Zastosowanie systemu czujników bezwładnościowych do diagnozy wydajności układów formalnych w taekwon-do - studium przypadku

Jacek Wąsik, Dariusz Mosler, Tomasz Góra, Dorota Ortenburger

Jan Dlugosz University of Czestochowa, address: ul. Armii Krajowej 13/15; 42-200 Częstochowa, email: jwasik@konto.pl

Keywords: kicking velocity, precision, dynamic balancing, taekwon-do, movement analysis, kicks kinematics, intentional goal

Wstęp

Układy formalne występują w większości sztuk walki. Powstały one między innymi w celu prowadzenia treningu bez potrzeby posiadania sprzętu i partnera. Przypisuje się im różne znaczenia, ale z pewnością stanowią one katalog technik sztuki walki wybranej sztuki walki.
W karate nazywane są „*kata*", w kung-fu „*forms*" w taekwondo WF „*poomse*", w taekwon-do ITF „*tule*" (lub *patterns*).

W taekwon-do ITF stanowią one istotne znaczenie, ponieważ są one obowiązkowym elementem każdego egzaminu na kolejne stopnie szkoleniowe oraz prestiżową konkurencją w rywalizacji sportowej. Sędziowie na zawodach sportowych wskazują zwycięzcę na podstawie regulaminu współzawodnictwa sportowego. Każdy zawodnik przed rozpoczęciem rywalizacji ma na koncie 10 punktów. W trakcie wykonywania układu sędziowie odejmują punkty za poszczególne błędy. Czynnikami wpływającymi na ocenę są między innymi rytm, tempo i subiektywna ocena siły obserwatora.

Współczesna biomechaniczna aparatura pomiarowa pozwalająca na obiektywną ocenę takich parametrów jak: czas ruchu, jego prędkość lub przyśpieszenie. Składowe te wpływają na poprawność wykonywania podstawowych wzorców ruchowych. W oparciu o kompleksową diagnostykę, można precyzyjnie lokalizować i eliminować tzw. słabe ogniwa, które są indywidualne dla każdego sportowca. Dzięki temu trening może odbywać się w sposób sprawny, bezpieczny i przyjazny. Z dostępnej literatury wynika, że zawodnicy powinni być regularnie poddawani ocenie biomechanicznej, ponieważ pozwala to na monitorowanie postępów treningowych oraz ewentualnych zagrożeń dla zdrowia.

W związku z tym powyższym w celu obiektywnej oceny rytmu (następstwa ruchu w czasie), tempa (szybkości wykonywania ruchów) i dynamiki ruchów podjęto próbę opracowania biomechanicznej oceny monitorowania zawodników w taekwon-do. Postawiono sobie następujące pytania badawcze: jaką prędkość maksymalną uzyskują obie pieści zawodnika podczas wykonania wybranego układu, formalnego, jakie elementy wpływają na te prędkości oraz jakie są czasu poszczególnych faz ruchów ?

Materiał

Subject

Analizie poddano zawodnika taekwon-do ITF (International Taekwon-do Federation athletes) (age: 30 years; body mass: 56 kg; height: 160 cm). W trakcie pomiaru badany wykonał sekwencję technik pod nazwą *Saju-Jirugi* począwszy od uderzenia lewą ręką, nazywana jedną z półform w taekwon-do ITF wymaganych na biały pas. Składa się ona z czterech uderzeń prostych ręką (*Gunnun So Baro Jirugi*) i trzech bloków na strefę niską

(*Gunnun So Bakat Palmok Najunde Maki*). Sekwencje tych ruchów występują na przemiennie.

Przeprowadzony pomiar miał charakter całkowicie dobrowolny i został poprzedzony uzyskaniem zgody. Badany został poinformowany o procedurach testowych i dobrowolnie uczestniczyli w gromadzeniu danych. Badania zostały przeprowadzone zgodnie z zasadami etyki w oparciu o Deklarację Helsińską.

Protocol

Do badań użyto systemu do analizy ruchu firmy Noraxon symbol. W skład którego wchodziło 8 akcelerometrów (parametry techniczne). System pozwala na przechwytywanie do ??? klatek na sekundę w pełnej rozdzielczości. Zarejestrowano ruch markerów znajdujących się na obu pięściach, określając w ten sposób ich zmiany prędkości względem osi X,Y,Z. Wyznaczono w ten sposób ich maksymalne prędkości wypadkowe, zgodnie z normą euklidesowska wektora.

Statistical analysis

Dla wszystkich zarejestrowanych prędkości maksymalnych wyznaczono średnią i odchylenie standardowe. Współzależność między wybranymi wskaźnikami kinematycznymi oceniono współczynnikiem korelacji Pearsona. Wszystkie obliczenia wykonano przy użyciu MS Excel 2000.

Results

Rysunek 1 przedstawia zmiany prędkości w czasie obu pięści podczas wykonywania *Saju-Jirigi*, które rozpoczęto lewą ręką. Na wykresie tym zaznaczono „theoretical perfection line" (red), która byłaby oczekiwaną linią uzyskiwanych prędkości maksymalnych. Tabela 1 zawiera wybrane wskaźniki kinematyczne zarejestrowane podczas wykonania *Saju-Jirugi* (lewą ręką). Obliczoną korelację Pearsona pomiędzy niektórymi parametrami zestawiono w tabeli 2.

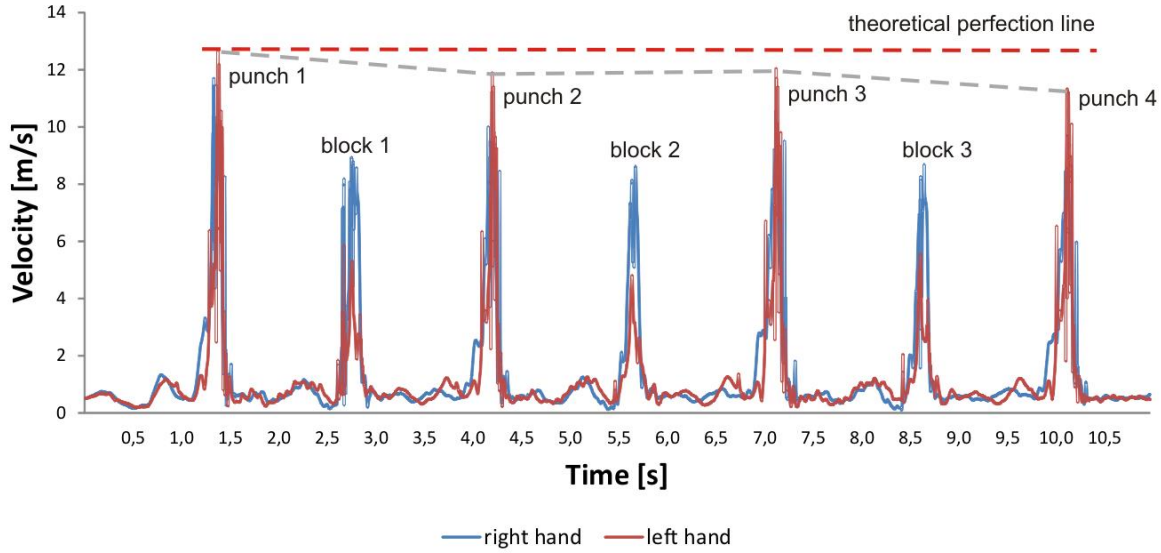

Figure 1. Zmiany prędkości prawej i lewej pięści podczas wykonywania *Saju-Jirigi*, które rozpoczęto lewą ręką.

Table 1. Wybrane wskaźniki zarejestrowane podczas wykonania *Saju-Jirugi* - począwszy od uderzenia lewą ręką.

Technique	Right hand		Left hand		Right hand	Left hand	Δv	ΔT
	T_R [s]	V_R [m/s]	T_L [s]	V_L[m/s]	δT_R	δT_L		
Punch 1	3.33	11.68	3.37	12.67	-	-	0.99	-0.04
Block 1	4.75	8.90	4.67	5.83	1.42	1.30	-3.07	0.08
Punch 2	6.16	10.00	6.20	11.88	1.41	1.53	1.88	-0.04
Block 2	7.67	8.62	7.64	4.80	1.51	1.44	-3.81	0.03
Punch 3	9.20	9.50	9.12	12.04	1.54	1.48	2.54	0.08
Block 3	10.64	8.68	10.60	5.55	1.44	1.48	-3.13	0.04
Punch 4	12.11	8.55	12.11	11.31	1.47	1.51	2.76	0.00

T_R – czas prędkości V_R, T_L – czas prędkości V_L, V_R – prędkość maksymalna prawej pięści, V_L – prędkość maksymalna lewej pięści, δT_R – czas między wykonaniem ruchu prawą pięścią, δT_L – czas między wykonaniem ruchu lewą pięścią, Δv – różnica prędkości między $V_L - V_R$, ΔT – różnica prędkości między $T_R - T_L$

Table 2. Tablica korelacji Pearsona między wybranymi wskaźnikami kinematycznymi.

	δT_R	δT_L	Δv	ΔT
V_R	-0.19	0.29	0.41	**-0.59**
V_L	0.11	**0.61**	**0.95**	**-0.52**

V_R – prędkość maksymalna prawej pięści, V_L – prędkość maksymalna lewej pięści, δT_R – czas między wykonaniem ruchu prawą pięścią, δT_L – czas między wykonaniem ruchu lewą pięścią, Δv – różnica prędkości między $V_L - V_R$, ΔT – różnica prędkości między $T_R - T_L$

Discusion

Zawodnik uderzał, ze średnią prędkością maksymalną 11.98±0.48 m/s. Jednak średnia wartość niewiele na w tym przypadku mówi. Istotnym elementem poprawnego wykonania układu formalnego jest stała, niezmienna dynamika ruchów na wysokim poziomie. W tym przypadku *tekłondzista* w pierwszym uderzeniu ręką uzyskał prędkość maksymalną 12.67 m/s, stopniowo obniżając ją do 11.31 m/s w ostatnim ruchu (table 1). Bloki wykonywane były z większą stałości (od 8.62 m/s do 8.90 m/s), gdzie różnica między prędkościami stanowiła tylko 0.28 m/s. Można przypuszczać, że powodem braku utrzymania stałej dynamiki może być np. niska wytrzymałość siłowa lub brak motywacji.

Interesująco, przedstawia się różnica prędkości maksymalna między lewą, a prawą pięścią (Δv). Bloki można rozpoznać po ujemnych wartościach tego parametru. Na podstawie tabeli 2 wnioskować można, że występuje silny wpływ (r=0.95) Δv na prędkość uderzenia. Zatem, prędkość jednej ręki wpływa na prędkość drugiej ręki, co jest zgodne z zasadami dynamiki Newtona. Z tabeli tej wynika również, że na prędkość uderzenia ma istotny wpływ różnica w czasie uzyskiwania prędkości maksymalnych obu pięści (r=-0.52; r=-0.59). Im mniejsza ta różnica tym większa prędkość uderzenia i bloku. Zatem, tzw. współgranie w czasie lewej ręki z prawą ręką jest czynnikiem na który należy zwrócić uwagę podczas treningu.

Za pomocą wskaźników δT_L, δT_R (czas między wykonaniem ruchu odpowiednio lewą i prawą pięścią) możemy opisać tempo i rytm następujących po sobie sekwencji ruchów. Widać, że tempo w zarejestrowanym układzie nie jest stałe. Różnice sięgają od 0.01 do 0.1 sek. dla prawej ręki i od 0.001- 0.23 sek. Co ciekawe prędkość uderzenia zależy od rytm wykonywanych sekwencji ruchów (table 2).

Przeprowadzone badania dostarczyły argumentów, że pomiar tego typu pozwala na praktyczne wykorzystanie tej obiektywnej metody analizy do monitorowania procesu treningowego. Umożliwia on szczegółową i kompleksową diagnostykę stanu gotowości

sportowca. Wynik tego testu umożliwia kontrolę treningu i precyzyjne wskazywania słabości. Pozwala to na dostosowanie ćwiczeń w procesie przygotowania np. do nowego sezonu i ocenę postępów skuteczności zastosowanych technik i metod w kolejnych miesiącach.