



Małgorzata Sobera, Jacek Witkowski
AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO WE WROCŁAWIU

SYMETRYCZNOŚĆ FUNKCJI PODPOROWEJ KOŃCZYN DOLNYCH U OSÓB TRENUJĄCYCH SZTUKĘ WALKI CAPOEIRA

ABSTRACT

Symmetry of lower limbs support function in people doing capoeira

Capoeira is getting more and more popular form of fitness among young adults. Capoeira training includes asymmetrical exercises. Frequent and regular asymmetrical training may affect disparity between muscle strength. Asymmetry of postural muscles and mobility of spine may cause the asymmetry of lower limbs in support function. The purpose of the study was to verify lower limbs symmetry in their supporting function during bipedal stance with visual control and with eyes closed in people training capoeira.

The subjects were two groups of young adults: (1) 7-person capoeira group and 11-person group not practicing any sports. Most of the subjects (apart from one) were right-handed. The task was to stand quietly for 20 seconds on AMTI AccuSway two force platform with the left foot on one platform and the right one on the other. The COP (center of pressure) time series were registered in the frontal and saggital planes. The stability indices were computed: range, variability, ellipse area and velocity of COP oscillation for each foot separately. It results that capoeira training does not affect the differences between the left and right foot activities during the natural stance in visual condition. In the task without visual control significantly more active was the left foot in comparison to the right one in the capoeira group, which was not noticed in the not sport practicing group. Most probably the asymmetrical training of capoeira group was reflected in the dominance of left lower limb in support function during stance position but only in a more difficult condition of stance that the normal one.

Key words: posture control, capoeira, adults, visual and non-visual conditions

WPROWADZENIE

Jedną z popularnych form ruchu dla dorosłych osób jest sztuka walki capoeira, oparta na brazylijskich tradycjach kulturowych. Jest to rodzaj zespołowego tańca, połączonego z elementami akrobatyki i symulacją walki [1], wykonywanego w rytm brazylijskiej muzyki. Tancerze wykazują się wysokim poziomem sprawności fizycznej i poczuciem rytmu, a także współdziałaniem z innymi uczestnikami „walki”. Umiejętności te wymagają kształtowania koordynacji ruchów i równowagi. Trening capoeiry zawiera m.in. ćwiczenia, w których poszczególne części ciała działają niesymetrycznie, inaczej niż w klasycznych formach gimnastycznych (np. w akrobatyce i gimnastyce sportowej), gdzie większość ćwiczeń to ćwiczenia symetryczne, jedna-

kowo obciążające obie kończyny dolne i górne, a całe ciało wykonuje ćwiczenie prosto w płaszczyźnie strzałkowej, czołowej lub poprzecznej bez skosów i skrętów części tułowia. W przypadku gimnastyczek artystycznych, których trening również charakteryzuje się asymetrycznym zaangażowaniem kończyn dolnych w ćwiczeniach równoważnych, nie stwierdzono istotnych różnic między kończyną dolną dominującą i niedominującą w ich funkcji podporowej [2]. Natomiast asymetryczne zaangażowanie kończyn i skośne ustawienie ciała podczas ćwiczeń akrobatycznych w treningu capoeira pozwala przypuszczać, że jedna strona ciała (preferowana podczas treningu) staje się dominującą podczas normalnych, codziennych czynności ruchowych, jak choćby utrzymywanie równowagi w pozycji stojącej.

Naturalna asymetryczność funkcjonalna ciała człowieka jest w pewnym stopniu normą i wynika z procesu lateralizacji w wieku dziecięcym [3, 4]. Systematyczny asymetryczny trening może stać się jednak przyczyną dysproporcji siły mięśni, zwłaszcza mięśni grzbietu. Skośne skłony tułowia w tył lub w bok, na ogół w tych samych kierunkach dla każdego ćwiczącego, powodują zwiększenie ruchomości stawów kręgosłupa w jednym kierunku, a zmniejszenie w przeciwnym. Taka asymetria funkcji mięśni posturalnych i ruchomości kręgosłupa może przekładać się na asymetrię funkcji podparcia kończyn dolnych.

Wyłączenie zmysłu wzroku jest na ogół postrzegane jako utrudnienie warunków stabilizacji ciała i skutkuje pogorszeniem się równowagi ciała u młodych dorosłych osób [5]. Takiego efektu nie stwierdzono natomiast w badaniach grupy gimnastyków wyczynowych – w porównaniu z grupą nietrenujących [6]. W pracy tej założono, że stanie bez kontroli wzroku może uruchomić dodatkowe kompensacyjne mechanizmy utrzymywania równowagi u osób trenujących capoeirę ze względu na specyficzny trening – z wykorzystaniem ćwiczeń angażujących głównie jedną, dominującą stronę ciała.

CEL BADAŃ

Celem badań jest wyjaśnienie zależności między kontrolowaną i niekontrolowaną wzrokiem naturalną postawą w pozycji stojącej a symetrią podparcia kończyn dolnych u osób trenujących capoeirę.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania przeprowadzono w dwóch grupach: 7-osobowej grupie trenujących od 5 do 8 lat capoeirę (4 mężczyzn i 3 kobiety w wieku 20–28 lat, o wysokości ciała 160–183 cm) oraz 11-osobowej grupie nieuprawiających wyczynowo żadnego sportu (4 mężczyzn i 7 kobiet w wieku 19–25 lat, o wysokości ciała 163–193 cm). Żadna z tych osób w chwili badania nie miała nadwagi lub niedowagi ciała. Tylko jedna osoba z grupy ćwiczących

capoeirę deklarowała lewą kończynę dolną jako dominującą, pozostałe – prawą, a w grupie kontrolnej dwie osoby oceniły lewą kończynę dolną jako dominującą, pozostałe – prawą. Wszyscy badani byli zdrowi i wyrazili zgodę na uczestnictwo w badaniach równowagi ciała.

Każdy uczestnik eksperymentu miał za zadanie stać swobodnie przez 20 s na dwóch platformach typu AccuSway: lewą stopą na jednej, a prawą na drugiej platformie. Szerokość rozstawienia stóp odpowiadała szerokości bioder, kończyny górne były opuszczone wzdłuż tułowia, wzrok skierowany do przodu. Podczas badania proszono o niewykonywanie dodatkowych ruchów głową lub inną częścią ciała. Po kilkuminutowej przerwie badany powtarzał próbę z oczami zamkniętymi. Częstotliwość próbkowania wynosiła 100 Hz.

Rejestrowano przebieg zmian położenia punktu nacisku stóp na podłoże COP (*center of pressure*) w funkcji czasu w dwóch płaszczyznach ruchu: strzałkowej i czołowej. Punkt COP to punkt przyłożenia wypadkowej siły reakcji podłoża, którą wyzwała nacisk stóp w odpowiedzi na wychylenia ciała podczas kontroli równowagi. Jeśli przyjąć, że stabilność ciała jest zdolnością do odzyskiwania równowagi, wyrażającą się zmianami położenia punktu COP, to miary wynikające z przebiegu tych zmian wskazują na jakość stabilizacji ciała, a tym samym na poziom kontroli równowagi ciała. Na podstawie przebiegów COP obliczono następujące wskaźniki stabilności ciała:

- zakres maksymalnego przemieszczenia punktu COP (cm) – wskaźnik maksymalnych przemieszczeń COP. Jest to odległość między minimalnym i maksymalnym położeniem COP w kierunku bocznym (zakres COPX) i przednio-tylnym (zakres COPY);
- zmienność przemieszczeń punktu COP (cm) – wskaźnik rozrzutu danych, wyrażony wielkością odchylenia standardowego od średniej przemieszczeń COP w kierunku bocznym (zmienność COPX) i przednio-tylnym (zmienność COPY);
- pole powierzchni elipsy określającej obszar przemieszczeń COP we wszystkich kierunkach ruchu [pole elipsy (cm²)];

- średnia prędkość przemieszczeń COP we wszystkich kierunkach ruchu COP (cm/s). Jest to całkowita długość ścieżki zmian położenia punktu COP, przebyta w czasie 20-sekundowej próby stania.

Obliczenia wykonano za pomocą programu Bioanalysis i Statistica 8.0. Rezultaty badań przetestowano testem Shapiro-Wilka w celu sprawdzenia normalności rozkładów. W niektórych przypadkach rozkład wyników nie spełniał warunku normalności, w związku z czym w dalszej analizie wyników posłużono się medianą i nieparametrycznymi technikami analizy statystycznej. Różnice między wskaźnikami stabilności lewej i prawej kończyny dolnej określono testem kolejności par Wilcozona.

WYNIKI

Wyniki badań przedstawiono w tab. 1. W próbie stania z otwartymi oczami nie zanotowano żadnych istotnych różnic między wskaźnikami stabilności lewej i prawej koń-

czyny dolnej zarówno w grupie kontrolnej, jak i w grupie trenującej capoeirę.

W próbie bez kontroli wzroku także w grupie nietrenujących nie stwierdzono żadnych istotnych różnic między wskaźnikami stabilności lewej i prawej kończyny dolnej. W grupie trenującej capoeirę w próbie bez kontroli wzroku różnice w działaniu obu kończyn dolnych zaobserwowano w trzech wskaźnikach stabilności ciała: zmienności przemieszczeń COP w płaszczyźnie strzałkowej, polu elipsy i prędkości COP (tab. 1). We wszystkich trzech przypadkach istotnie wyższe wartości wskaźników stabilności zanotowano dla lewej kończyny dolnej niż dla prawej.

DYSKUSJA

Brak wyraźnych różnic w działaniu lewej i prawej kończyny dolnej w grupie osób nietrenujących i w próbie pod kontrolą wzroku, i bez tej kontroli, świadczy o symetrycznym angażowaniu obu kończyn dolnych do realizacji zadania utrzymywania równowagi

Tab. 1. Wartości median (Me) i rozstępów kwartyli (S_Q) (w nawiasach) wskaźników stabilności ciała w grupie trenujących capoeirę ($n = 7$) i nietrenujących ($n = 11$) w próbie stania z otwartymi oczami i bez kontroli wzroku

Wskaźniki stabilności	Grupa badanych	Próba z oczami otwartymi		Próba bez kontroli wzroku	
		lewa kd.	prawa kd.	lewa kd.	prawa kd.
		$Me (S_Q)$	$Me (S_Q)$	$Me (S_Q)$	$Me (S_Q)$
Zakres COPX (cm)	GK	0,38 (0,15)	0,46 (0,24)	0,45 (0,33)	0,41 (0,45)
	GC	0,42 (0,24)	0,32 (0,13)	0,48 (0,26)	0,49 (0,13)
Zakres COPY (cm)	GK	1,38 (0,73)	1,60 (0,70)	2,01 (0,91)	1,69 (0,82)
	GC	1,13 (0,69)	1,06 (0,78)	1,98 (0,72)	1,91 (0,42)
Zmienność COPX (cm)	GK	0,07 (0,05)	0,09 (0,07)	0,10 (0,07)	0,09 (0,10)
	GC	0,06 (0,04)	0,06 (0,02)	0,09 (0,09)	0,09 (0,04)
Zmienność COPY (cm)	GK	0,32 (0,15)	0,38 (0,25)	0,42 (0,21)	0,38 (0,25)
	GC	0,25 (0,15)	0,22 (0,15)	0,43* (0,15)	0,35* (0,15)
Pole elipsy COP (cm ²)	GK	0,23 (0,13)	0,21 (0,16)	0,26 (0,14)	0,26 (0,26)
	GC	0,11 (0,11)	0,14 (0,14)	0,25* (0,11)	0,21* (0,08)
Prędkość COP (cm/s)	GK	2,80 (1,20)	3,17 (1,10)	2,98 (0,99)	3,23 (1,31)
	GC	3,36 (1,11)	3,26 (0,97)	3,61* (0,79)	3,51* (0,55)

* różnica statystycznie istotna na poziomie $\alpha = 0,05$

kd. – kończyna dolna, GK – grupa kontrolna, GC – grupa trenująca capoeirę

w pozycji stojącej. Wyniki te potwierdzają rezultaty innych badań, które wykazały, że nawet zawodniczki gimnastyki artystycznej, systematycznie wykonujące ćwiczenia równoważne asymetryczne, nie różnicują kończyn dolnych pod względem ich dominacji w funkcji podporowej ciała w naturalnej pozycji stojącej, różnicują natomiast działanie kończyn dolnych podczas utrzymywania równowagi w pozycji na palcach jednej stopy [7, 2]. W naturalnych warunkach kontroli postawy ciała specyficzne wytrenowanie nie odgrywa znaczącej roli, co potwierdzają także wyniki badań grupy gimnastyków wyczynowych i osób nietreningujących [8].

W grupie trenujących capoeirę próba stania z zamkniętymi oczami uwydatniła asymetryczne działanie kończyn dolnych w realizacji zadania utrzymywania równowagi w pozycji stojącej. Lewa kończyna dolna w tej grupie badanych wykazała przemieszczenie COP w większym obszarze podparcia, z większą prędkością i o większej zmienności ruchu w kierunku przednio-tylnym niż prawa kończyna dolna. Wzrost wartości wskaźników stabilności ciała towarzyszy trudniejszym warunkom utrzymywania równowagi i – zdaniem Kuczyńskiego [5] – jest efektem pogorszenia się stabilności ciała. Pogorszenie to może jednak oznaczać większą mobilizację organizmu do kontroli postawy pionowej, by zapobiec utracie równowagi. Zróżnicowanie działania kończyn dolnych pojawia się podczas realizacji zadania stabilizacji ciała w pozycjach trudniejszych niż naturalna postawa dwunożna, np. podczas stania na jednej stopie i w specyficznych sytuacjach związanych z trenowaną dyscypliną sportu [6]. Podobne rezultaty uzyskano w badaniach opisanych w niniejszej pracy. W utrudnionych warunkach kontroli postawy ciała – w próbie stania z zamkniętymi oczami – osoby trenujące capoeirę wydają się bardziej angażować lewą kończynę dolną niż prawą w realizację zadania utrzymania równowagi (tab. 1). Świadczy o tym istotnie wyższe wartości wskaźników stabilności lewej kończyny dolnej niż prawej. Należy jednak zauważyć, że większość osób, poza jedną, z grupy trenujących deklarowała prawą kończynę dolną jako do-

minującą czynnościowo. Nie ma tu jednak sprzeczności. Prawdopodobnie dominację kończyny dolnej w wykonywaniu dowolnych ruchów należy odróżnić od dominacji w funkcji podparcia podczas stania [9]. Zamierzony dowolny ruch wykonuje się na ogół kończyną dominującą [10], a główny „ciężar” stabilizacji ciała podczas chwilowego stania na jednej kończynie dolnej spoczywa na niedominującej czynnościowo kończynie. Przyjmując założenie, że 82% osób jest zlateralizowanych prawostronnie co do czynności dowolnych [11], można przypuszczać, że lewa kończyna dolna staje się dominującą w funkcji podparcia podczas wykonywania tych czynności.

Podczas utrzymywania równowagi bez kontroli wzroku osoby trenujące capoeirę przejawiają większą aktywność lewej kończyny dolnej podczas stania niż prawej. Może to świadczyć o dominacji tej kończyny w funkcji podporowej, która ujawniła się dopiero w trudniejszych niż normalne warunkach. Nie zanotowano podobnej różnicy w funkcji kończyn dolnych w grupie nietreningujących, można zatem przypuszczać, że różnice między aktywnością kończyn dolnych są efektem asymetrycznego treningu capoeiry. Jednakże różnice te ujawniają się dopiero w utrudnionych warunkach utrzymywania równowagi ciała.

PODSUMOWANIE

1. Wyniki niniejszych badań pozwalają stwierdzić, że specyficzny trening capoeiry, oparty m.in. na asymetrycznych ćwiczeniach akrobatycznych, nie wpływa na zróżnicowane działanie kończyn dolnych podczas realizacji zadania utrzymywania równowagi w naturalnej pozycji stojącej z kontrolą wzroku. W próbie dwunożnego stania bez kontroli wzroku pojawia się zwiększona aktywność lewej kończyny dolnej w stosunku do prawej. Można więc lewą kończynę dolną uznać za dominującą w funkcji podporowej u osób trenujących capoeirę. Dominująca aktywność jednej z kończyn dolnych podczas stania nie występuje u osób nietreningujących wyczynowo ani w warunkach normalnych, ani w próbie bez kontroli wzroku.

2. Można wnosić, że asymetryczny trening u osób trenujących capoeirę wpływa na ustalenie dominacji jednej z kończyn dolnych w funkcji podparcia ciała podczas utrzymywania równowagi w pozycji stojącej bez kontroli wzroku.

BIBLIOGRAFIA

[1] Almeida B., Capoeira, brazylijska forma sztuki. Historia, filozofia, praktyka, Purana, b.m.w. 2006. [2] Sobera M., Siedlecka B., Wpływ ćwiczeń równoważnych na symetryczność funkcjonalną kończyn dolnych u gimnastyczek artystycznych, *Rozprawy Naukowe AWF we Wrocławiu*, 2009, 29, 577–582. [3] Malinowski A., Auksologia. Rozwój osobniczy człowieka w ujęciu biomedycznym, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra 2004. [4] Stodółka J., Maćkała K., Lateralizacja w ujęciu dynamicznego przejawu pracy kończyn dolnych człowieka podczas odbicia, *Rozprawy Naukowe AWF we Wrocławiu*, 2009, 29, 583–590. [5] Kuczyński M., Sterowanie lepko-sprężyste w układzie równowagi człowieka, *Czł-*

wiek i Ruch, 2001, 2(4), 33–38. [6] Asseman F.B., Caron O., Crémieux J., Are there specific conditions for which expertise in gymnastics could have an effect on postural control and performance?, *Gait & Posture*, 2008, 27, 76–81. [7] Sobera M., Piestrak P., Sojka-Krawiec K., Badania stabilograficzne w testach motorycznych. Wybrane zagadnienia biomechaniki sportu, [w:] Urbanik C. (red.), *Wybrane zagadnienia biomechaniki sportu*, AWF, Warszawa 2001, 142–150. [8] Gautier G., Thouwarecq R., Vuillerme N., Postural control and perceptive configuration: Influence of expertise in gymnastics, *Gait & Posture*, 2008, 28, 46–51. [9] Sobera M., Charakterystyka procesu utrzymywania równowagi ciała u dzieci w wieku 2–7 lat, *Studia i Monografie AWF we Wrocławiu*, 2010, 97. [10] Hoffman M., Schrader J., Applegate T., Kocejka D., Unilateral postural control of the functionally dominant and non-dominant extremities of healthy subjects, *Journal of Athletics Training*, 1998, 33 (4), 319–322. [11] Goldie P.A., Bach T.M., Evans O.M., Force platform measures for evaluating postural control: reliability and validity, *Archives of Physical and Rehabilitation*, 1989, 170 (7), 510–517.