

Biomecânica e Karate

Revisão da Investigação de Alguns Parâmetros Cinemáticos para o caso das Técnicas de Gyaku-Zuki e Mawashi-Geri

Gonçalo Esteves – Julho de 2005

É objectivo deste trabalho fornecer aos Karatecas dados biomecânicos sobre uma das vertentes mais treinadas/desenvolvidas, os Atemis (impactos).

Pretende-se responder a perguntas do tipo:

Qual a velocidade de um oi-zuki?

Qual o tempo de reacção (medido entre a decisão de agir e a execução desse acto)?

Qual a relação entre Impulso e força de Impacto?

A aplicação de técnicas com diferentes partes do corpo humano e percorrendo diferentes trajectórias standardizadas em função de um objectivo bem definido (marcial ou desportivo) levanta por vezes questões relativas à quantificação das grandezas físicas envolvidas.

Os artigos revistos e restante informação bibliográfica, indicam que existe um défice de publicações sobre o tema, embora de uma forma generalizada haja uma concordância que a grandeza física a estudar mais relevante seja a Velocidade e o ponto de aplicação da técnica.

Os dados recolhidos referem-se a experiências realizadas em ambiente laboratorial e sem ligação directa ao fenómeno da competição desportiva institucionalizada.

A maioria da informação recolhida está profundamente ligada às raízes do KARATE como arte marcial promotora do domínio corporal, no sentido de obter uma excelência técnica.

Na

Tabela 1 são apresentados dados da velocidade para as técnicas descritas (Wilk et al, 1983). Para uma melhor compreensão do valor desta grandeza física é apresentado também o resultado em Km/h.

Tabela 1 – Valores de velocidade para algumas técnicas

Technique	Max. speed	Velocidade máxima (Km/h)		
Front forward punch (junzuki)	5.7 – 9.8 m/s	20,52	–	35,28
Downward hammerfist block (otoshiuke)	10 – 14 m/s	36	–	50,4
Downward knife hand strike (shutouke)	10 – 14 m/s	36	–	50,4
Front kick (maegeri)	9.9 – 14.4 m/s	35,64	–	51,84
Side kick (yokogeri)	9.9 – 14.4 m/s	35,64	–	51,84
Roundhouse kick (mawashigeri)	9.5 – 11 m/s	34,2	–	39,6
Back kick (ushirogeri)	10.6 – 12 m/s	38,16	–	43,2

Técnicas

Gyaku- Zuki

A literatura disponibiliza poucos resultados relativos especificamente à execução da técnica Gyaku-Zuki, um artigo publicado recente (Costelloe; 2002) a velocidade máxima registada para um soco em linha recta foi de 3,3 m/s quando realizado por Karatecas (cintos negros) e 3,0 m/s quando realizados pelo grupo de controlo (participantes não treinados), i.e., 11,88 km/h e 10,8 km/h respectivamente.

De referir que este estudo ligou a execução mais rápida da técnica com o ângulo interno articulação do cotovelo. Assim uma flexão de cotovelo de 30° produz técnicas com maior velocidade, seguidas de 50°, 70° e 90°.

Outros dados (Pearson, 1997; Marlene & Cooper, 1995), indicam uma divisão quanto às características dominantes das trajectórias nas técnicas executadas, para trajectórias “lineares” cuja velocidade está entre os 7 m/s e 12 m/s, e técnicas cuja trajectória tenham um percurso angular mais relevante. Como exemplos possíveis são os Yoko-geri e Oi-zuki, e Uraken-uchi e Mawashi-geri, respectivamente.

As velocidades tangenciais deste segundo grupo, recebem um aumento de 2-4 m/s.

Um caso limite é a velocidade linear encontrada nos testes de quebra em Shuto, cerca de 50.48 Km/h.

Forças de Impacto

Para o soco no karate (oi-zuki, gyaku-zuki, Kizami-zuki, etc.) os valores variaram de 9 a 18 N.s (Shibayama & Fukushima 1997).

Mawashi-geri

Os recursos consultados, dão atenção especial a duas técnicas de pernas, Mawashi-geri e Mae-geri, sendo que no último existe investigação específica sobre Mae-geri Keage, devido à relevância dada pela escola Shotokan a esta forma de execução.

Por outro lado, existe mais informação sobre o Mawashi-geri. As razões para isso prendem-se com o facto desta técnica ser de uso comum na situação desportiva em Tae-Kwon-Do em Kick Boxing e Full contact..

Os resultados (Pearson, 1997), para a velocidade das articulações intervenientes, no sentido próximo distal, para o momento imediatamente antes do impacto são apresentados na Tabela 2.

O momento antes do impacto, refere-se a 0.005 segundos antes do pé actuar na superfície de contacto.

Subject	Toe Vel. (m/s)	Ankle Vel. (m/s)	Knee Vel. (m/s)	Hip Vel (m/s)
Mean	13.4	12.1	2.11	0.69
S.D.	1.6	1.1	0.84	0.28
Maximum	16.0	14.0	3.31	1.40
Minimum	10.4	10.3	0.20	0.40

Tabela 2 - Velocidades lineares das articulações da perna que executa a técnica imediatamente antes do impacto

Além disso, a velocidade linear de pico do anca precedeu a do joelho que precedeu tornozelo e a do dedo do pé em todos os casos, implicando uma sequência proximal - distal do movimento., conforme foi sugerido no modelo teórico apresentado Figura 1.

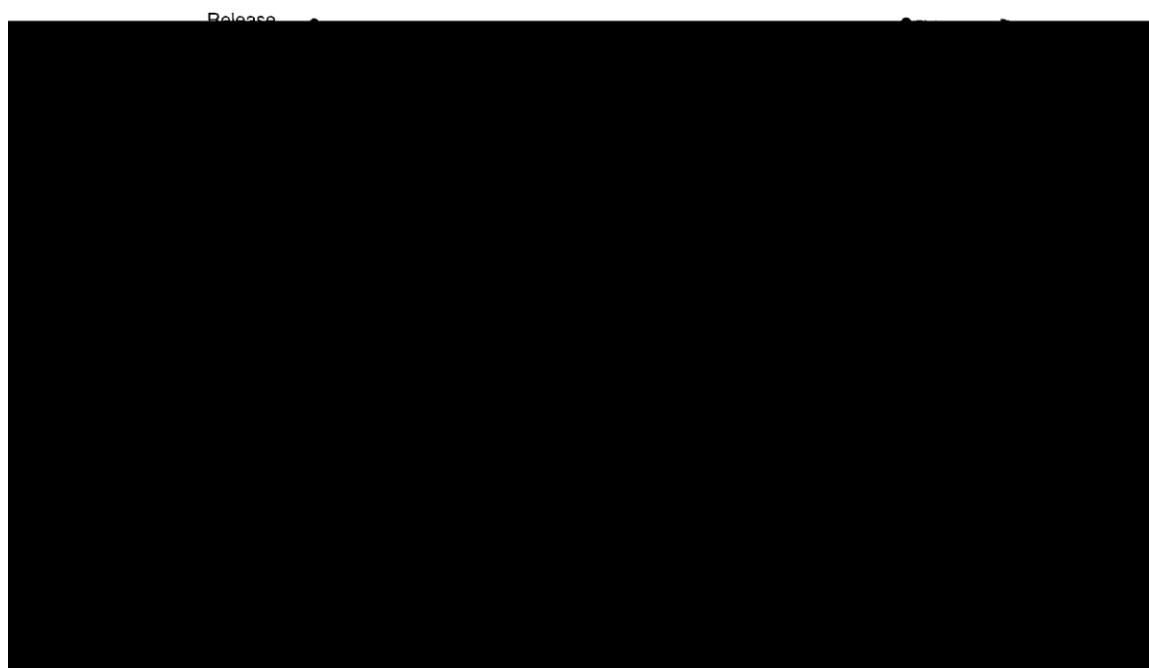


Figura 1 - Modelo conceptual da somação do efeito das forças baseado na ligação cinemática dos segmentos. Quando cada corpo inicia o seu movimento no tempo ótimo, a maior velocidade pode ser alcançada no final do segmento distal. (Marlene & Cooper, 1995)

A evolução da investigação sobre o valor da velocidade linear para esta técnica faz particular sentido para o Tae-Kwon-Do, já que é a técnica mais utilizada nas suas provas desportivas - aproximadamente 60 % dos ataques são realizados com pontapé circular.

Será de todo o interesse produzir trabalho nesta área utilizando o Gyaku Zuki no Karate, pelas mesmas razões.

Ainda que não se conheçam estudos científicos, é comumente aceite que o Gyaku-Zuki é utilizado entre 60 % a 80% como técnica ganhadora nas provas de Kumite da WKF.

Ainda assim, as regras da prova de Kumite da WKF, premeiam a execução de técnicas de pernas com atribuição de Nihon, por exemplo, a um mawashi geri chudan devidamente colocado ou de Sanbon a um mawashi geri jodan, nas mesmas condições.

A tabela seguinte sumariza alguns dos valores encontrados para a velocidade linear de execução desta técnica.

Author/s and year	Type of subjects	Mean peak linear velocity of foot (m/s)
Conkel et al. (1988)	Elite males and females	14.6
Serina & Lieu (1991)	Male black-belts	15.9
Pieter & Pieter (1995)	Elite males	15.5
Pearson (1997)	Expert males	13.4

Tabela 3 - Velocidades lineares de pico médias obtidas para o pé para mawashi-geri

Forças de Impacto

A duração média do impacto do pontapé circular no TKD é 110 ms (Pearson, 1997), o que é aproximadamente dez vezes maior do que pontapear uma bola (8 a 15 ms).

A revisão da literatura efectuada mostra que a comparação das forças entre estudos deve ser feita com o cuidado devido às diferenças técnicas específicas de cada desporto de combate ou Arte marcial.

Nesse sentido não são incluídos os valores encontrados por (Sidthilaw;1997) que correspondem a um estudo em atletas de Thai Boxing.

O valor médio para as forças médias do impacto sobre a duração do impacto é de 292, alcançando um máximo de 382 N (Tabela 4).

Subject	Resultant Linear Impulse (N.s)	Duration of Impact (s)	Average Impact Force (N)
Mean	32.2	0.11	292
S.D.	8.0	0.02	54
Maximum	45.9	0.15	382
Minimum	18.6	0.08	180

O mesmo estudo refere outros valores refere ainda forças do impacto até 470 N (Conkel et al. ;1988), e 519 ± 96 N (Pieter & Pieter ;1995).

Por aproximação, já que a técnica é bastante similar e com os mesmos objectivos dentro da competição desportiva institucionalizada, podemos tomar para o Karate o valor 292 ± 54 N, dada a baixa frequência de utilização desta técnica para a prova de Kumite da WKF.

A necessidade de utilizar equipamento de protecção

Existe uma ideia generalizada que a utilização de luvas e de caneleiras torna o Karate mais seguro nos momentos do contacto.

É verdade, mas este equipamento ao fim de alguma utilização perde cerca de 50% da sua capacidade de absorver a força (Marlene & Cooper, 1995).

Neste caso, deixando de estar protegido quem recebe a técnica, daí a exigência de um controlo severo nomeadamente nas técnicas que se direccionam à região da cabeça.

Acelerações na ordem dos 80 G (784 N) (Marlene & Cooper, 1995) aplicadas num período de 8ms são normalmente causa de KO.

As técnicas de Karate efectuadas sem controlo podem provocar acelerações entre 90 G a 120 G, i.e., entre 882 N e 1176 N (Schwartz et al; 1986), se tivermos em conta que a mandíbula de um adulto quebra com um valor de força na ordem dos 1000 N, mais do só desenvolver melhores protecções, deve ser incentivado o ensino do princípio do *sundome* como forma correcta para a aplicação da técnica em ambiente desportivo.

Avanços desportivos, caminho da velocidade

Com o objectivo de diminuir o índice de lesões no Karate, é lançada uma proposta de utilização de uma rede de sensores aplicados na cabeça, no corpo e nas mãos do atleta, que informam em tempo real sobre as características da força aplicada no momento do contacto físico (Partridge, 2005).

Espera-se que este sistema possa ser aplicado para reduzir a necessidade de competições com situações onde o excesso de contacto ponha em risco a integridade física dos atletas.

Poderá servir como método para decidir o vencedor de um combate com base nos parâmetros inicialmente estabelecidos.

Pela utilização deste sistema é/será a possibilidade de aumentar o desempenho do atleta com base em dados quantitativos, tais como testar a eficácia das situações treinadas e estudar os efeitos da fadiga.

Bibliografia

Recursos Internet

<http://itfnz.org.nz/ref/essays/index.html>

<http://www.pims.math.ca/pi/issue6/page09-11.pdf>

F. Diacu, On the Dynamics of Karate, Pi in the Sky 6, 9-11, 2003

http://www.findarticles.com/p/articles/mi_m1511/is_5_21/ai_61692484

C. Rist: Breaking boards - the physics of a karate chop, Discover, May, 2000.

Artigos, Teses

Schwartz ML, Hudson AR, Fernie GR, Hayashi K, Coleclough AA : Biomechanical study of full-contact karate contrasted with boxin. Journal of Neurosurgery.; 64(2): 248-52. Feb. 1986.

Wilk, S.R., McNair, R.E., and Feld, M.S.: The Physics of Karate, American Journal of Physics, 51, 783–790, 1983.

Walker, J.D.: Karate Strikes, American Journal of Physics, 43; 845–849,1975.

Sorenson, H., Zacho, M., Simonsen, E.B., Dyhre-Poulsen, P., & Klausen, K. (1996). Dynamics of the martial arts high front kick. Journal of Sport Sciences, 14, 483-495.

Costelloe, R. Kingman, J. Dyson, R.: Speed and muscular coordination during the karate punch. Journal of Sports Sciences; January 01, 2002.

Jake, N. Pearson: Kinematics and Kinetics of the Tae-Kwon-Do Turning Kick. A dissertation submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Bachelor of Physical Education with Honours at the University of Otago, Dunedin, New Zealand, 1997.

Pieter, F., & Pieter, W. :Speed and force in selected taekwondotechniques. Biology of Sport, 12(4), 257-266,1995.

Shibayama, A., & Fukushima, S. A Biomechanical Study of Karate Strikes. Paper presented at the XVI Congress of the International Society of Biomechanics, University of Tokyo, Japan, 1997.

Sidthilaw, S. :Kinetic and Kinematic Analysis of Thai Boxing Roundhouse Kicks. Unpublished Doctoral Thesis, University of Oregon, 1997.

Kane Partridge, Jason P. Hayes, Daniel A. James, Craig Hill, Gareth Gin, Allan Hahn : A wireless-sensor scoring and training system for combative sports

The International Society for Optical Engineering Proc. SPIE Vol. 5649, p. 402-408, Smart Structures, Devices, and Systems II; Said F. Al-Sarawi; Ed. ;Feb 2005

Schwartz ML, Hudson AR, Fernie GR, Hayashi K, Coleclough AA.:Biomechanical study of full-contact karate contrasted with boxing. Journal of Neurosurgery.;64(2):248-52, Feb 1986.

Livros

Marlene J. Adrian, John M. Cooper: Biomechanics of human movement - 2nd ed. - Madison, Wis.: WCB Brown & Benchmark, 1995.