B2		B3		B1		B2		B3	
Sport class [n]	G	S	G	S	G	S	G	S	G	S	G	S
	4	4	9	6	6	6	3	0	12	0	3	2
Sport	Goalball players		Shooters		Goalball players		Shooters					
	$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$					
Body mass [kg]	79.4 ± 13.9		89.3 ± 18.5		61.8 ± 11.96		69.0 ± 7.5					
Body height [cm]	182.8 ± 8.3		175.9 ± 13.1		167.2 ± 6.8		166.5 ± 4.14					
Age [years]	25.68 ± 7.23		49.21 ± 17.23		21.17 ± 7.82		41.0 ± 14.57					
Disability experience FB/DL [n]	4/15		4/10		10/8		2/4					
Training experience [years]	7.2 ± 4.2		2.5 ± 2		6.8 ± 4.3		2.5 ± 2.1					
Training experience up to 10/above 10 years [n]	16/3		0/14		17/1		0/6					
Training load [h/week]	6.3 ± 2.3		2.6 ± 1.6		6.7 ± 2.2		2.7 ± 1.6					
Training load up to 10/above 10 [h/week] [n]	18/1		0/14		17/1		0/6					

G = goalball players; S = shooters; FB = from birth; DL = during life.

Table 2. Differences in static balance levels between goalball players and shooters (analysis of variance – ANOVA)

Variable	Goalball players		Shooters		Goalball players vs. shooters		ST	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	F	p	Goalball players	Shooters
BFEO Area Circ [cm ²]	2.51	1.34	2.66	1.40	0.43	0.51	37	20
BFEO Path Length [cm]	38.80	1.29	37.56	9.80	0.26	0.60	37	20
BFEO V [m/s]	1.29	0.26	1.25	0.33	0.26	0.60	37	20
BFEC Area Circ [cm ²]	2.69	1.86	2.65	3.20	0.00	0.98	36	20
BFEC Path Length [cm]	40.69	10.06	41.85	15.29	0.11	0.73	36	20
BFEC V [m/s]	1.36	0.33	1.39	0.51	0.11	0.73	36	20
SREO Area Circ [cm ²]	18.82	13.85	14.19	9.24	1.57	0.21	37	17
SREO Path Length [cm]	78.03	33.25	37.79	7.34	0.20	0.65	37	17
SREO V [m/s]	7.80	3.23	7.34	3.80	0.20	0.65	37	17
SREC Area Circ [cm ²]	22.89	17.16	21.57	8.42	0.04	0.83	30	8
SREC Path Length [cm]	83.79	23.78	105.1	36.09	3.95	0.05	30	8
SREC V [m/s]	9.03	4.62	9.34	4.43	0.70	0.40	30	8
SLEO Area Circ [cm ²]	27.77	33.81	17.88	19.26	1.38	0.24	37	19
SLEO Path Length [cm]	117.2	46.9	64.1	27.6	0.82	0.36	37	19
SLEO V [m/s]	11.72	24.69	6.07	3.06	0.97	0.32	37	19
SLEC Area Circ [cm ²]	27.25	19.45	36.32	33.34	1.48	0.22	36	15
SLEC Path Length [cm]	96.82	45.24	86.52	46.40	0.54	0.46	36	15
SLEC V [m/s]	9.68	4.52	8.65	4.64	0.54	0.46	36	15

$p < 0.05$; F = scores are shown in the table; BFEO = both feet eyes open; BFEC = both feet eyes closed; SREO = single right eyes open; SREC = single right eyes closed; SLEO = single left eyes open; SLEC = single left eyes closed; ST = successful trials.

Data analysis was performed using Statistica v. 10. Mean and standard deviations were calculated. The significance of differences between groups in gender, body mass, body height, disability experience, sport class, and training loads was assessed with the use of the analysis of variance (ANOVA) and Pearson's χ^2 test. Before the analysis, box-and-whisker calculations were made, and extreme results were removed. The level of significance was set at $p < 0.05$.

Results

The analysis did not reveal any differences in balance levels in terms of disability levels (sport class), disability experience, training experience, or training loads. The fact that there were no differences between goalball players and shooters (female and male) in body height ($F = 0.48$, $p = 0.49$) allowed comparisons between them.

No significant differences were found in balance levels between goalball players and shooters (tab. 2).

It was observed that not all study participants (shooters in particular) were able to complete the single-leg test with eyes closed. The analysis of successful trials with regard to the number of participants revealed significant differences between the groups. Goalball players demonstrated higher balance levels in the single-leg test with eyes closed (tab. 3).

Table 3. Differences in static balance levels between goalball players and shooters in the single-leg stance test with eyes closed taking into account the number of successful trials (Pearson's χ^2 test)

	SLEC ST/NS	SREC ST/NS
Goalball players	37/37	30/37
Shooters	15/20	8/20
Pearson's χ^2 test	10.13*	9.86*

* $p < 0.001$; SLEO = single left eyes closed; SREC = single right eyes closed; ST = successful trials; NS = number of subjects.

Discussion

The aim of the study was to compare static balance levels in visually impaired goalball players and shooters. It was assumed that the specificity of a given sport (open or closed skills) might differentiate competitors in terms of static balance levels. Goalball is a dynamic and unpredictable team sport with frequent pace and direction changes. In pneumatic shooting, the sequence of movements during a competition is predictable and well-known to each shooter. Static balance levels did not differentiate goalball players and shooters when it came to disability experience and disability levels (sport class), training experience, or training loads. This may stem from the fact that neither the goalball players nor the shooters relied on visual stimuli, and their balance levels were relatively high. Colak et al. [20] also noted that there were no differences in balance levels between goalball players of different sport classes. Klavina

and Jekabsone [14] found that postural instability in visually impaired untrained individuals grew larger with an increase in disability levels. Similar observations were made by Tomomitsu et al. [17], who noted that balance levels in visually impaired individuals were lower in the case of people with greater impairments both in tests on a stable and unstable surface. Contrary to the research on able-bodied fencers, a significant correlation ($r = 0.62$) was found between training experience and postural stability levels [28].

Both goalball players and shooters manifested similar balance levels in tests performed on both feet with their eyes open and closed. However, it was observed that compared to goalball players, fewer shooters were able to perform the 10-s single left- and right-leg stance tests with eyes closed. This fact indicated significant differences between the athletes practising the two sports in the above-mentioned tests. Goalball players manifested higher balance levels in single-leg tests with eyes closed (shorter path and smaller surface area of CoP) (tab. 2). This may point to the role of vision in maintaining static balance and to the specificity of the sport discipline. During shooting, there is no single-leg support phase, which may account for lower balance levels in single-leg tests. Hawkins and Sefton [29] proved that in shooting, the highest level of stabilisation was obtained when standing on both feet 30 cm apart. Elite shooters exhibit high levels of static balance when standing on both feet and shooting. There is evidence that there exists a correlation between shooting accuracy and fitness (with balance and postural stability as the main components). Mononen et al. [9] focused on assessing correlations between shooting accuracy and stability levels. For instance, velocity of CoP displacement in shooting tests was analysed. Significant correlations ($r = 0.3-0.8$) were found between balance parameters and results in shooting. Correlations between stability levels and the results in biathlon shooting were noted by Sattlecker et al. [10]. A similar structure of movement can be seen in archery. A common feature of both sports is that athletes aim at a target with one eye closed, which may affect stability. It was revealed that stability played a significant role in each of the three archery events. However, in each of them, competitors used different strategies to maintain it [11].

In the case of individuals with disabilities, there are usually differences in the level of balance maintained without visual control. This was observed, for example, in tennis players [30], basketball and football players, windsurfers [3], and untrained individuals [2, 3, 15]. All this shows the role of vision in maintaining balance.

The character and structure of movement in a given sport may exert an influence on static balance levels. This was confirmed by the findings of research that assessed the differences between balance levels in young female figure skaters and their counterparts who only attended PE classes [1] as well as by the results of studies that compared handball players [31], football players [4], basketball players, and swimmers [32] against untrained individuals. In all these cases, sportspeople exhibited significantly higher balance levels. However, no significant differences were found in balance levels between football players aged 16-19 years and their untrained peers in tests performed while standing on both feet [2]. Furthermore, visually impaired athletes demonstrate higher balance levels than untrained people, as revealed in studies involving goalball players [20] and tandem cyclists [33].

One of the aims of current studies in this field is to compare static balance levels between athletes practising different sports. Researchers have been trying to determine the influence of these sports on balance levels. Compared to swimmers,

basketball players demonstrated higher levels of static balance [32]. As far as individuals practising team sports are concerned (basketball and football), no differences were found [6]. In the case of single-leg tests, Kartal [7] revealed similar levels of static balance in volleyball, basketball, and football players, while tennis players manifested significantly higher levels of this ability. Female basketball players displayed high levels of static balance, while female gymnasts and football players exhibited lower yet comparable levels [5]. In most cases, athletes practising open skill sports were found to show higher levels of static balance than those who represented closed skill sports. The findings of the present study confirm this model.

Conclusions

The study focused on athletes practising two sports that differed in terms of movement structure. The fact that the study participants were visually impaired could be significant in the context of the research problem (static balance levels). Moreover, this work is one of the few studies concerning balance levels in visually impaired sportspeople. A few conclusions can be drawn, taking into account the intricacy of the issue under discussion. Static balance levels did not differentiate visually impaired athletes with respect to disability levels and experience. This may point to a possibility of obtaining high levels of static balance even by congenitally blind individuals. However, this is conditioned by a properly selected intervention programme that involves for example practising sports. The findings may constitute indirect evidence that there is a correlation between physical activity and static balance levels in visually impaired people. The fact that shooters demonstrated lower balance levels than goalball players may stem from the specificity of this particular sport. The study results may also point to the need of developing training programmes in both sports. It seems justified that balance exercises should be implemented in training in both open and closed skill sports bearing in mind the specificity of a given sport. Further research ought to include dynamic balance tests performed on an unstable surface.

Acknowledgements

The study was completed under a research project implemented by the Józef Piłsudski University of Physical Education in Warsaw (No. DS. 242) and financed by the Ministry of Science and Higher Education.

Literature

1. Keller M., Rottger K., Taube W. (2014). Ice skating promotes postural control in children. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 24(4), 56-461. DOI: 10.1111/sms.12230.
2. Biegański P., Pyskir M., Pyskir J., Trela E., Hagner W. (2013). Postural stability of young football players compared to their untrained counterparts. *Journal of Health Sciences* 3(13), 477-488. [in Polish]
3. Barone R., Macaluso F., Traina M., Leonardi V., Farina F., Di Felice V. (2011). Soccer players have a better standing balance in non-dominant one-legged stance. *Open Access Journal of Sports Medicine* 2, 1-6. DOI: 10.2147/OAJSM.S12593.
4. Bieć E., Kuczyński M. (2010). Postural control in 13-year-old soccer players. *European Journal of Applied Physiology* 110, 703-708. DOI: 10.1007/s00421-010-1551-2.

5. Bressel E., Yonker J.C., Kras J., Heath E.M. (2007). Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball and gymnastics athletes. *Journal of Athletic Training* 42(1), 42-46.
6. Kachanathu S.J., Dhamija E., Malhotra M. (2013). A comparative study on static and dynamic balance in male collegiate soccer and basketball athletes. *Medicina Sportiva* 9(2), 2087-2093.
7. Kartal A. (2014). Comparison of static balance in different athletes. *Anthropologist* 18(3), 811-815.
8. Moran-Navarro R., Valverde-Conesa A., Lopez-Gullon J.M., De la Cruz-Sanches E., Pallares J.G. (2015). Can balance skills predict Olympic wrestling performance? *Journal of Sport and Health Research* 7(1), 19-30.
9. Mononen K., Konttinen N., Viitasalo J., Era P. (2007). Relationships between postural balance, rifle stability and shooting accuracy among novice rifle shooters. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 17, 180-185. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2006.00549.x.
10. Sattlecker G., Buchecker M., Muller E., Lindinger S.J. (2014). Postural balance and rifle stability during standing shooting on an indoor gun range without physical stress in different groups of biathletes. *International Journal of Sport Science and Coaching* 9(1), 171-183.
11. Simsek D., Cerrah A.O., Ertan H., Tekce M.S. (2013). The assessment of postural control mechanisms in three archery disciplines: A preliminary study. *Pamukkale Journal of Sport Sciences* 4(3), 18-28.
12. Blomqvist S., Rehn B. (2007). Validity and reliability of the Dynamic One Leg Stance (DOLS) in people with vision loss. *Advances in Physiotherapy* 9, 129-135. DOI: 10.1080/14038190701395671.
13. Giagazoglou P., Amiridis I.G., Zaferidis P., Thimara I., Kouveliotti V., Kellis E. (2009). Static balance control and lower limb strength in blind and sighted women. *European Journal of Applied Physiology* 107, 571-579.
14. Klavina A., Jekabsone I. (2014). Static balance of persons with intellectual disabilities, visual impairment and without disabilities. *European Journal of Adapted Physical Activity* 7(1), 50-57.
15. Davlin-Pater Ch. (2010). Effect of visual information and perceptual style on static and dynamic balance. *Motor Control* 14, 362-370.
16. Metikos B., Kovac S., Cović N., Mekić A. (2014). Male athlete's body composition and postural balance correlation. *Homo Sporticus* 1, 5-9.
17. Tomomitsu M.S.V., Castilho Alonso A., Morimoto E., Bobbio T.G., Greve J.M.D. (2013). Static and dynamic postural control in low-vision and normal-vision adults. *Clinics* 68(4), 517-521. DOI: 10.6061/clinics/2013(04)13.
18. Wiszomirska I., Kaczmarek K., Błażkiewicz M., Wit A. (2015). The impact of a vestibular-stimulating exercise regime on postural stability in people with visual impairment. *BioMed Research International* 15, 1-9.
19. Sadowska D., Stemplewski R., Szecklicki R. (2015). The effect of physical exercise on postural stability in sighted individuals and those who are visually impaired: An analysis adjusted for physical activity and Body Mass Index. *Journal of Applied Biomechanics* 31, 318-323. DOI: 10.1123/jab.2014-0228.
20. Colak T., Bamac B., Aydin M., Meric B., Ozbek A. (2004). Physical fitness levels of blind and visually impaired goalball team players. *Isokinetics and Exercise Science* 12, 247-252.
21. Aydog S.T., Aydog E., Cakci A., Mahmut N.D. (2004). Reproducibility of postural stability scores in blind athletes. *Isokinetics and Exercise Science* 12, 229-232.
22. Karakaya I.C., Aki E., Ergun N. (2009). Physical fitness of visually impaired adolescent goalball players. *Perceptual and Motor Skills* 108, 129-136. DOI: 10.2466/PMS.108.1.129-136.
23. Schmidt R.A., Wrisberg C.A. (2009). *Human motor skills. Learning and performing in various situations*. Warszawa: Biblioteka Trenera. [in Polish]
24. Wang Ch-H., Chang Ch-Ch., Liang Y-M. (2013). Open vs. closed skill sports and the modulation of inhibitory control. *PLoS ONE* 8(2), 1-10.
25. Molik B., Krzak J. (2009). Goalball. In B. Molik (ed), *Team sports games for persons with locomotor disability, the intellectually disabled, the blind, and the visually impaired* (pp. 55-86). Warszawa: AWF. [in Polish]
26. <http://www.ibsasport.org/sports/shooting/> Retrieved May 11, 2016.
27. <http://www.ibsasport.org/classification/> Retrieved May 11, 2016.
28. Starosta W., Markiewicz G., Pawłowa-Starosta T. (2012). Relations between basic anthropometric indexes and selected elements of maintaining balance abilities in high level fencers. *Journal of Combat Sports and Martial Arts* 2(2), 131-133.
29. Hawkins R.N., Sefton J.M. (2011). Effect of stance width on performance and postural stability in national-standard pistol shooters. *Journal of Sports Sciences* 29(13), 1381-1387. DOI: 10.1080/02640414.2011.593039.
30. Karnia M., Garsztka T., Rynkiewicz M., Rynkiewicz T., Żurek P., Łuszczuk M. (2010). Physical performance, body composition and body balance in relation to national ranking position in young Polish tennis players. *Baltic Journal of Health and Physical Activity* 2(2), 113-123.
31. Gurkan A.C., Altunsoy M., Demirhan B., Sever O., Ozcan M., Gokdemir K. (2012). Anthropometric features and balance among elite handball players. *Science, Movement and Health* 12(2), 132-135.
32. Altavilla G., Tafuri D., Raiola G. (2014). Influence of sports on the control of static balance in physical education at school. *Journal of Physical Education and Sport* 14(3), 351-354. DOI: 10.7752/jpes.2014.03053.
33. Bolach E., Hajdus K. (2008). Effects of tandem cycling on body balance of visually impaired and sighted athletes. In J. Migasiewicz, E. Bolach (eds), *Physical activity of disabled persons* (pp. 35-48). Wrocław: TWK. [in Polish]

Submitted: November 10, 2016

Accepted: February 2, 2017

POZIOM RÓWNOWAGI STATYCZNEJ OSÓB Z DYSFUNKCJĄ NARZĄDU WZROKU UPRAWIAJĄCYCH DYSCYPLINY SPORTU OPARTE NA NAWYKACH OTWARTYCH I ZAMKNIĘTYCH

GRZEGORZ BEDNARCZUK¹, IDA WISZOMIRSKA², JOLANTA MARSZAŁEK³,
IZABELA RUTKOWSKA³, WALDEMAR SKOWROŃSKI⁴

*Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie, Wydział Rehabilitacji,
Katedra Nauk Przyrodniczych, Zakład Adaptowanej Aktywności Fizycznej¹, Zakład Anatomii i Kinezylogii²,
Zakład Sportu Niepełnosprawnych³, Zakład Nauczania Ruchu Osób Niepełnosprawnych⁴*

Adres do korespondencji: Grzegorz Bednarczuk, Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego, Wydział Rehabilitacji, ul. Marymoncka 34, 00-968 Warszawa, tel.: 22 8340431 wew. 620, fax: 22 8651080, e-mail: bednarczuk.awf@gmail.com

Streszczenie

Wstęp. Uprawianie sportu na najwyższym poziomie wymaga od zawodników nienaganej pracy systemu kontroli postawy mimo działania wielu bodźców destabilizacyjnych. Funkcje kontroli postawy są sterowane przez centralny układ nerwowy, który stale zbiera informacje z układu przedsionkowego, somatosensorycznego i analizatora wzrokowego. Dysfunkcja narządu wzroku może mieć wpływ na obniżony poziom motoryczności i umiejętności ruchowych, nie mniej jednak nie wyklucza tych osób z możliwości podejmowania aktywności fizycznej. Stąd, celem badań była ocena poziomu równowagi statycznej osób z dysfunkcją narządu wzroku uprawiających goalball i strzelectwo pneumatyczne. **Materiał i metody.** W badaniach wzięło udział 37 goalbalistów i 20 zawodników uprawiających strzelectwo pneumatyczne. Do oceny poziomu równowagi statycznej wykorzystano platformę stabilograficzną. Uczestnicy wykonywali testy polegające na staniu obunóż i jednoonóż (P i L) z oczyma otwartymi i zamkniętymi. Analizie statystycznej poddano długość, prędkość ścieżki oraz pole powierzchni wykreślone przez środek nacisku stóp na podłoże. **Wyniki.** Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic w poziomie równowagi statycznej pomiędzy zawodnikami uprawiającymi goalball i strzelectwo. Różnice takie zaobserwowano po wzięciu pod uwagę liczby sportowców, którzy byli w stanie wykonać poszczególne próby. **Wnioski.** Wyniki badań w pośredni sposób potwierdzają zależność pomiędzy rodzajem podejmowanej aktywności fizycznej a poziomem równowagi osób z dysfunkcją narządu wzroku. Dalsze badania powinny uwzględnić testy realizowane na niestabilnym podłożu.

Słowa kluczowe: sport niepełnosprawnych, dysfunkcja narządu wzroku, równowaga statyczna, goalball, strzelectwo pneumatyczne

Wstęp

Równowaga opisywana jako stan układu posturalnego, umożliwia wyrównywanie sił oraz ich momentów działających na ciało. Jest zaliczana do zdolności motorycznych koordynacyjnych charakterystycznych dla wykonywania precyzyjnych ruchów. Odpowiedni poziom równowagi statycznej oraz dynamicznej jest niezbędny dla realizacji wielu czynności dnia codziennego oraz podejmowania aktywności fizycznej [1]. Uprawianie sportu na najwyższym poziomie wymaga od zawodników nienaganej pracy systemu kontroli postawy mimo działania wielu bodźców destabilizacyjnych [2]. Każda dyscyplina sportu indukują specyficzne równoważne mechanizmy adaptacyjne wynikające ze struktury ruchów dla niej charakterystycznych [3] a wieloletnie uprawianie jej może mieć wpływ na opanowanie odpowiednich umiejętności ruchowych [4].

W każdej dyscyplinie sportu wymagany jest inny poziom poszczególnych zdolności motorycznych, niemniej jednak w wielu z nich zwraca się uwagę na równowagę zarówno statyczną jak i dynamiczną. Celem wielu badań była ocena jej poziomu u zawodników uprawiających sport. Bressel i wsp. [5] założyli, iż wpływ na poziom równowagi mogą mieć warunki w jakich zawodnicy startują. Ocenili jej poziom u zawodniczek uprawia-

jących piłkę nożną (nawierzchnia trawiasta), koszykówkę (parkiet) oraz u gimnastyczek (boso). Wpływ specyfiki uprawianej dyscypliny na poziom równowagi zbadali Kachanathu i wsp. [6] na przykładzie piłkarzy nożnych i koszykarzy. Kartal [7] przeprowadził podobne analizy z udziałem tenisistów, siatkarzy oraz piłkarzy nożnych i koszykarzy. Uważa się, że w niektórych dyscyplinach sportu odpowiedni poziom równowagi, może mieć bezpośredni wpływ na możliwości uzyskiwania wysokich wyników sportowych. Jest tak np. w judo, gdzie wiele technik wymaga od zawodnika efektywnej kontroli równowagi własnego ciała przy jednoczesnej próbie wytrącenia z niej przeciwnika [8]. Udowodniono, iż wysoki poziom równowagi statycznej strzelców, ma wpływ na uzyskiwane przez nich wyniki [9]. Stabilizacja posturalna podczas strzelania w biathlonie jest kluczowa do uzyskiwania wysokich wyników w tym elemencie tej dyscypliny sportu [10]. Podobna sytuacja ma miejsce w łucznictwie, gdzie celność strzału związana jest z utrzymaniem przez zawodnika pozycji w bezruchu, na chwilę przed puszczeniem strzały [11].

Funkcje kontroli postawy są sterowane przez centralny układ nerwowy, który stale zbiera informacje z układu przedsionkowego, somatosensorycznego i analizatora wzrokowego [12, 13, 14, 15]. Utrzymanie równowagi jest procesem złożonym i może ono zostać zaburzone z powodu np. błędnej lub braku

informacji sensomotorycznej [16]. Uważa się, iż są dyscypliny sportu, w których zawodnicy w celu utrzymania równowagi polegają na innych źródłach informacji dostarczanych do centralnego układu nerwowego. Zawodnicy judo w dużej mierze polegają na bodźcach proprioceptywnych, tancerze natomiast wzrokowych [6]. Jaki zatem wpływ na równowagę może mieć pozbawienie lub ograniczenie możliwości odbierania któregoś z nich? Blisko 80% bodźców dociera do odbiorcy poprzez kanał wzrokowy, co może wskazywać na to, iż utrata możliwości odbioru tych bodźców będzie wpływała również na poziom równowagi statycznej [14]. Ograniczenie możliwości odbierania bodźców wzrokowych powoduje, że poziom równowagi statycznej obniża się [17]. Dysfunkcja narządu wzroku może mieć wpływ na obniżony poziom motoryczności i umiejętności ruchowych, nie mniej jednak nie wyklucza tych osób z możliwości podejmowania aktywności fizycznej. Przeciwnie, aktywność fizyczna jest czynnikiem generującym wiele korzyści o charakterze fizjologicznym, psychologicznym oraz socjologicznym [18]. Kontrola posturalna osób z dysfunkcją narządu wzroku jest możliwa dzięki informacjom pozawzrokowym, głównie propriocepcji, dotykowi, informacjom dźwiękowym i z układu przedsionkowego. Niemożność lub ograniczenie odbierania bodźców wzrokowych ma negatywny wpływ na poziom stabilizacji posturalnej, a osoby dotknięte dysfunkcją mogą mieć problemy z tego wynikające już na poziomie lokomocji [19]. Niewiele badań dotyczy oceny poziomu sprawności, w tym równowagi osób z dysfunkcją narządu wzroku uprawiających sport [20, 21, 22]. Zagadnienie wydaje się być interesujące biorąc pod uwagę znaczenie i rolę wzroku w utrzymaniu równowagi.

Dokonany przegląd literatury wskazuje, iż kryteriami doboru do grup w badaniach mających na celu określenie poziomu równowagi jest m.in. uprawiana dyscyplina sportu i warunki, w których się odbywa. Takie podejście pozwala przypuszczać, iż autorzy zakładają różnice w poziomie równowagi zawodników w sportach o np. nawykach ruchowych otwartych i zamkniętych. Jednym z kryteriów klasyfikacji nawyków ruchowych jest stabilność i przewidywalność środowiska podczas wykonywania danej czynności. Działanie w otoczeniu zmiennym i nieprzewidywalnym określa się jako nawyk otwarty, a czynność

wykonywaną w środowisku stałym i przewidywalnym jako nawyk zamknięty [23]. Sporty o nawykach otwartych to te, w których wymaga się od zawodnika reagowania na zmieniające się warunki otoczenia, np. gry zespołowe. W sportach o nawykach zamkniętych warunki są stałe i przewidywalne dla zawodnika, np. bieg, strzelanie, łucznictwo [24].

Jedną z gier sportowych uprawianych tylko przez osoby z dysfunkcją narządu wzroku jest goalball. Jej celem jest rzucenie piłki tak, aby przekroczyła ona linię bramkową drużyny przeciwnej. Grają dwie trzy osobowe drużyny a wszyscy zawodnicy mają zasłonięte oczy. Lokalizację piłki podczas gry umożliwiają umieszczone w niej dzwonki. Specyfika gry wymaga od zawodników dobrego przygotowania motorycznego oraz doskonałej orientacji przestrzennej i umiejętności lokalizacji źródła dźwięku [25]. Przykładem indywidualnej dyscypliny sportu uprawianej przez te osoby może być strzelectwo. Zawodnicy używają standardowego sprzętu wyposażonego w elektroniczny system audio sprzężony z elementami celownika broni. Im bliżej zawodnik celuje środka tarczy, tym wyższy dźwięk słyszy w słuchawkach. Dzięki tym adaptacjom strzelec z dysfunkcją narządu wzroku bez względu na jej stopień może wykazać się precyzją porównywalną do zawodnika pełnosprawnego. Wszyscy zawodnicy z dysfunkcją narządu wzroku startują w jednej klasie [26].

Specyfika i charakter obu dyscyplin sportu wskazywałaby na różny poziom równowagi statycznej osób z dysfunkcją narządu wzroku je uprawiających, szczególnie przy założeniu, że zawodnicy uprawiający dyscypliny o nawykach otwartych bardziej polegają na bodźcach wzrokowych w porównaniu do zawodników uprawiających dyscypliny o nawykach zamkniętych [24]. Stąd, celem badań była ocena poziomu równowagi statycznej osób z dysfunkcją narządu wzroku uprawiających goalball i strzelectwo pneumatyczne.

Materiał i metody

W badaniach wzięło udział 37 goalbalistów i 20 strzelców (tab. 1). Uczestnicy byli sklasyfikowani wg Międzynarodowej Federacji Sportu Niewidomych (International Blind Sports Fede-

Tabela 1. Charakterystyka badanych

Płeć	Mężczyźni [n = 33]						Kobiety [n = 24]							
	Klasa startowa [n]		B1		B2		B3		B1		B2		B3	
	G	S	G	S	G	S	G	S	G	S	G	S	G	S
	4	4	9	6	6	6	3	0	12	0	3	2		
Dyscyplina sportu	Goalbaliści		Strzelcy		Goalbaliści		Strzelcy							
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$						
Masa ciała [kg]	79,4 ± 13,9		89,3 ± 18,5		61,8 ± 11,96		69,0 ± 7,5							
Wysokość ciała [cm]	182,8 ± 8,3		175,9 ± 13,1		167,2 ± 6,8		166,5 ± 4,14							
Wiek [lata]	25,68 ± 7,23		49,21 ± 17,23		21,17 ± 7,82		41,0 ± 14,57							
Czas niepełnosprawności OU/WŻ [n]	4/15		4/10		10/8		2/4							
Staż treningowy [lata]	7,2 ± 4,2		2,5 ± 2		6,8 ± 4,3		2,5 ± 2,1							
Staż treningowy poniżej 10/powyżej 10 lat [n]	16/3		0/14		17/1		0/6							
Obciążenia treningowe [h/tydz.] do 10/pow. 10	6,3 ± 2,3		2,6 ± 1,6		6,7 ± 2,2		2,7 ± 1,6							
Obciążenia treningowe do 10/pow. 10 godz. [n]	18/1		0/14		17/1		0/6							

G = goalbaliści; S = strzelcy; OU = od urodzenia; WŻ = w trakcie życia.

ration) w trzech klasach startowych: B1 – ostrość widzenia poniżej 2.60 w skali LogMAR, B2 – ostrość widzenia w skali LogMAR 1.50 – 2.60 i pole widzenia poniżej 10 stopni, B3 – ostrość widzenia w skali LogMAR 1.40 – 1.0 i pole widzenia poniżej 40 stopni [27].

Wszyscy badani wyrazili pisemną zgodę na udział w badaniach, zostali poinformowani o ich przebiegu oraz potencjalnym ryzyku i korzyściach wynikających z udziału w nich, zgodnie z Deklaracją Helsińską z 2008 roku. Zawodnicy mogli wycofać się z badań na każdym ich etapie. Projekt badań uzyskał pozytywną opinię Senackiej Komisji Etyki Badań Akademii Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie (SKN 01-33/2015).

Dokonano pomiaru wysokości (cm) oraz masy (kg) ciała badanych. Do oceny poziomu równowagi statycznej wykorzystano platformę stabilograficzną AMTI AccuSway (Model ACS). Uczestnicy wykonywali następujące testy na platformie: stanie obunóż z oczami otwartymi (OO) i zamkniętymi (OZ) przez 30 sekund, stanie jednoonóż na nodze lewej z oczami otwartymi (LO) i zamkniętymi (LZ) oraz prawej z oczami otwartymi (PO) i zamkniętymi (PZ) przez 10 sekund. W testach wykonywanych jednoonóż badani mieli dwie próby w razie ukończenia testu. Analizie statystycznej poddano następujące parametry: długość ścieżki (cm) wyznaczonej przez środek nacisku stóp na podłoże (CoP – Center of Pressure), prędkość (m/s) CoP, i pole powierzchni (cm²) stabilogramu. Podczas badań zebrano informacje dotyczące wieku, czasu niepełnosprawności, stażu treningowego, klasy startowej i wielkości obciążeń treningowych (h/tydzień).

Obliczeń dokonano przy użyciu programu Statistica ver. 10. Obliczono wartości średnie oraz odchylenia standardowe. Istotność różnic pomiędzy grupami w odniesieniu do płci, masy i wysokości ciała, czasu niepełnosprawności, klasy startowej oraz wielkości obciążeń treningowych obliczono za pomocą analizy wariancji ANOVA i testem Chi² Pearsona. Przed analizą dokonano obliczeń ramka-wąsy w celu wyeliminowania wyników ekstremalnych. Istotność statystyczną przyjęto na poziomie $p < 0.05$.

Wyniki

Przeprowadzone analizy wykazały brak różnic w poziomie równowagi badanych pod względem stopnia niepełnosprawności (klasa startowa), doświadczenia niepełnosprawności, stażu treningowego oraz wielkości realizowanych obciążeń treningowych. Brak zróżnicowania goalbalistów i strzelców (K+M) ze względu na wzrost ($F = 0,48$, $p = 0,49$) umożliwił dokonanie porównań pomiędzy nimi.

Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic w poziomie równowagi na podstawie przeprowadzonych testów pomiędzy zawodnikami uprawiającymi goalball a strzelectwo pneumatyczne (tab. 2).

Zwrócono uwagę, iż nie wszyscy zawodnicy (szczególnie strzelcy) byli w stanie ukończyć test wykonywany na jednej nodze z oczami zamkniętymi. Po uwzględnieniu liczby prób udanych w odniesieniu do liczby badanych zaobserwowano istotne statystycznie różnice pomiędzy grupami. Wyższy poziom równowagi w tych próbach prezentowali goalbaliści (tab. 3).

Tabela 2. Różnice w poziomie równowagi statycznej pomiędzy goalbalistami i zawodnikami uprawiającymi strzelectwo pneumatyczne (analiza wariancji – ANOVA)

Zmienna	Goalbaliści (G)		Strzelcy (S)		G vs S		Próby udane	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	F	p	G	S
OO pole pow. [cm ²]	2,51	1,34	2,66	1,40	0,43	0,51	37	20
OO dł. ścieżki CoP [cm]	38,80	1,29	37,56	9,80	0,26	0,60	37	20
OO prędkość CoP [m/s]	1,29	0,26	1,25	0,33	0,26	0,60	37	20
OZ pole pow. [cm ²]	2,69	1,86	2,65	3,20	0,00	0,98	36	20
OZ dł. ścieżki CoP [cm]	40,69	10,06	41,85	15,29	0,11	0,73	36	20
OZ prędkość CoP [m/s]	1,36	0,33	1,39	0,51	0,11	0,73	36	20
PO pole pow. [cm ²]	18,82	13,85	14,19	9,24	1,57	0,21	37	17
PO dł. ścieżki CoP [cm]	78,03	33,25	37,79	7,34	0,20	0,65	37	17
PO prędkość CoP [m/s]	7,80	3,23	7,34	3,80	0,20	0,65	37	17
PZ pole pow. [cm ²]	22,89	17,16	21,57	8,42	0,04	0,83	30	8
PZ dł. ścieżki CoP [cm]	83,79	23,78	105,1	36,09	3,95	0,05	30	8
PZ prędkość CoP [m/s]	9,03	4,62	9,34	4,43	0,70	0,40	30	8
LO pole pow. [cm ²]	27,77	33,81	17,88	19,26	1,38	0,24	37	19
LO dł. ścieżki CoP [cm]	117,2	46,9	64,1	27,6	0,82	0,36	37	19
LO prędkość CoP [m/s]	11,72	24,69	6,07	3,06	0,97	0,32	37	19
LZ pole pow. [cm ²]	27,25	19,45	36,32	33,34	1,48	0,22	36	15
LZ dł. ścieżki CoP [cm]	96,82	45,24	86,52	46,40	0,54	0,46	36	15
LZ prędkość CoP [m/s]	9,68	4,52	8,65	4,64	0,54	0,46	36	15

$p < 0,05$; F = w tabeli podano wynik testu; OO = obunóż oczy otwarte, OZ = obunóż oczy zamknięte, PO = kończyna prawa oczy otwarte, PZ = kończyna prawa oczy zamknięte, LO = kończyna lewa oczy otwarte, LZ = kończyna lewa oczy zamknięte, CoP = środek nacisku stóp na podłoże.

Tabela 3. Różnice w poziomie równowagi (długość ścieżki) pomiędzy goalbalistami a strzelcami w próbach wykonywanych jednonóż z oczami zamkniętymi z uwzględnieniem liczby udanych prób (Chi² Pearsona)

	LZ PU/n	PZ PU/n
Goalbaliści	37/37	30/37
Strzelcy	15/20	8/20
Chi ² Pearson's	10,13*	9,86*

*p < 0,001; LZ = kończyzna lewa oczy zamknięte, PZ = kończyzna prawa oczy zamknięte, PU = próby udane, n = liczba badanych.

Dyskusja

Celem badań było porównanie poziomu równowagi statycznej osób z dysfunkcją narządu wzroku uprawiających goalball i strzelectwo pneumatyczne. Założono, iż specyfika uprawianej dyscypliny sportu uwzględniając nawyki ruchowe (otwarte, zamknięte) może różnicować zawodników pod względem poziomu równowagi statycznej. Goalball jest dynamiczną grą drużynową o nieprzewidywalnym przebiegu z częstymi zmianami tempa gry oraz kierunków. Sekwencja ruchów podczas zawodów w strzelectwie pneumatycznym jest przewidywalna i przebieg jej jest doskonale znany dla każdego zawodnika. Poziom równowagi statycznej nie różnicował zawodników uprawiających goalball i strzelectwo pneumatyczne pod względem czasu i stopnia niepełnosprawności (klasa startowa), stażu treningowego oraz wielkości realizowanych obciążeń treningowych. Może mieć to związek z tym, że w obu dyscyplinach sportu podczas zawodów i treningów zawodnicy nie polegają na wrażeniach wzrokowych a ich poziom równowagi był relatywnie wysoki. Brak różnic w poziomie równowagi u zawodników różnych klas startowych uprawiających goalball zaobserwowali również Colak i wsp. [20], natomiast Klavina i Jekabsone [14] zaobserwowali, iż niestabilność posturalna osób z dysfunkcją narządu wzroku nieuprawiających sportu wzrastała wraz ze stopniem niepełnosprawności. Podobne wyniki badań uzyskali Tomomitsu i wsp. [17] – poziom równowagi badanych z dysfunkcją narządu wzroku był niższy w przypadku osób z większą dysfunkcją zarówno w testach na stabilnym i niestabilnym podłożu. W przeciwieństwie do przeprowadzonych badań w przypadku pełnosprawnych szermierzy zaobserwowano istotny związek ($r = 0,62$) pomiędzy stażem treningowym a poziomem stabilności posturalnej [28].

Zarówno goalbaliści jak i strzelcy prezentowali podobny poziom równowagi w testach wykonywanych obunóż zarówno z oczami otwartymi jak i zamkniętymi. Zwrócono jednak uwagę, iż mniej zawodników uprawiających strzelectwo w porównaniu do goalbalistów, było w stanie wykonać pełny test stania (trwający 10 sek) jednonóż z oczami zamkniętymi zarówno na prawej jak i lewej kończynie. Uwzględnienie tego faktu, wskazało na istotne różnice pomiędzy zawodnikami uprawiających obie dyscypliny w w/w testach. Wyższy poziom prezentowali goalbaliści w porównaniu do strzelców – krótsza ścieżka i mniejsze pole powierzchni CoP w próbach wykonywanych jednonóż z oczami zamkniętymi (tab. 2). Może to świadczyć o znaczeniu wzroku (nawet szczątkowego) dla poziomu równowagi statycznej oraz specyfice uprawianej dyscypliny sportu. Podczas strzelania nie ma fazy jednonożnego podporu, co może tłumaczyć niższy poziom równowagi badanych w próbach jednonóż. Hawkins i Sefton [29] dowiedli, iż najwyższy poziom stabilizacji podczas strzelania zawodnicy uzyskali stojąc obunóż

przy ustawieniu stóp na szerokość 30 cm. Wysokokwalifikowani strzelcy charakteryzują się wysokim poziomem równowagi statycznej podczas stania obunóż oraz podczas strzelania. Istnieją dowody na zależność pomiędzy celnością podczas strzelania a poziomem sprawności którego głównym komponentem jest poziom równowagi i stabilizacji posturalnej. Badania Mononen i wsp. [9] koncentrowały się na ocenie związku pomiędzy celnością a poziomem stabilności posturalnej strzelców. Analizie poddano m.in. prędkość przemieszczania się CoP podczas testów strzeleckich. Zaobserwowano istotne statystycznie zależności ($r = 0,3-0,8$) pomiędzy analizowanymi parametrami równowagi badanych a wynikami w strzelaniu. Zależność pomiędzy poziomem stabilizacji a uzyskiwanymi wynikami w strzelaniu zaobserwował Sattlecker i wsp. [10] w przypadku biathlonistów. Podobna struktura ruchu obserwowana jest w łucznictwie. Cechą wspólną obu dyscyplin jest to, iż zawodnicy celują z jednym okiem zamkniętym co może mieć wpływ na poziom stabilizacji. Wykazano, iż w każdej z trzech konkurencji łucznictwa odgrywa ona istotną rolę natomiast w każdej z nich zawodnicy stosują inne strategie w celu jej utrzymania [11].

W przypadku osób pełnosprawnych niemal zawsze obserwuje się różnice w poziomie równowagi realizowanej bez kontroli wzrokowej. Zaobserwowano to m.in. w przypadku tenisistów [30] koszykarzy, piłkarzy nożnych, osób uprawiających wind surfing [3], czy osób nieuprawiających sportu [2, 3, 15], co potwierdza rolę wzroku w utrzymaniu równowagi.

Charakter i struktura ruchu w danej dyscyplinie mogą mieć wpływ na poziom równowagi statycznej. Potwierdzają to wyniki badań, w których porównano jej poziom u dziewcząt uprawiających łyżwiarstwo figurowe i uczestniczących tylko w zajęciach wychowania fizycznego [1] oraz piłkarzy ręcznych [31], piłkarzy nożnych [4], koszykarzy i pływaków [32] z osobami nieuprawiającymi sportu. We wszystkich przypadkach istotnie wyższy poziom równowagi prezentowały osoby uprawiające sport. Nie zaobserwowano natomiast istotnych różnic w poziomie omawianego parametru pomiędzy piłkarzami w wieku 16 – 19 lat i rówieśnikami nieuprawiającymi sportu w testach wykonywanych obunóż [2]. Również osoby z dysfunkcją narządu wzroku uprawiające sport prezentują wyższy poziom równowagi w porównaniu do nieaktywnych. Wykazano to m.in. w badaniach dotyczących goalbalistów [20] i kolarzy tandemowych [33].

Jednym z kierunków badań podejmowanych w ramach omawianej problematyki jest porównywanie poziomu równowagi statycznej pomiędzy zawodnikami uprawiającymi różne dyscypliny sportu. Autorzy starają się w ten sposób określić na ile ich uprawianie może mieć wpływ na poziom omawianej zdolności. Wyższy poziom równowagi statycznej prezentowały osoby uprawiające koszykówkę w porównaniu do pływaków [32]. Wśród osób uprawiających gry zespołowe (koszykówka, piłka nożna) nie zaobserwowano różnic [6]. Wyniki badań Kartal [7] wskazują na podobny poziom równowagi statycznej osób uprawiających zespołowe gry sportowe (siatkówka, koszykówka, piłka nożna) natomiast istotnie niższy w porównaniu do tenisistów w testach wykonywanych jednonóż. Wysoki poziom równowagi statycznej charakteryzował zawodniczki uprawiające koszykówkę; niższy, ale porównywalny gimnastyczki i piłkarki nożne [5]. Okazuje się, iż w większości przypadków wyższy poziom równowagi statycznej charakteryzują zawodników uprawiających dyscypliny o otwartych nawykach ruchowych w porównaniu do zawodników uprawiających dyscypliny o nawykach zamkniętych. Wyniki przeprowadzonych badań również potwierdzają ten wzorzec.

Wnioski

Przeprowadzone badania dotyczą zawodników uprawiających dwie różne pod względem struktury ruchu dyscypliny sportu. Badani to osoby ze stwierdzoną dysfunkcją narządu wzroku, co w kontekście podjętego problemu (poziom równowagi statycznej) może mieć istotne znaczenie. Ponadto, jest to jedno z nielicznych opracowań dotyczących poziomu równowagi osób z tą dysfunkcją uprawiających sport. Biorąc pod uwagę złożoność omawianego zagadnienia na podstawie przeprowadzonych badań z dużą ostrożnością można wysnuć kilka wniosków. Poziom równowagi statycznej nie różnicuje osób z uszkodzonym narządem wzroku uprawiających sport ze względu na stopień i czas dysfunkcji, co może świadczyć o możliwościach do uzyskiwania wysokiego jej poziomu nawet przez osoby niewidome od urodzenia. Warunkiem jest jednak prawidłowo dobrany program interwencyjny, np. uprawianie sportu. Wyniki mogą być również pośrednim dowodem na zależność pomiędzy podejmowaniem aktywności fizycznej a poziomem równowagi statycznej osób z tym rodzajem niepełnosprawności. Niższy poziom równowagi strzelców w porównaniu do goalbalistów mogą świadczyć o specyfice uprawianej dyscypliny sportu. Mogą również stanowić przesłankę do tworzenia programów treningowych w obu dyscyplinach. Wydaje się być zasadnym uwzględnienie ćwiczeń równoważnych zarówno w treningu dyscyplin o otwartych jak i zamkniętych nawykach ruchowych z uwzględnieniem specyfiki uprawianej dyscypliny sportu. Dalszy kierunek badań prowadzonych w tym obszarze powinien uwzględnić ocenę poziomu równowagi dynamicznej np. na niestabilnym podłożu.

Podziękowania

Praca powstała w ramach projektu badawczego Akademii Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie – DS. 242 – finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Piśmiennictwo

- Keller M., Rottger K., Taube W. (2014). Ice skating promotes postural control in children. *Scandinavian Journal Medicine Science Sports* 24(4), 56-61. DOI: 10.1111/sms.12230.
- Biegański P., Pyskir M., Pyskir J., Trela E., Hagner W. (2013). Stabilność posturalna młodych piłkarzy na tle rówieśników nieaktywnych fizycznie. *Journal of Health Sciences* 3(13), 477-488.
- Barone R., Macaluso F., Traina M., Leonardi V., Farina F., Di Felice V. (2011). Soccer players have a better standing balance in nondominant one-legged stance. *Open Access Journal of Sports Medicine* 2, 1-6. DOI: 10.2147/OAJSM.S12593.
- Bieć E., Kuczyński M. (2010). Postural control in 13-year-old soccer players. *European Journal of Applied Physiology* 110, 703-708. DOI: 10.1007/s00421-010-1551-2.
- Bressel E., Yonker J.C., Kras J., Heath E.M. (2007). Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball and gymnastics athletes. *Journal of Athletic Training* 42(1), 42-46.
- Kachanathu S.J., Dhamija E., Malhotra M. (2013). A comparative study on static and dynamic balance in male collegiate soccer and basketball athletes. *Medicina Sportiva* 9(2), 2087-2093.
- Kartal A. (2014). Comparison of static balance in different athletes. *Anthropologist* 18(3), 811-815.
- Moran-Navarro R., Valverde-Conesa A., Lopez-Gullon J.M., De la Cruz-Sanches E., Pallares J.G. (2015). Can balance skills predict Olympic wrestling performance? *Journal of Sport and Health Research* 7(1), 19-30.
- Mononen K., Konttinen N., Viitasalo J., Era P. (2007). Relationships between postural balance, rifle stability and shooting accuracy among novice rifle shooters. *Scandinavian Journal Medicine Science Sports* 17, 180-185. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2006.00549.x.
- Sattlecker G., Buchecker M., Muller E., Lindinger S.J. (2014). Postural balance and rifle stability during standing shooting on an indoor gun range without physical stress in different groups of biathletes. *International Journal of Sport Science and Coaching* 9(1), 171-183.
- Simsek D., Cerrah A.O., Ertan H., Tekce M.S. (2013). The assessment of postural control mechanisms in three archery disciplines: A preliminary study. *Pamukkale Journal of Sport Sciences* 4(3), 18-28.
- Blomqvist S., Rehn B. (2007). Validity and reliability of the Dynamic One Leg Stance (DOLS) in people with vision loss. *Advances in Physiotherapy* 9, 129-135. DOI: 10.1080/14038190701395671.
- Giagazoglou P., Amiridis I.G., Zaferidis P., Thimara I., Kouveliotti V., Kellis E. (2009). Static balance control and lower limb strength in blind and sighted women. *European Journal of Applied Physiology* 107, 571-579.
- Klavina A., Jekabsone I. (2014). Static balance of person with intellectual disabilities, visual impairment and without disabilities. *European Journal of Adapted Physical Activity* 7(1), 50-57.
- Davlin-Pater Ch. (2010). Effect of visual information and perceptual style on static and dynamic balance. *Motor Control* 14, 362-370.
- Metikos B., Kovac S., Cović N., Mekić A. (2014). Male athlete's body composition and postural balance correlation. *Homo Sporticus* 1, 5-9.
- Tomomitsu M.S.V., Castilho Alonso A., Morimoto E., Bobbio T.G., Greve J.M.D. (2013). Static and dynamic postural control in low-vision and normal-vision adults. *Clinics* 68(4), 517-521. DOI: 10.6061/clinics/2013(04)13.
- Wiszomirska I., Kaczmarska K., Błażkiewicz M., Wit A. (2015). The impact of a vestibular-stimulating exercise regime on postural stability in people with visual impairment. *BioMed Research International* 15, 1-9.
- Sadowska D., Stemplewski R., Szeklicki R. (2015). The effect on physical exercise on postural stability in sighted individuals and those who are visually impaired: An analysis adjusted for physical activity and Body Mass Index. *Journal of Applied Biomechanics* 31, 318-323. DOI: 10.1123/jab.2014-0228.
- Colak T., Bamac B., Aydin M., Meric B., Ozbek A. (2004). Physical fitness levels of blind and visual impaired goalball team players. *Isokinetics and Exercise Science* 12, 247-252.
- Aydog S.T., Aydog E., Cakci A., Mahmut N.D. (2004). Reproducibility of postural stability stores in blind athletes. *Isokinetics and Exercise Science* 12, 229-232.
- Karakaya I.C., Aki E., Ergun N. (2009). Physical fitness of visually impaired adolescent goalball players. *Perceptual and Motor Skills* 108, 129-136. DOI: 10.2466/PMS.108.1.129-136.
- Schmidt R.A., Wrisberg C.A. (2009). *Czynności ruchowe człowieka. Uczenie się i wykonywanie w różnych sytuacjach*. Warszawa: Biblioteka Trenera.

24. Wang Ch-H., Chang Ch-Ch., Liang Y-M. (2013). Open vs. closed skill sports and the modulation of inhibitory control. *PLoS ONE* 8(2), 1-10.
25. Molik B., Krzak J. (2009). Goalball. W B. Molik (red.), *Zespołowe gry sportowe osób niepełnosprawnych. Osoby z dysfunkcją narządu ruchu, niepełnosprawne intelektualnie, niewidome i słabo widzące* (s. 55-86). Warszawa: AWF.
26. <http://www.ibsasport.org/sports/shooting/> Wyszukane 11.05.2016.
27. <http://www.ibsasport.org/classification/> Wyszukane 11.05.2016.
28. Starosta W., Markiewicz G., Pawłowa-Starosta T. (2012). Relations between basic anthropometric indexes and selected elements of maintain balance abilities in high level fencers. *Journal of Combat Sports and Martial Arts* 2(2), 131-133.
29. Hawkins R.N., Sefton J.M. (2011). Effect of stance width on performance and postural stability in national-standard pistol shooters. *Journal of Sports Sciences* 29(13), 1381-1387. DOI: 10.1080/02640414.2011.593039.
30. Karnia M., Garsztka T., Rynkiewicz M., Rynkiewicz T., Żurek P., Łuszczuk M. (2010). Physical performance, body composition and body balance in relation to national ranking position in young polish tennis players. *Baltic Journal of Health and Physical Activity* 2(2), 113-123.
31. Gurkan A.C., Altunsoy M., Demirhan B., Sever O., Ozcan M., Gokdemir K. (2012). Anthropometric features and balance among elite handball players. *Science, Movement and Health* 12(2), 132-135.
32. Altavilla G., Tafuri D., Raiola G. (2014). Influence of sports on the control of static balance in physical education at school. *Journal of Physical Education and Sport* 14(3), 351-354. DOI: 10.7752/jpes.2014.03053.
33. Bolach E., Hajdus K. (2008). Wpływ uprawiania kolarstwa tandemowego na zdolność utrzymania równowagi ciała u zawodników niedowidzących i widzących. W J. Migasiewicz, E. Bolach (red.), *Aktywność ruchowa osób niepełnosprawnych* (s. 35-48). Wrocław: TWK.

Otrzymano: 10.11.2016

Przyjęto: 02.02.2017