

## ELEMENTY FIZYKI W TRENINGU TAEKWON-DO

J. Wąsik<sup>1</sup>, A. Ślęzak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zakład Fizyki Środowiska, Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Częstochowie  
42-200 Częstochowa ul. Armii Krajowej 13/15

<sup>2</sup>Zakład Biomedycznych Podstaw Kultury Fizycznej, Politechnika  
Częstochowska, 42-200 Częstochowa ul. Armii Krajowej 19b

### WSTĘP

Wszystkie czynności wykonywane przez człowieka na ziemi odbywają się w sposób zależny od zjawisk fizycznych. Ciało ludzkie jest mechanizmem, na które działają różne siły, ciało jak i jego poszczególne części może poruszać się z różnymi prędkościami, mogą uzyskiwać różne energie. W takim razie również ćwiczenia taekwon-do, uderzenia, kopnięcia, skoki, czy sposoby uzyskiwania siły podlegają tym samym prawom.

Taekwon-do jest to sztuka samoobrony, wymyślona i opracowana przez generała wojsk koreańskich Choi Hong Hi. Cechami charakterystycznymi dla taekwon-do jest specyficzna: terminologia, teoria uzyskania, siły, metody treningu, systemy nauczania, moralne zasady i filozofia, technika, system rang i wymagań egzaminacyjnych, ubiór i wyposażenie. W latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych następuje duży rozwój współzawodnictwa sportowego w taekwon-do. Wzrasta liczba zawodników startujących w turniejach. Zwiększa się również liczba organizowanych zawodów. Rosnąca konkurencja wymusza poszukiwania nowych rozwiązań treningowych i taktycznych w rywalizacji sportowej. Sprzyja to naukowemu spojrzeniu na tę dziedzinę ludzkiej działalności.

### INDYWIDUALNE WSPÓLZAWODNICTWO SPORTOWE W TAEKWON-DO ITF

W Taekwon-do ITF we współzawodnictwie sportowych wyróżniamy cztery konkurencje: układy formalne, walka sportowa, techniki specjalne i testy siły. Każda z tych konkurencji jest rozgrywana indywidualnie i drużynowo, oddzielnie dla kobiet i mężczyzn. Drużyna składa się z 5 zawodników plus jeden rezerwowo.

Współzawodnictwo w konkurencji układów formalnych rozgrywane jest systemem pucharowym, osobno dla kobiet i mężczyzn. Konkurencję tą sędziuje 5 sędziów, co uniemożliwia powstawanie remisów.

W rozgrywkach indywidualnych zawodnicy występują parami, wykonując obok siebie jednocześnie układy, najpierw wskazany przez sędziów i następnie dowolny przygotowany przez zawodnika, po czym następuje wskazanie zwycięzcy większością głosów.

Konkurencja walki we współzawodnictwie indywidualnym rozgrywana jest systemem pucharowym w 5 kategoriach wagowych. W eliminacjach czas

walki wynosi 2x2min z jedno minutową przerwą między rundami. W finałach 3x2min z jedno minutowymi przerwami między rundami.

Techniki specjalne są konkurencją o dużym stopniu trudności. Polegają one na wykonaniu danego rodzaju kopnięcia (pięciu dla mężczyzn i trzech dla kobiet) pokonując maksymalną wysokość lub odległość. Konkurencja ta rozgrywana jest przy użyciu specjalnej maszyny, która pozwala na regulację wysokości oraz położenia deski względem podłoża (w pionie lub w poziomie).

Odchylenie deski o 30 stopni powoduje przyznanie punktu, a o 60 stopni o jeden punkt więcej

W konkurencji technik specjalnych każdy zawodnik ma prawo do jednego próby.

Test siły w Taekwon-do ITF polega na rozbiciu maksymalnej ilości desek o znormalizowanych wymiarach 30x30 i grubości 2 cm, umieszczonych w stojaku odpowiedniej konstrukcji, zapewniającym jednakowe warunki wszystkim zawodnikom przystępującym do konkurencji. Deskę złamaną liczy się jako 2 punkty, pękniętą 1 punkt. Mężczyźni rozbijają używają pięcioma technikami, a kobiety trzema.

System rywalizacji wymaga ogromnej wszechstronności od zawodników.

## **CO MA GŁÓWNY WPŁYW NA DYNAMICZNĄ SIŁĘ CZŁOWIEKA Z PUNKTU WIDZENIA FIZYKI?**

Jedną z cech charakterystycznych dla Taekwon-do jest teoria uzyskania siły, na którą składają się takie czynniki jak: masa, przyśpieszenie, równowaga, koncentracja, oddech. Dwa pierwsze czynniki to wielkości typowo fizyczne. Każda osoba trenująca taekwon-do w pewnym momencie staje przed problemem rozbicia desek (lub innych twardych przedmiotów), zastanawiając się skąd ma czerpać siłę potrzebną do ich złamania.

Jak wszyscy doskonale wiemy siła według Newtona jest wprost proporcjonalna do masy ciała i przyśpieszenia jakiego ono doznaje. Dokonując elementarnej analizy możemy uzyskać następującą zależność między masą i prędkością

$$F = m \cdot \frac{2v^2}{s} \quad (1)$$

Przy założeniu, że droga pięści dla określonego człowieka jest stała i nie zmienna wyraźnie widać, że prędkość jest głównym czynnikiem wpływającym na wartość uzyskiwanej siły.

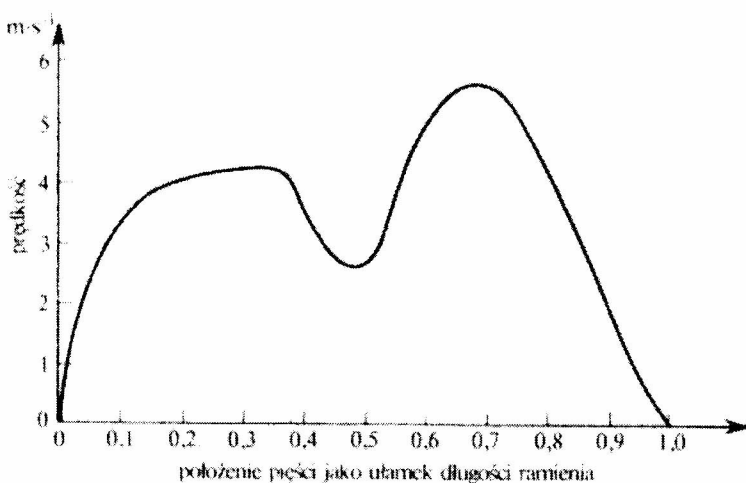
$$F = m \cdot 2v^2 \quad (2)$$

Podobne przesłanie wynika analizując wzór na energię kinetyczną:

$$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (3)$$

W taekwon-do duży pęd przy uderzeniu osiągamy dzięki szybkiemu ruchowi kończyn. W przypadku ciosu skierowanego do przodu ruch odbywa się w przybliżeniu wzdłuż linii prostej, a uderzenie jest zaplanowane w ten sposób, aby nastąpiło w momencie, w którym prędkość jest maksymalna.

Jak wynika z badań J.D. Walker'a, American Journal of Physics prędkość maksymalna jest uzyskiwana gdy ramię jest wyprostowane w około 70%.



Rysunek 1. Zależność prędkości pięści od jej położenia wg. badań J.D. Walker'a, American Journal of Physics

Dokonane pomiary czasu, jaki zajmuje wykonanie wybranych technik Taekwon-do (pomiar dokonany w Massachusetts Institute of Technology, USA) wskazują, że osiągalne są następujące czasy wyprowadzenia wybranych technik:

- Kaunde Jirugi - 0,03 sek. (uderzenie ręką w przód)
- Yopcha Jirugi - 0,1 sek. (kopnięcie boczne)
- Dwimyo Ap Chagi - 0,1 sek. (kopnięcie z wyskoku w przód)

Zsumowanie minimalnego czasu, jaki zajmuje odpowiedź:

- uświadomienie sobie bodźca 0,05 sek
- minimalny czasu niezbędny dla dobrania odpowiedniej reakcji 0,05 sek
- minimalny czasu, jaki zajmuje rozpoczęcie ruchu 0,08 sek.
- minimalny teoretyczny czas reakcji przeciwnika 0,18 sek.

W praktyce jest on dłuższy, między 0,2 - 0,4 sek.

Z powyższych danych wynika, że bez przygotowania (odpowiedniego treningu) nie możliwa jest obrona przed ciosem. Należy zatem zwracać szczególną uwagę na wcześniejsze przewidywanie ruchów przeciwnika i utrzymanie w czasie walki odpowiedniego dystansu i koncentracji uwagi.

## PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA TEORII ZDERZEŃ W SZTUKACH WALKI

Rozważmy cios ręką skierowany w głowę przeciwnika. Przyjmijmy, że masa uderzającego wynosi 80kg, więc masa całego ramienia (ramię 3%; przedramię 1,7%; ręka 0,9% ciężaru ciała) wyniesie około 5kg, masa głowy około 6kg,

Według wykresu maksymalną prędkość przyjmijmy w chwili 70% ugięcia ramienia  $v=5,5$  m/s. Dwie masy po uderzeniu poruszają się z prędkością  $v'$ .

$$v' = \frac{m_r v}{m_r + m_g} = \frac{5\text{kg} \cdot 5,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5\text{kg} + 6\text{kg}} = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (4)$$

Możemy teraz obliczyć średnią siłę ciosu z wzoru  $F \cdot \Delta t = p' - p$

$$F = \frac{m_r v' - m_r v}{\Delta t} = \frac{5\text{kg} \cdot 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 5\text{kg} \cdot 5,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,03 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = -904\text{N} \quad (5)$$

Siła, która oddziałuje przeciwnik, jest równa co do wielkości sile pięści, ale przeciwnie skierowana.

Początkowa energia kinetyczna ramienia wynosi:

$$E_{kp} = \frac{m_r v^2}{2} = \frac{5\text{kg} \cdot (5,5 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2} = 75\text{J} \quad (6)$$

Po uderzeniu energię kinetyczną układu stanowi energia ramienia i energia głowy przeciwnika:

$$E_k = \frac{(m_r + m_g) v'^2}{2} = \frac{(5\text{kg} + 6\text{kg}) \cdot (2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2} = 34\text{J} \quad (7)$$

Zatem energia rozproszona na uszkodzenie ciała przeciwnika

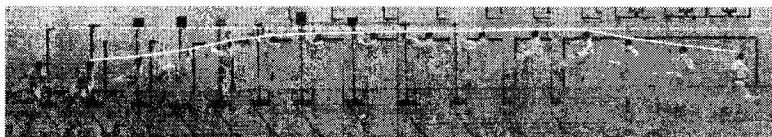
$$E_k - E_{kp} = 41\text{J}$$

## FIZYCZNY ASPEKT TECHNIK SPECJALNYCH

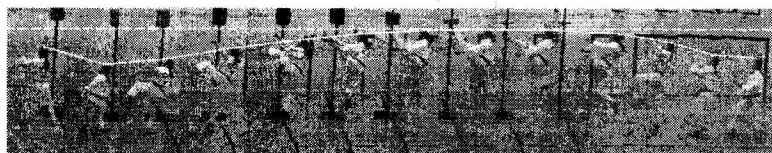
Obecnie w technice nopi ap chagi używane są dwa style skoku. Pierwsza, kiedy zawodnik kopie w deskę inną nogą niż się wybija. Druga, kiedy to zawodnik wybija się z tej samej nogi, którą kopie wykonując w powietrzu charakterystyczne „nożyce”.

Jeśli potraktujemy ciało ludzkie jako bryłę sztywną i policzymy środek ciężkości dla pozycji końcowej tego kopnięcia okaże się, że dla stylu „nożycowego” środek ten jest o około 10% niżej niż w przypadku stylu „beznożycowego” – co daje około 2 cm zasięgu wyżej.

Analizując dokładniej każdy z tych stylów okazuje się, że w przypadku pierwszym zawodnik kopie w deskę w momencie opadania, co ilustruje ryc. 2, natomiast w drugim przypadku w najwyższym punkcie swojego lotu.



Styl „nożycowy”



Styl „beznożycowy”

Rysunek 2. Analiza wykonania techniki nopi ap chagi.

Z powyższych rozważań nasuwają się następujące wnioski:

W celu uzyskania większej siły uderzenia, bardziej efektywniejszym z punktu widzenia fizyki jest nacisk na rozwój szybkości niż masy zawodnika. Zwiększenie swojej szansy obrony przed ewentualnym ciosem może odbywać się na drodze treningu, polegającego na przewidzeniu ruchu przeciwnika, utrzymaniu odpowiedniego dystansu, koncentracji uwagi; ponieważ człowiek bez przygotowania fizjologicznie nie jest w stanie obronić się przed poprawnie wyprowadzonym ciosem. Ponad połowa energii uderzenia idzie na zniszczenie elementu, na który jest skierowana. Z analizy wynika, że w celu osiągania wyższych wysokości podczas skoku techniką nopi ap chagi lepszym stylem jest wybicie „beznożycowe”.

## LITERATURA

- [1] K. Ernst: Fizyka sportu, PWN 1992
- [2] T.Bober, J. Zawadzki: Biomechanika układu ruchu człowieka, Wydawnictwo BK 2001