

Magdalena WOJTKÓW¹, Kinga KORCZ², Sylwia SZOTEK³

¹Katedra Inżynierii Biomedycznej, Mechatroniki i Teorii Mechanizmów, Politechnika Wrocławska, Wrocław

²Studenckie Międzywydziałowe Koło Naukowe Biomechaników, Politechnika Wrocławska, Wrocław

³Katedra Inżynierii Biomedycznej, Mechatroniki i Teorii Mechanizmów, Politechnika Wrocławska, Wrocław

OCENA POSTAWY CIAŁA I SYMETRII OBCIĄŻENIA STÓP U ZAWODNIKÓW UPRAWIAJĄCYCH STRZELECTWO SPORTOWE

Streszczenie: Sport od zawsze identyfikowany był jako czynnik działający prozdrowotnie na organizm. Jednak uprawianie sportu na poziomie zawodowym od najmłodszych lat, wiąże się także z negatywnymi skutkami, najczęściej dotyczącymi aparatu ruchu. Celem niniejszej pracy była ocena wpływu wyczynowego strzelectwa sportowego na zmiany powstające w obrębie postawy ciała oraz zaburzenia w rozkładzie obciążeń przenoszonych przez kończyny dolne.

Słowa kluczowe: strzelectwo sportowe, wady postawy, rozkład obciążeń stóp, metoda mory

1. WSTĘP

Aktywność fizyczna jest bardzo ważnym elementem życia, pozwalającym zarówno na zachowanie zdrowia oraz dobrej kondycji fizycznej jak i psychicznej. Powszechnie wiadomo, że regularne uprawianie sportu pozwala na poprawę samopoczucia oraz korzystnie wpływa na walkę z chorobami układu krążenia, nadwagą czy osteoporozą. Jednak pomimo korzyści wynikających z aktywności fizycznej, należy zwrócić uwagę na negatywne skutki dotyczące w szczególności układ kostny osób uprawiających sport wyczynowo [20].

Strzelectwo sportowe zakwalifikować można jako dyscyplinę sportową charakteryzującą się małą urazowością. Jednak wieloletnie uprawianie tej dyscypliny wiąże się z wielokrotnym przyjmowaniem przymusowej pozycji strzeleckiej, która charakteryzuje się asymetrycznym ustawieniem i obciążeniem ciała. Zarówno zakres ruchów jak i postawa ciała w strzelectwie sportowym jest nienaturalna, a obciążeniu podlega jedna strona ciała. Szczególnie wśród młodych zawodników, intensywne i częste treningi, nietypowa postawa ciała podczas oddawania strzałów czy zbyt ciężka broń, skutkować mogą nieodwracalnymi zmianami przeciążeniowymi i zwyrodnieniowymi układu kostnego. Młodzi zawodnicy uprawiający strzelectwo wyczynowo, będący jeszcze w okresie nie zakończonego okresu wzrostu kostnego, w którym kształtuje się postawa ciała, są w dużym stopniu narażeni na powstanie skrzywienia kręgosłupa oraz asymetrii ciała [19]. Wystąpienie przedstawionych nieprawidłowości w postawie strzelców wynika nie tyle ze startów w zawodach, ale jest związane z obciążeniem treningowym i przetrenowaniem zawodników [19][4]. Uzyskiwane wyniki, czyli dokładność strzelania uzależniona jest od stabilności postawy podczas strzału

oraz stabilności lufy broni [10][1]. Zarówno w strzelectwie jak i łucznictwie, aby uzyskać stabilność postawy oraz lufy karabinu (bądź łuku), ciało zawodnika przyjmuje postawę charakteryzującą się skurczem izometrycznym mięśni (generowane jest duże napięcie mięśniowe w celu utrzymania pozycji ciała) [5]. Efektem adaptacji do zwiększonych obciążeń obręczy barkowej (asymetryczne obciążenie wynikające z trzymanej broni) w obu grupach sportowych jest asymetria rozwoju mięśni barkowych oraz ramiennych [15].

Badania realizowane na strzelcach sportowych w dużej mierze skupiające się na badaniu stabilograficznym, były przeprowadzone przez licznych autorów. Analizowano wpływ stabilności postawy na uzyskiwane wyniki [10][9]. Herpin i wsp. [6] porównał stabilność postawy strzelców, szermierzy oraz grupy kontrolnej w różnych warunkach. Wykazali, iż w każdym warunkach, w jakich odbywały się pomiary, grupa strzelców osiągała najlepsze rezultaty stabilności postawy. Raty i wsp. [13] skupili się na porównaniu ruchomości kręgosłupa pomiędzy zawodowymi strzelcami, biegaczami długodystansowymi, piłkarzami nożnymi oraz osobami podnoszącymi ciężary. Badania nie wykazały różnicy w ruchomości kręgosłupa pomiędzy badanymi grupami. Badacze wysunęli wniosek, że ewentualne różnice w ruchomości kręgosłupa pomiędzy badanymi dyscyplinami mogą być spowodowane jedynie odpowiedzią na przebyte urazy, bądź przyspieszoną degeneracją narządu ruchu. Podjęto też, próby badania wad postawy występujące w grupie strzelców zawodowych [4] jednak według wiedzy autorów, nie istnieją prace identyfikujące występowanie wad postawy oraz zaburzenia obciążeń kończyn dolnych wynikające z asymetrycznego obciążania ciała podczas wielogodzinnych treningów.

Celem niniejszej pracy jest ocena wpływu wieloletniego treningu na zmiany powstające w obrębie ukształtowania postawy ciała oraz rozkładu obciążeń przenoszonych przez stopy zawodowych strzelców sportowych.

2. MATERIAŁ I METODA

W badaniach wzięły udział 23 osoby, wśród których znajdowało się 10 zawodników sekcji strzeleckiej WKS Śląsk Wrocław (5 kobiet, 5 mężczyzn) stanowiących grupę badawczą oraz 13 osób wchodzących w skład grupy kontrolnej (8 kobiet, 5 mężczyzn). Grupę kontrolną dobrano wiekowo, odpowiednio do grupy właściwej, zakwalifikowane osoby zadeklarowały swój tryb życia jako aktywny, co wynikało z okazjonalnego, rekreacyjnego uprawiania sportu. Grupę badawczą stanowili doświadczeni strzelcy sportowi ze średnim stażem zawodowych $7,7 \pm 3,0$ lat, aktywnie trenujący średnio $7,7 \pm 3,2$ godzin w tygodniu. Wszyscy uczestnicy poddani zostali badaniom antropometrycznym. Pomiar wysokości ciała wykonano przy użyciu wagi wyposażonej we wzrostomierz (WPT 60/150 OW, Radwag, Polska), natomiast masę ciała, BMI oraz zawartość tkanki tłuszczowej zmierzono wykorzystując analizator składu ciała (BC-601, Tanita, Japonia). Szczegółowe dane charakteryzujące poszczególne grupy przedstawiono w Tabeli 1.

Tabela 1. Dane antropometryczne osób biorących udział w badaniu

Grupa	Wiek [lata]	Wzrost [cm]	Waga [kg]	BMI [-]	Zawartość tkanki tłuszczowej [%]	Rozmiar buta [EU]
Strzelców (n=10)						
Średnia	21,1	172,4	72,0	24,1	20,3	41
SD	2,4	11,1	11,7	2,9	8,1	3
Kontrolna (n=13)						
Średnia	22,5	172,5	64,5	21,6	19,8	40
SD	2,5	10,6	9,5	9,5	9,8	4

SD, odchylenie standardowe

Każdy z badanych poddany został ocenie ukształtowania postawy ciała z wykorzystaniem metody mory. Pomiary przeprowadzono z użyciem urządzenia Mora4G (CQ Electronics System, Polska). Przed przystąpieniem do badania na powierzchni pleców wszystkich osób, w sposób nieinwazyjny, oznaczono charakterystyczne punkty antropometryczne [12]. Podczas pomiaru badani przyjmowali pozycję nawykową (swobodną, z poziomym ustawieniem miednicy), znajdowali się w odległości 2,6 metra od urządzenia pomiarowego. Na podstawie przeprowadzonego badania wyznaczono 6 parametrów określających postawę ciała w płaszczyźnie strzałkowej (Tabela 2), z wykorzystaniem których przeprowadzono klasyfikację postawy ciała badanych osób. W tym celu posłużono się metodą typologii Wolańskiego w modyfikacji Zeyland-Malawka [18], w której na podstawie obliczonej wartości współczynnika kompensacji MI (różnica pomiędzy kątem kifozy piersiowej a kątem lordozy lędźwiowej, $MI=KKP-KLL$) wyróżniono trzy zespoły typów postawy, z rozróżnieniem 3 podtypów w każdym zespole. Otrzymano następujące typy postawy: zespół typu kifotycznego (K, $MI \geq 4$) z typem KI, KII, KIII, zespół typu równoważnego (R, $-3 \leq MI \leq 3$) z typem RI, RII, RIII oraz zespół typu lordotycznego (L, $MI \leq -4$) z typem LI, LII, LIII [17]. Każdy z badanych poddany został trzykrotnemu pomiarowi. Następnie na podstawie wyznaczonych typów postawy, określono postawy ciała badanych jako prawidłowe (z wyróżnieniem postawy bardzo dobrej i dobrej) oraz nieprawidłowe (z wyszczególnieniem postawy wadliwej oraz złej). Klasyfikację przeprowadzono na podstawie kryteriów określonych przez Zeyland-Malawka [17][18].

Tabela 2. Charakterystyka parametrów analizowanych w pracy

	Nazwa analizowanego parametru	Skrót
Ukształtowanie postawy ciała	Kąt kifozy piersiowej	KKP
	Kąt lordozy lędźwiowej	KLL
	Kąt nachylenia odcinka lędźwiowo-krzyżowego	ALFA (α)
	Kąt nachylenia odcinka piersiowo-lędźwiowego	BETA (β)
	Kąt nachylenia górnego odcinka piersiowego	GAMMA (γ)
	Wskaźnik kompensacji	MI
Rozkład obciążeń stóp	Obciążenie całkowite stopy lewej	OCL
	Obciążenie przodostopia stopy lewej	OPL
	Obciążenie tylostopia stopy lewej	OTL
	Obciążenie całkowite stopy prawej	OCP
	Obciążenie przodostopia stopy prawej	OPP
	Obciążenie tylostopia stopy prawej	OTP
	Wskaźnik symetryczności obciążenia kończyn dolnych w staniu	WS

Badanie rozkładu obciążeń stóp przeprowadzono z wykorzystaniem platformy dynamometrycznej (FreeMed, Sensor Medica, Włochy). Podczas pomiarów badane osoby przyjmowały swobodną pozycję stojącą. Szerokość rozstawu kończyn dolnych oraz kąt rozwarcia stóp nie był wymuszony. Podczas pomiaru badani byli proszeni o nieporuszanie zarówno kończynami górnymi jak i głową. Ramiona zwisały luźno wzdłuż tułowia, natomiast wzrok badanych miał być skierowany prosto przed siebie. Pięty znajdowały się na jednym poziomie, równoległe do tylnego brzegu platformy. Wykonywano kolejno 3 pomiary, każdy trwał po 10 s. Na podstawie każdego przeprowadzonego pomiaru wyznaczono 7 parametrów opisujących rozkład masy ciała pomiędzy stopą lewą oraz prawą (Tabela 2). W celu przeprowadzenia oceny symetryczności obciążenia kończyn dolnych, na podstawie uzyskanych danych obliczono wskaźnik WS, będący ilorazem wartości większego nacisku jednej ze stron ciała do nacisku mniejszego. Jako normę dla wartości WS przyjęto zakres $1 \div 1,15$ [7].

Wszystkie wyniki poddano analizie statystycznej (Statistica 10, StatSoft, USA) oraz przedstawiono w postaci wartości średnich wraz z odchyleniami standardowymi (SD). Wykorzystując test Shapiro-Wilka'a zbadano rozkład normalny analizowanych wyników. W celu porównania otrzymanych wyników pomiędzy grupą strzelców oraz grupą kontrolną przeprowadzono analizę statystyczną. W tym celu wykorzystano test t, analizę przeprowadzono na poziomie istotności $p=0,05$.

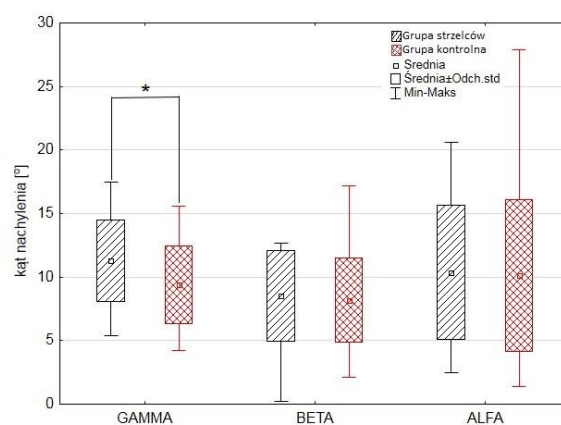
3. WYNIKI

Wartości średnie wraz z odchyleniami standardowymi (SD) dotyczące analizowanych parametrów ukształtowania postawy ciała oraz rozkładu obciążeń stóp (Tabela 2) przedstawiono w Tabeli 3.

Tabela 3. Wartości średnie wraz z odchyleniami standardowymi dotyczące analizowanych parametrów ukształtowania postawy ciała oraz rozkładu obciążeń stóp

Grupa	KKP	KLL	α	β	γ	MI	OCL	OPL	OTL	OCP	OPP	OTP	WS
Strzelców													
Średnia	19,8	18,9	10,4	8,5	11,3	0,9	50	47	53	50	46	54	1,12
SD	5,8	8,2	5,3	3,6	3,2	4,8	3	7	7	3	9	9	0,08
Kontrolna													
Średnia	17,6	17,9	9,7	8,2	9,4	0,2	48	51	49	52	53	47	1,11
SD	6,1	7,8	5,6	3,3	3,1	7,0	3	11	11	3	11	11	0,08
% różnicy	13	6	7	4	20	615	3	-8	9	-3	-13	15	1
Test t	n/a	n/a	n/a	n/a	$p<,05$	n/a	$p<,05$	n/a	n/a	$p<,05$	$p<,05$	$p<,01$	n/a

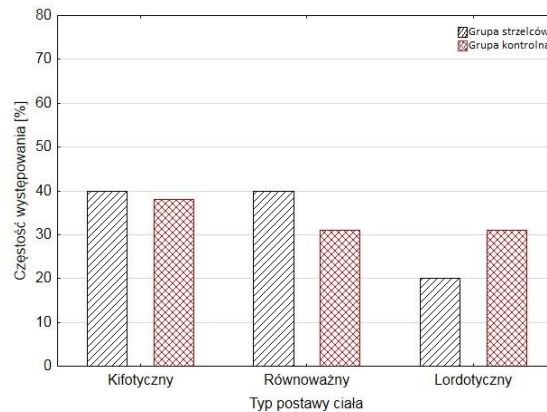
SD, odchylenie standardowe; n/a, brak różnic istotnych statystycznie



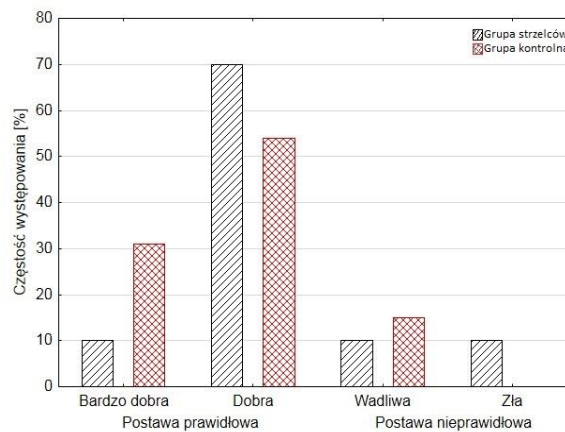
Rys. 1. Porównanie kątów nachylenia odcinków: lędźwiowo-krzyżowego (ALFA), piersiowo-lędźwiowego (BETA) oraz piersiowego (GAMMA) kręgosłupa w badanych grupach. *- różnice istotne statystycznie $p<0,05$

Otrzymane wartości kątów nachylenia poszczególnych odcinków kręgosłupa, wskazują na pogłębienie krzywizn kręgosłupa w odcinku piersiowym w grupie strzelców (Rysunek 1). Kąt GAMMA, określający nachylenie górnego odcinka piersiowego, u osób nieuprawiających sport wyniósł średnio $9,4^\circ$. W grupie strzelców zaobserwowano 20% wzrost tej wartości, kąt GAMMA wynosił $11,3^\circ$ (różnica istotna statystycznie, $p=0,024$). Kąt ALFA w grupie sportowców wynoszący $10,4^\circ$ był większy o 7%, dodatkowo wystąpiło 4% powiększenie wartości kąta BETA (brak różnic istotnych statystycznie). Otrzymane wartości parametru KKP (wyznaczone wg Zeyland-Malawka) wykazały, iż w grupie strzelców kąt ten jest większy o 13%, natomiast kąt KLL o 6%.

Szczegółowa analiza poszczególnych typów (Rysunek 2) oraz podtypów pozwoliła na dokładniejsze określenie postawy ciała badanych w poszczególnych grupach. W grupie strzelców równomiernie dominował zespół typu kifotycznego (KI, KII) oraz równoważnego (RI, RII). Każdy z przedstawionych typów postawy występował u 40% badanych strzelców. W mniejszości (20%) występował zespół typu lordotycznego. Średnio grupa ta, charakteryzowała się zespołem równoważnym typu pierwszego (RI). W grupie kontrolnej zaobserwowano bardziej równomierny rozkład wystąpienia wszystkich trzech zespołów ukształtowania postawy ciała z niewielką przewagą typu kifotycznego (KI). Grupa charakteryzowała się kolejno, w 38% typem kifotycznym oraz w 31% typem równoważnym oraz lordotycznym. Pozostałe typy postawy występowały w badanej grupie u 31% badanych. Grupa ta, tak samo jak grupa strzelców, średnio charakteryzowała się typem RI.



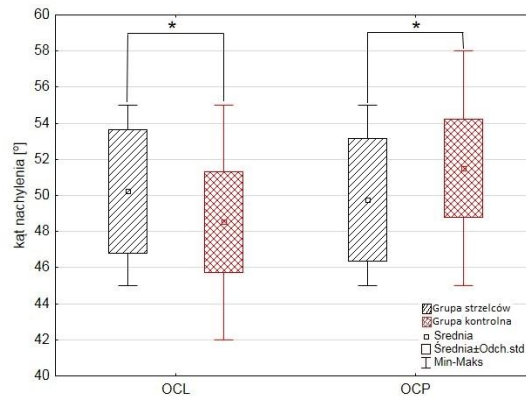
Rys. 2. Porównanie częstości występowania poszczególnych typów postawy ciała określonych według typologii Zayland-Malawka w badanych grupach



Rys. 3. Porównanie częstości występowania postaw prawidłowych (bardzo dobrych i dobrych) oraz nieprawidłowych (wadliwych i złych) w badanych grupach

Na podstawie uzyskanych wyników przeprowadzono klasyfikację ukształtowania postawy ciała badanych osób, określając ją jako postawę prawidłową (bardzo dobrą i dobrą) oraz nieprawidłową (wadliwą i złą) (Rysunek 3). W obu grupach, badani w większości charakteryzowali się prawidłową postawą ciała. W grupie strzelców prawidłową postawę ciała posiadało 80% osób, przy czym 10% charakteryzowało się postawą bardzo dobrą, natomiast 70% postawą dobrą. Wśród osób posiadających postawę nieprawidłową (20%), 10% badanych posiadało postawę wadliwą oraz tyle samo badanych postawę złą. W grupie kontrolnej 85% badanych posiadało postawę prawidłową (54% postawa dobra, 31% postawa bardzo dobra). Nie zaobserwowano natomiast występowania postawy nieprawidłowej- złej, u 15% występowała jedynie postawa nieprawidłowa- wadliwa.

Wśród strzelców zaobserwowano równomierne rozłożenie przenoszonej masy ciała pomiędzy kończyną dolną lewą oraz prawą (Rysunek 4). Analiza statystyczna wykazała istotne statystycznie różnice pomiędzy OCL ($p=0,035$) oraz OCP ($p=0,027$) w badanych grupach. Grupa strzelców w większym stopniu obciążała tyłostopie obu stóp (53% w stopie lewej oraz 54% w stopie prawej). Natomiast w grupie kontrolnej, obciążenie ciała w większym stopniu (średnio 52%) przenoszone było przez przodostopie. Pomiedzy obciążeniem przenoszonym przez przodostopie oraz tyłostopie prawej stopy obu grup wystąpiły różnice istotne statystycznie ($p=0,011$ dla OPP oraz $p=0,008$ dla OTP). Na podstawie uzyskanych wyników określono symetryczność przenoszenia obciążeń pomiędzy kończynami dolnymi. W obu grupach otrzymana wartość WS mieściła się w normie, średnio wyniosła 1,12 w grupie strzelców oraz 1,11 w grupie kontrolnej.



Rys. 4. Porównanie procentowego rozkładu obciążenia przenoszonego przez kończynę dolną lewą (OCL) oraz prawą (OCP) w badanych grupach. *- różnice istotne statystycznie $p<0,05$

W obu badanych grupach przeprowadzono korelację parametrów określających postawę ciała badanych oraz rozkład obciążenia masy ciała. W grupie strzelców zaobserwowano silną korelację pomiędzy obciążeniem przenoszonym przez poszczególne kończyny dolne a stażem uprawiania strzelectwa sportowego ($r=0,69$). Grupa ta wykazała także umiarkowaną korelację pomiędzy MI a procentowym obciążeniem przenoszonym przez kończyny dolne ($r=0,40$) oraz pomiędzy kątem ALFA a współczynnikiem WS ($r=0,42$). W grupie kontrolnej zaobserwowano korelację współczynnika WS z KKP (korelacja silna, $r=0,64$) oraz KKL (korelacja słaba, $r=0,52$). Dodatkowo WS koreluje także w sposób umiarkowany z kątem BETA ($r=0,55$) oraz GAMMA ($r=0,53$). Kąt GAMMA wykazał także umiarkowaną korelację z OCP oraz OCL ($r=0,58$).

4. DYSKUSJA

Otrzymane wyniki wykazują wzrost wartości kąta nachylenia górnego odcinka piersiowego w grupie strzelców sportowych, co odpowiada zwiększeniu wartości kąta kifozy piersiowej. Pozycja strzelecka wymusza zaokrąglenie pleców w odcinku piersiowym, które jest dodatkowo pogłębiane przez nienaturalne obciążenie górnej obręczy barkowej (trzymany pistolet). Wielokrotne powtarzanie takiej pozycji poskutkowało u badanych trwałym zwiększeniem pochylenia odcinka piersiowego kręgosłupa względem osi pionowej. Również Cichos i wsp. zaobserwowali najczęstsze występowanie nieprawidłowości w odcinku piersiowym strzelców (u 65% kobiet oraz 53% mężczyzn) [4]. Zidentyfikowane zmiany strukturalne w obrębie kręgosłupa strzelców są powiązane z bólami w obrębie obręczy barkowej oraz odcinka lędźwiowego kręgosłupa, bardzo często występującymi u strzelców zawodowych [19]. Lichota i wsp. zaobserwowali jednak, większe wartości nachylenia górnego odcinka piersiowego w grupie lekkoatletów ($12,4^{\circ}\pm 4,9^{\circ}$), u zawodników taekwondo ($13,7^{\circ}\pm 5,0^{\circ}$), piłkarzy ręcznych ($14,9^{\circ}\pm 5,8^{\circ}$) oraz siatkarzy ($15,2^{\circ}\pm 4,3^{\circ}$) [8]. Jak zaznacza

Zayland-Malawka, pomimo tego iż podjęcie intensywnej oraz ukierunkowanej aktywności fizycznej determinuje wielkość przednio-tylnych krzywizn kręgosłupa, nie musi być jednak czynnikiem decydującym o kształcie kolumny kręgosłupa [16].

Pomimo zaobserwowanego pogłębienia kifozy piersiowej w grupie strzelców względem grupy kontrolnej, jedynie u 20% strzelców zaobserwowano postawę nieprawidłową. Podobnie, w grupie kontrolnej, aż 85% badanych posiadało prawidłową postawę ciała. Warto jednak zaznaczyć, iż w grupie tej nie wystąpiła postawa nieprawidłowa- zła, a procent osób charakteryzujących się postawą prawidłową- bardzo dobrą był wyższy niż w grupie strzelców. Lichota i wsp. także zaobserwowali przewagę występowania postaw prawidłowych w grupie piłkarzy ręcznych oraz osób trenujących taekwondo [8]. Natomiast Barczyk-Pawelec i wsp. wykazali, iż piłkarki ręczne (zarówno młodsze jak i starsze stażem treningowym) w większości reprezentowały postawę nieprawidłową, przy czym postawa zła dominowała nad postawą nieprawidłową [2].

Analiza dotycząca rozkładu ciężaru ciała na stopach badanych wykazała, iż rozkładają oni ciężar prawie równomiernie pomiędzy przodostopie oraz tyłostopie obu stóp. W grupie strzelców zaobserwowano niewielką przewagę obciążenia przenoszonego przez tyłostopie (średnio 53,5%). Taki rozkład obciążenia wpływa na uzyskanie stabilnej pozycji, która jest jednym z kluczowych elementów techniki strzeleckiej. Przeprowadzone badanie koresponduje z wynikami uzyskanymi przez Herpin i wsp., potwierdzając, iż strzelcy charakteryzują się bardzo stabilną postawą ciała [6]. Dodatkowo uzyskane wyniki są zbieżne z wnioskami wysuniętymi przez Morton i wsp., którzy zauważyli, że rozkład obciążenia pomiędzy przodostopiem a tyłostopiem powinien być zbliżony do równomiernego [11]. Jednak jak pokazują badania przeprowadzone przez Cavanagh i wsp., w większym stopniu (60,5%) obciążenie przenoszone jest przez tyłostopie, natomiast przez śródstopie w 7,8%, a przodostopie w 31,7% [3]. Również Rodrigues i wsp. wykazali, że w większym stopniu obciążane jest tyłostopie (średnio 56,3%), co potwierdza występowanie prawidłowego wzorca przenoszenia obciążenia ciała u strzelców sportowych [14]. Natomiast w grupie kontrolnej, obciążenie przenoszone było w niewielkiej przewadze przez przodostopie. Uzyskany wynik różni się od przedstawionych schematów przenoszenia obciążeń ciała.

Uzyskana korelacja wykazała bardzo duży wpływ stażu treningowego na wielkość przenoszenia ciężaru ciała przez kończyny dolne. Badania wykazały, że im dłuższy jest staż treningowy, tym w większym stopniu obciążana jest prawa kończyna dolna. Zależność tą autorzy pracy powiązali z adaptacją organizmu do asymetrycznego obciążania ciała, zlokalizowanej właśnie po prawej stronie ciała.

Ograniczeniem przeprowadzonych badań jest mała liczba uczestników obu grup badawczych. Podczas przyszłych badań, pragniemy zwiększyć liczebność zarówno grupy strzelców jak i grupy kontrolnej, w celu zmniejszenia błędu analizowanych parametrów. Być może pozwoli to na uzyskanie większego zróżnicowania w występujących wadach postawy oraz rozkładzie obciążeń stóp.

LITERATURA

- [1] Baranowski T.: Nowoczesny trening strzelecki. Kształtowanie umiejętności celowania, Sport Wyczynowy, no.7-9, 2008, s.73-87.
- [2] Barczyk-Pawelec K., Giemza C., Jastrzębska R., Hawrylak A., Kaczkowska A.: Kształt krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej dziewcząt uprawiających piłkę ręczną, Acta Bio-Optica et Informatica Medica, vol. 18, no. 5, 2012, s. 237-242.
- [3] Cavanagh P.R., Rodgers M.M., Iiboshi A.: Pressure distribution under symptom-free feet during barefoot standing, Foot & Ankle, vol. 7, no. 5, 1987, p. 262-276.
- [4] Cichos M., Żychliński W., Jerzemowski J.: Zmiany strukturalno-czynnościowe u obrębie kręgosłupa u młodych osób uprawiających strzelanie wyczynowe, Lekarz Wojskowy, vol. 90, no. 2, 2012, s. 151-154.

- [5] Galiabovitch V., McKean M.: The shooting posture explained, Australian Pistol Shooters Bulletin, 2004, no. 4.
- [6] Herpin G., Gauchard G.C., Lion A., Collet P., Keller D., Perrin P.P.: Sensorimotor specificities in balance control of expert fencers and pistol shooters, Journal of Electromyography and Kinesiology, no. 20, 2010, p. 162-169.
- [7] Kwolek A., Druzbicki M.: Ocena symetrii obciążenia kończyn dolnych i prędkości chodu chorych po udarze mózgu rehabilitowanych szpitalnie z wykorzystaniem platformy dynamometrycznej, Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego, no.1, 2005, s. 52-57.
- [8] Lichota M., Plandowska M., Mil P.: Kształt przednio-tylnych krzywizn kręgosłupa u zawodników uprawiających wybrane dyscypliny sportowe, Polish Journal of Sport and Tourism, no.11, 2011, s.112-121.
- [9] Lourenco C.P., Silva A.L.D.S.: Posture control and vestibular oculomotor system in pistol sport shooters, Revista Brasileira de Medicina do Esporte, vol.19, no.5, 2013, p. 313-316.
- [10] Mononen K., Konttinen N., Viitasalo J., Era P.: Relationship between postural balance, rifle stability and shooting accuracy among novice rifle shooters, Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sport, no.17, 2007, p.180-185.
- [11] Morton D.J.: The Human Foot: Its Evolution, Physiology, and Functional Disorders, New York, Hafner, 1935.
- [12] Mrozkowiak M.: Komputerowe badanie wad postawy ciała, Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne, nr 6-7, 2003, s. 15-20.
- [13] Raty H.P., Battie M.C., Videman T., Sarna S.: Lumbar mobility in former elite male weight-lifters, soccer players, long-distance runners and shooters, Clinical Biomechanics, vol. 12, no. 5, 1997, p. 325-330.
- [14] Rodrigues S., Montebelo M.I.L., Teodori R.M.: Plantar force distribution and pressure center oscillation in relation to the weight and positioning of school supplies and books in student's backpack, Revista Brasileira de Fisioterapia, vol. 12, no. 1, 2008, s. 43-48.
- [15] Słoniewski J., Łagan S.: Asymetryczne wady postawy w obrębie obręczy barkowej i w kończynach górnych u zawodników trenujących łucznictwo oraz sposoby ich minimalizacji, Aktualne Problemy Biomechaniki, nr 4, 2010, s. 167-172.
- [16] Zayland-Malawka E.: Poszukiwanie związku kształtu kręgosłupa z intensywną aktywnością ruchową, w: Postawa ciała człowieka i metody jej oceny, pod. red. Ślężyński W.J., Katowice, 1992, Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach, s. 87-98.
- [17] Zeyland-Malawka E.: Ćwiczenia korekcyjne, Wydawnictwo Uczelniane Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu, Gdańsk, 2003.
- [18] Zeyland-Malawka E.: Klasyfikacja i ocena postawy ciała w modyfikacji metody Wolańskiego i Nowojorskiego Testu Klasyfikacji, Fizjoterapia, vol.7, nr 4, 1999, s. 52-55.
- [19] Zgorski A., Tkaczuk W.: Przyczyny urazów kręgosłupa u osób wyczynowo uprawiających strzelectwo sportowe i łucznictwo, Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sport, nr 18, 2005, s. 98-105.
- [20] Złotkowska R., Skiba M., Mroczek A., Bilewicz-Wyrozumska T., Król K., Lar K., Zbrojkiewicz E.: Negatywne skutki aktywności fizycznej oraz uprawiania sportu, Hygeia Public Health, vol. 50, no. 1, 2015, p. 41-46.

ASSESSMENT OF BODY POSTURE AND FEET LOAD DISTRIBUTION IN SPORT SHOOTERS

Abstract: Physical activities has wide range of positive effects on health, however in some cases it may cause negative influence regarding musculoskeletal system. The aim of this study was to evaluate body posture and changes in distribution of loading under the foot occurring during sport shooting.