

# Komputerowa ocena postawy ciała młodych piłkarzy nożnych – wybrane parametry biomechaniczne

Computer evaluation of the body posture of the young soccer players – selected biomechanical parameters

Jadwiga Pietraszewska<sup>1</sup>, Bogdan Pietraszewski<sup>2</sup>, Anna Burdukiewicz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra Motoryczności Sportowca, Zakład Antropologii Fizycznej, Akademia Wychowania Fizycznego, al. Paderewskiego 35, 51-612 Wrocław, tel. +48 (0) 71 347 33 44, e-mail: [jadwiga.pietraszewska@awf.wroc.pl](mailto:jadwiga.pietraszewska@awf.wroc.pl)

<sup>2</sup>Katedra Biomechaniki, Akademia Wychowania Fizycznego, al. Paderewskiego 35, 51-612 Wrocław

## Streszczenie

**Wstęp.** Postawa ciała uwarunkowana jest napięciem odpowiednich grup mięśni, które decydują o określonym ułożeniu poszczególnych segmentów ciała człowieka. Coraz częściej wśród dzieci i młodzieży pojawiają się różnego rodzaju wady postawy ciała, które mogą być spowodowane czynnikami funkcjonalnymi. Jedną z przyczyn ich powstawania może być asymetria obciążeń, jaka często występuje w treningu specjalistycznym.

**Materiał i metody.** Materiał badawczy stanowią wyniki pomiarów 24 piłkarzy nożnych w wieku 15 lat. Badania obejmowały ocenę postawy ciała, cechy antropometryczne oraz pomiary momentów sił prostowników i zginaczy stawu kolanowego. Pomiar statycznego momentu siły mięśniowej przeprowadzono na specjalnym stanowisku pomiarowym firmy OPIW. Do oceny postawy ciała wykorzystano sprzężony z komputerem posturometr S.

**Wyniki i wnioski.** Kryterium oceny pomiaru kręgosłupa w płaszczyźnie czołowej była wartość kąta Cobba. Na tej podstawie stwierdzono występowanie skoliozy lub śladowej skoliozy lewostronnej u 29,3% badanych piłkarzy. W grupie ogółu badanych stwierdzono nieznaczną dominację prostowników i zginaczy prawej kończyny dolnej nad lewą. Ta sama tendencja występuje u osób bez skoliozy. U zawodników z bocznym skrzywieniem kręgosłupa dominują mięśnie prostujące i zginające staw kolanowy kończyny lewej. Ważnym kryterium oceny dozowanych obciążeń treningowych piłkarzy nożnych w obrębie prawej i lewej strony ciała może być badanie postawy ciała i momentów sił obydwu kończyn dolnych. Pozwoli to na ewentualne zniwelowanie nieprawidłowości w stosowanych metodach treningowych, które mogą być przyczyną problemów zdrowotnych sportowców.

**Słowa kluczowe:** postawa ciała, skolioza, momenty sił mięśniowych, piłkarze nożni

## Abstract

**Introduction.** Body posture is determined by muscular tone of the particular muscles that decide about the specific position of the human body segments. This feature is influenced by a tension of muscle groups, which determine the position of separate human

body segments. Various types of spinal abnormalities are caused by functional factors.

**Material and method.** 24 soccer players in the age of 15 were examined. The study included body posture, anthropometric features, the force moments of knee joint flexors and extensors. The static measurements of the muscles' force moment were evaluated on the special measurement post, made by OPIW Company. The body posture was assessed by means of computer aided posturometer S.

**Results and conclusions.** The value of Cobb angle was the evaluation criterion for the spine measurement in the frontal plane. On that basis the scoliosis or the weak symptoms of left side scoliosis in 29,3% examined players were registered. A slight domination of the right lower limb extensors and flexors over left limb was observed in the research group. The same tendency is observed in the group without scoliosis. The opposite strength arrangement i.e. the domination of flexors and extensors bending left limb knee joint, was found in players with scoliosis. The examination of body posture and force moments of two limbs can be an important evaluation criterion of dosed training loads in soccer players within the area of both left and right body sections. It will help avoiding incorrectness in the applied methods, which may cause athletes' health problems.

**Key words:** body posture, scoliosis, muscle torques, soccer players

## Wprowadzenie

Zagadnieniem często podejmowanym przez badaczy z obszaru inżynierii biomedycznej, rehabilitacji i biomechaniki jest badanie właściwości mięśni pełniących funkcje posturalne lub będących napędami układu ruchu człowieka [1-4]. Konstruowanie coraz doskonalszej aparatury badawczej pozwala na bardziej precyzyjne analizowanie i rozwiązywanie wielu zagadnień dotyczących funkcjonowania i reakcji organizmu człowieka poddanego różnego rodzaju obciążeniom, występującym np. w treningu sportowym [5, 6].

Jednym z elementów morfologicznych ściśle związanych z funkcją poszczególnych układów i narządów jest postawa ciała. Jest ona uwarunkowana napięciem odpowiednich grup mięśni, które decydują o określonym ułożeniu poszczególnych segmentów ciała człowieka [7]. Postawa ciała zmienia się w ciągu życia, a podłoże tych

przemian jest złożone. Coraz częściej jednak wśród dzieci i młodzieży pojawiają się różnego rodzaju wady postawy ciała, które mogą być uwarunkowane czynnikami funkcjonalnymi. Do tych nieprawidłowości należą m.in. skoliozy. Jedną z przyczyn ich powstawania może być asymetria obciążeń, jaka występuje często w treningu specjalistycznym.

Celem pracy było zbadanie wielkości momentów sił mięśniowych w obrębie stawu kolanowego prawej i lewej kończyny u młodych piłkarzy nożnych w aspekcie podstawowych parametrów morfologicznych i postawy ciała.

## Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiły wyniki pomiarów 24 piłkarzy nożnych w wieku 15 lat. Ich staż treningowy wynosił 4-8 lat. Badania obejmowały ocenę postawy ciała, wysokość i masę ciała, maksymalne obwody uda i podudzia oraz pomiary momentów sił prostowników i zginaczy stawu kolanowego. Pomiar statycznego momentu siły mięśniowej przeprowadzono na stanowisku pomiarowym firmy OPIW. Badany przyjmował pozycję siedzącą na specjalnym fotelu, zapewniającym stabilizację tułowia i uda. Momenty sił prostowników stawu kolanowego obu kończyn mierzono dla kąta  $75^\circ$  w stawie, a momenty sił zginaczy tego stawu w położeniu  $30^\circ$ . Zakres pomiarowy urządzenia wynosił 500 Nm, sygnał próbkowano z częstotliwością 500 Hz. W czasie pomiaru ustalano stabilizację tułowia i uda. Zmierzono wielkości momentów sił prostowników prawej (TexR) i lewej kończyny (TexL) oraz momenty sił zginaczy (TflR i TflL).

Do oceny postawy ciała wykorzystano posturometr S, sprzężony z komputerem. Urządzenie to pozwala opisać i przedstawić dowolny punkt lub krzywiznę w trzywymiarowym kartezjańskim układzie współrzędnych [8]. W skład urządzenia wchodzi sprzężone ze sobą układy:

1. mechaniczny – służący do wskazywania położenia mierzonego punktu,
2. elektroniczny – obliczający położenie wodzika pomiarowego w przestrzeni trójwymiarowej,
3. informatyczny – analizujący wyniki pomiaru.

Podczas badań na ekranie komputera widoczne były zaznaczone punkty, dzięki czemu możliwa była kontrola ich położenia w odniesieniu do układu współrzędnych. Stabilizator nie wymuszał pozycji badanego, ale pozwalał utrzymać trzy punkty podparcia, zapobiegając wychwianiom.

Do opracowania danych pomiarowych wykorzystano podstawowe metody statystyczne. Zróżnicowanie międzygrupowe określono testem t-Studenta. Siłę powiązań pomiędzy cechami somatycznymi a mierzonymi momentami sił zbadano przy użyciu współczynnika korelacji prostej Pearsona.

## Wyniki

Kryterium oceny pomiaru kręgosłupa w płaszczyźnie czołowej była wartość kąta Cobba. Na tej podstawie stwierdzono występowanie skoliozy lub śladowej skoliozy lewostronnej u 29,3% badanych piłkarzy. Pozostali zawodnicy nie wykazywali bocznych skrzywień kręgosłupa.

Średnie wartości badanych cech antropometrycznych oraz momentów sił prostowników i zginaczy stawu kolanowego obliczono dla całej grupy, a następnie oddzielnie dla zawodników z prawidłowo ukształtowanym kręgosłupem oraz dla tych, u których występuje skolioza (tabela 1 i 2). Badanych piłkarzy cechuje wysoki na tle

populacji poziom rozwoju wysokości i masy ciała. Wartość BMI mieści się w przedziale odpowiadającym przeciętnej budowie ciała. Nie stwierdzono istotnego zróżnicowania międzygrupowego w zakresie cech morfologicznych. Analizowane momenty sił prostowników kończyny prawej u zawodników bez skoliozy nieco przewyższają analogiczne wielkości w drugiej wydzielonej grupie. W przypadku prostowników kończyny lewej wyraźniej dominują chłopcy ze skoliozą. Różnice nie są jednak statystycznie istotne, co może być spowodowane znacznym zróżnicowaniem wewnątrzgrupowym tych parametrów. Momenty sił zginaczy stawu kolanowego bardziej zdecydowanie różnicują obydwie grupy, uzyskując istotnie wyższe wartości u zawodników wykazujących boczne skrzywienie kręgosłupa

W grupie badanych stwierdzono nieznaczną dominację prostowników i zginaczy prawej kończyny dolnej nad lewą. Ta sama tendencja występuje u osób bez skoliozy. U zawodników z boczny skrzywieniem kręgosłupa obserwuje się odwrotny układ sił, tzn. dominują mięśnie prostujące i zginające staw kolanowy kończyny lewej.

Oceny zależności pomiędzy badanymi momentami sił po prawej stronie ciała a mierzonymi cechami antropometrycznymi dokonano na podstawie wartości współczynnika korelacji prostej Pearsona. Stwierdzono istotną dodatnią korelację analizowanych momentów sił z wysokością, masą ciała oraz obwodami uda i podudzia (tabela 3, rys. 1-4).

## Dyskusja wyników

Badani piłkarze nożni znajdowali się w końcowym etapie okresu dojrzewania, co potwierdzają wysokie wartości wysokości ciała oraz jej stosunkowo małe zróżnicowanie. Otrzymane wartości momentów prostowników i zginaczy stawu kolanowego są dość wysokie dla tego wieku, choć nieco niższe niż analogiczne wielkości uzyskiwane przez ich rówieśników kalendarzowych także uprawiających piłkę nożną [9]. Ponieważ rozwój umięśnienia wykazuje wolniejsze tempo w stosunku do cech długościowych, mierzone parametry biomechaniczne mogą ulec zmianie w niedługim czasie. Znana jest bowiem zależność pomiędzy tymi wielkościami a poziomem rozwoju cech somatycznych i składników tkankowych [10]. Potwierdziły to także dodatnie istotne wartości współczynników korelacji pomiędzy mierzonymi momentami sił a wysokością, masą ciała i obwodami kończyn dolnych u badanych zawodników.

W analizowanym okresie ontogenezy, w wyniku znacznej intensyfikacji i nierównomierności tempa procesów wzrastania, istnieje tendencja do zaburzeń posturogenezy. Częstotliwość występowania boczno skrzywienia kręgosłupa u badanych zawodników jest po-

Tabela 1 Wartości średnie i odchylenia badanych parametrów

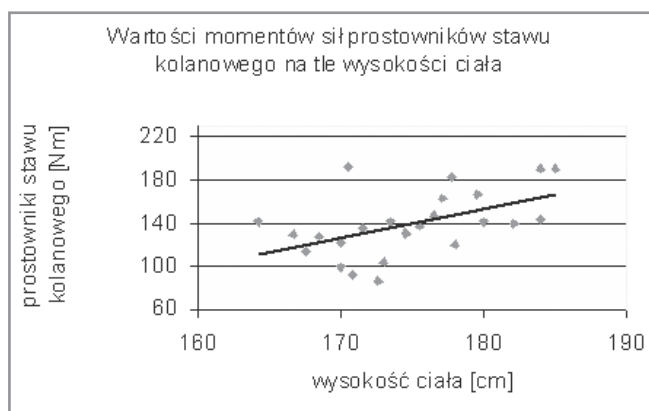
	$\bar{x}$	sd	v
Wysokość ciała [cm]	175,06	5,82	3,32
Masa ciała [kg]	62,57	6,80	10,87
Obwód uda [cm]	51,95	2,56	4,94
Obwód podudzia [cm]	35,33	2,54	7,20
BMI	20,37	1,46	7,16
TexR [Nm]	138,75	30,25	21,80
TexL [Nm]	132,58	32,26	24,33
TflR [Nm]	68,92	12,96	18,80
TflL [Nm]	68,21	16,90	24,78

Tabela 2 Charakterystyka statystyczna badanych parametrów w grupie zawodników z prawidłowo ukształtowanym kręgosłupem oraz w grupie zawodników ze skoliozą

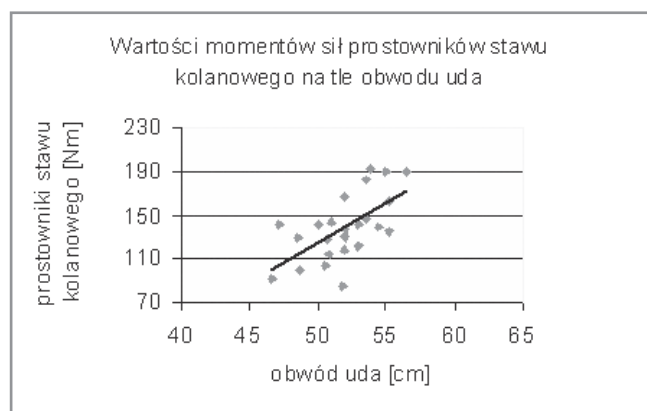
	Zawodnicy z prawidłowo ukształtowanym kręgosłupem			Zawodnicy ze skoliozą			P
	$\bar{x}$	sd	v	$\bar{x}$	sd	v	
Wysokość ciała [cm]	177,80	6,56	3,69	173,40	5,13	2,96	0,142
Masa ciała [kg]	64,47	5,95	9,23	61,79	7,14	11,56	0,392
Obwód uda [cm]	52,26	2,20	4,21	51,83	2,75	5,31	0,385
Obwód podudzia [cm]	36,03	1,62	4,48	35,04	2,83	8,08	0,399
BMI	20,36	0,84	4,12	20,38	1,67	8,20	0,977
TexR [Nm]	137,86	30,66	22,24	139,12	31,02	22,30	0,929
TexL [Nm]	144,14	39,04	27,08	127,82	29,01	22,70	0,269
TflR [Nm]	77,86	10,51	13,50	65,24	12,27	18,81	0,026
TflL [Nm]	80,00	19,29	24,11	63,35	13,61	21,48	0,025

Tabela 3 Korelacje pomiędzy cechami somatycznymi a mierzonymi momentami sił

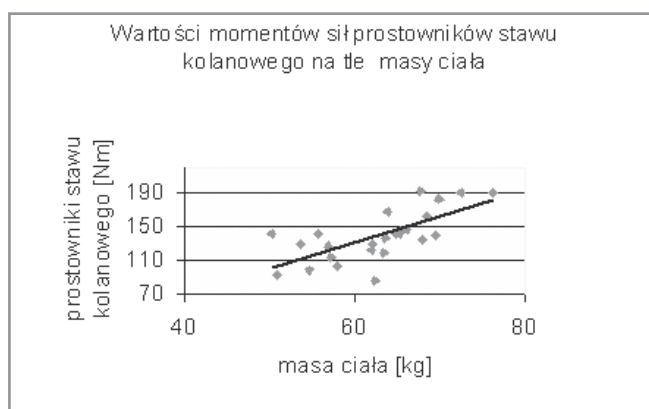
	Masa ciała [kg]	Wysokość ciała [cm]	Obwód uda [cm]	Obwód podudzia [cm]
Moment siły prostowników stawu kolanowego [Nm]	0,6942	0,5089	0,6228	0,4403
Moment siły zginaczy stawu kolanowego [Nm]	0,7058	0,7079	0,6292	0,5460



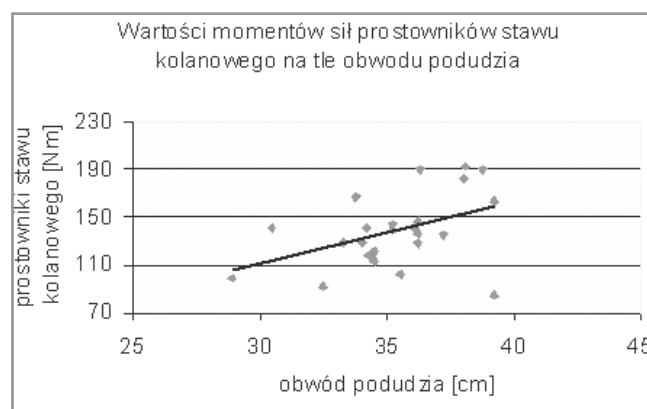
Rys. 1 Zależność momentów sił prostowników prawego stawu kolanowego i wysokości ciała



Rys. 3 Zależność momentów sił prostowników prawego stawu kolanowego i obwodu uda



Rys. 2 Zależność momentów sił prostowników prawego stawu kolanowego i masy ciała



Rys. 4 Zależność momentów sił prostowników prawego stawu kolanowego i obwodu podudzia

równywalna z częstotliwością tej wady w innych populacjach rówieśników [11]. W przypadku badanych piłkarzy pojawieniu się skolioz sprzyja ich stosunkowo smukła budowa ciała oceniona wskaźnikiem BMI. Osoby o takim somatotypie mają szczególne predyspozycje do wad postawy ciała [12].

Wpływ treningu piłkarskiego na parametry biomechaniczne kończyn jest oczywisty. Badania prowadzone w warunkach izokinetycznych potwierdziły większe wartości sił zginaczy i prostowników kolana piłkarzy w stosunku do osób nietreningujących [13]. Dominacja siłowa prawej kończyny nad lewą stwierdzona zarówno w grupie ogółu badanych, jak i u zawodników bez skoliozy odzwierciedla najczęstszy przejaw asymetrii funkcjonalnej. Typowy jest bowiem następujący podział funkcjonalny kończyn u piłkarzy: dominowanie prawej nogi w sytuacjach wymagających siły, a lewej – przy ruchach wymagających precyzji [14]. W przesiewowych badaniach populacji dzieci i młodzieży najczęściej spotykanym typem skrzywienia kręgosłupa są idiopatyczne skoliozy piersiowe prawostronne. Mogą one być efektem czynnościowej dominacji prawej strony ciała [7]. Zatem pojawienie się skoliozy lewostronnej u badanych zawodników może być konsekwencją asymetrii obciążeń kończyn dolnych tych zawodników, co potwierdzają większe wartości momentów sił prostowników i zginaczy stawu kolanowego kończyny lewej. Niektórzy autorzy podają wprawdzie, że wartości wielu parametrów biomechanicznych piłkarzy nożnych po prawej i lewej stronie są jednakowe, ale dotyczy to grupy seniorów, którzy mają zdecydowanie dłuższy staż treningowy i lepsze umiejętności [15].

## Wnioski

Ważnym kryterium oceny dozowanych obciążeń treningowych piłkarzy nożnych w obrębie prawej i lewej strony ciała może być badanie postawy ciała i momentów sił obydwu kończyn dolnych. Pozwoli to zniwelować ewentualne nieprawidłowości w stosowanych metodach treningowych, które mogą być przyczyną problemów zdrowotnych sportowców. ■

## Literatura

1. J. Janiak, B. Krawczyk: *Relationship between muscle force and total or lean body mass in highly experienced combat athletes*, *Biology of Sport*, vol.12, 1995, s. 107-111.
2. A. Kabsch T. Bober: *Wybrane zagadnienia biomechaniki stawu kolanowego*, *Fizjoterapia Polska*, vol. 1(2), 2001, s. 179-182.
3. Z. Trzaskoma, Ł. Trzaskoma: *Proporcje między maksymalnymi momentami sił głównych grup mięśni u sportowców*, *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, vol. 3, 2001, s. 601-606.
4. A. Wit, J. Elias, J. Gajewski, J. Janiak, J. Jaszczuk, Z. Trzaskoma: *Maximal isometric muscle torque assesment in elite athletes*, *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, vol. 4(1), 2002, s. 591-592.
5. C.F. Kearns, M. Isokawa, T. Abe: *Architectural characteristics of dominant leg muscle in junior soccer players*, *Eur. J. Appl. Physiol.*, vol. 85 (3-4), 2001, s. 240-243.
6. A.J. Blazevich: *Effects of physical training and detraining, immobilisation, growth and aging on human fascicle geometry*, *Sports Medicine*, vol. 36 (12), 2006, s. 1003-1017.
7. J. Wilczyński: *Korekcja wad postawy człowieka*, *Anthropos*, Starachowice 2001.
8. W. Śliwa, K. Śliwa: *Wady postawy ciała i ich ocena*, Edytor, Legnica 2002.
9. J. Pietraszewska, B. Pietraszewski: *Statyczny moment siły mięśni kończyn dolnych piłkarzy na tle budowy morfologicznej i składu tkankowego*, *Nowa Medycyna*, vol. 108 (12), 2000, s. 68-71.
10. B. Pietraszewski, J. Zawadzki, J. Pietraszewska, A. Burdukiewicz: *Moment siły grup mięśni kończyn dolnych na tle składu ciała*, *Biology of Sport.*, vol. 7, 1997, s. 104-107.
11. M. Bogdańska-Bodych: *Postawa ciała chłopców w okresie pokwitania*, A. Jopkiewicz (red.): *Auksologia a promocja zdrowia*, vol. 3, KTN, Kielce 2004.
12. A. Burdukiewicz, J. Miałkowska J. Pietraszewska: *Budowa somatyczna a postawa ciała dziewcząt i chłopców w wieku 7-12 lat*, *Standardy Medyczne*, vol. 3(3), 2006, s. 307-313.
13. M. Ergun, C. Islegen, E. Taskiran: *A cross-sectional analysis of sagittal knee lexterity and isokinetic muscle strength in soccer players*, *Int. J. Sports Med.*, vol. 25 (8), 2004, s. 594-598.
14. W. Starosta: *Symetria i asymetria ruchów w sporcie*, Instytut Sportu, Warszawa 1990.
15. A. Zakas: *Bilateral isokinetic peak torque of quadriceps and hamstring muscles in professional soccer players with dominance on one or both two sides*, *J. Sports Med Phys. Fitness*, vol. 46(1), 2006, s. 28-35.

otrzymano / received: 09.03.2009 r.  
zaakceptowano / accepted: 05.07.2009 r.