

CINEMÁTICA DO CHUTE SEMICIRCULAR NO KARATÊ: COMPARAÇÃO ENTRE AS FASES DE ATAQUE E RETORNO

KINEMATICS OF SEMICIRCULAR KICK IN KARATE: COMPARISON BETWEEN PHASES OF ATTACK AND RETURN

George Roberts Piemontez^{*}
Ana Cláudia Vieira Martins^{**}
Sebastião Iberes Lopes Melo^{***}
Luciana Ferreira^{****}
Nair Fritzen Reis^{*****}

RESUMO

Este estudo analisou as variáveis cinemáticas do chute semicircular no karatê caracterizadas e comparadas entre as fases de ataque e retorno. Participaram 20 atletas, masculinos, adultos e faixas pretas. Na aquisição dos dados foram utilizadas seis câmeras Vicon MX-13, frequência de 200 Hz com tempo de aquisição de 4 segundos. Na caracterização das variáveis utilizou-se estatística descritiva e na comparação entre as fases o teste “t” de *Student* ($p < 0,05$). Resultados: as velocidades máximas e acelerações do tornozelo, joelho e quadril foram menores que os valores da literatura, implicando em menor velocidade de execução do chute pelos karatecas. As velocidades e acelerações do tornozelo, joelho e quadril da fase de ataque foram estatisticamente diferentes e superiores à fase de retorno do chute. Conclui-se, que a fase de ataque é mais rápida e ofensiva que a fase de retorno, sendo a variável tempo, importante na execução do chute semicircular.

Palavras-chave: Biomecânica. Karatê. Cinemática. Chute semicircular.

INTRODUÇÃO

No karatê, os fundamentos consistem em técnicas de ataque (socos e chutes) e de defesa (OLIVEIRA, 1982; PICANÇO, 2004; PECORAIOLI; MERNI, 2007; MARTINS; PINTO; MELO, 2010). Dentre os diferentes tipos de chute, destaca-se o semicircular por ser frequentemente utilizado nas competições em função de sua eficiência técnica, fácil aplicabilidade e rapidez na execução (OLIVEIRA, 1982; PECORAIOLI; MERNI, 2007; MARTINS; PINTO; MELO, 2010). A aplicação deste chute em competições do estilo Shibu-Dô, corresponde a dois pontos quando aplicados na direção da cabeça do oponente e um ponto na direção do abdome, além da busca pelo nocaute técnico (OLIVEIRA, 1982). Destaca-se que após o contato com o

adversário, se tenha a preocupação especial com o retorno do atleta para a base de luta, preparando-se para o próximo golpe (DOMINY, 1977; OLIVEIRA, 1982; NAKAYAMA, 2003; MARTINS; PINTO; MELO, 2010).

Na biomecânica do chute semicircular no karatê, aspectos necessitam ser analisados, tais como: 1) A importância deste tipo de chute na luta pelo seu potencial de ataque, que tem seu diferencial na aplicação do gesto esportivo em função do seu alto índice de utilização durante os treinamentos e competições. Em muitas ocasiões, pode levar o adversário ao nocaute, pela força aplicada para executar este chute (OLIVEIRA, 1982; NAKAYAMA, 2003; PECORAIOLI; MERNI, 2007; MARTINS; PINTO; MELO, 2010); 2) Há a necessidade de estudar suas características cinemáticas, para subsidiar os

* Bacharel em Educação Física. Professor do Centro Universitário de Brusque – UNIFEFE, Brusque-SC, Brasil.

** Doutora. Professora da Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis-SC, Brasil.

*** Doutor. Professor do Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis-SC, Brasil.

**** Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis-SC, Brasil.

***** Mestre. Curso de Fisioterapia da Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis-SC, Brasil.

conhecimentos sobre sua funcionalidade, aplicabilidade e efetividade competitiva no karatê; 3) A tendência dos estudos está focada, preferencialmente, na análise de variáveis cinemáticas da fase de ataque (velocidade, aceleração e tempo de execução) (MARTINS; PINTO; MELO, 2010; PECORAIOLI; MERNI, 2007); Também, nas modalidades do *taekwondo* (BOEY; XIE, 2002; FALCO, et al., 2009; NIEN; CHANG; TANG, 2007; PEARSON, 1997; PIETER; PIETER, 1995; SERINA; LIEU, 1991), karatê (MARTINS; PINTO; MELO, 2010) e *thai-boxe* (FALCO et al., 2009; PECORAIOLI; MERNI, 2007), foram analisadas variáveis cinemáticas (velocidades lineares e angulares e tempo de execução) e cinéticas (impacto), desta forma, verifica-se na literatura pesquisada uma lacuna de pesquisas que analisem a fase de retorno do chute semicircular, haja vista que essa fase compõe a retomada da base de luta, preparando para a aplicação do próximo golpe de ataque ou defesa (DOMINY, 1977; OLIVEIRA, 1982; NAKAYAMA, 2003; MARTINS; PINTO; MELO, 2010).

A partir da lacuna do conhecimento apresentada, o objetivo geral desta pesquisa foi analisar variáveis cinemáticas do chute semicircular no karatê comparando-as entre as fases de ataque e de retorno.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo, caracterizado como descritivo, foi realizado no Centro de Ciências da Saúde e do Esporte (Cefid/Udesc), aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos (processo n^o. de ref. 243/2010). Participaram 20 atletas adultos do sexo masculino da categoria de faixa preta no karatê, que treinam e competem na graduação faixa preta há pelo menos cinco anos e são filiados à Associação de Artes Marciais Shubu-Dô da cidade de Curitiba (Paraná).

Os dados foram adquiridos a partir do sistema de cinemetria VICON MX-13 por meio de seis câmeras integradas, com frequência de 200Hz e tempo de aquisição de 4 segundos. Na execução do chute semicircular, os atletas foram orientados a executar contra um saco de pancada, com velocidade e força similar a situação real de luta.

Para a coleta de dados, adotaram-se os seguintes procedimentos: a) fixação do saco de

pancada no teto e no chão do laboratório; b) calibração do local de coleta; c) obtenção da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Os atletas foram preparados e avaliados individualmente de acordo com o agendamento dos horários realizados pela Associação de Artes Marciais Shubu-Dô. Assim sendo, para cada aquisição adotou-se a seguinte rotina: *Preparação dos sujeitos*: troca de vestimenta e fixação dos marcadores refletivos conforme modelo antropométrico de Cavanagh e Rodgers (1987), que estabelece os seguintes acidentes anatômicos: 12^a vértebra torácica, sacro, espinha íliaca superior esquerda e direita (ponto mais superior da crista íliaca), trocânter (ponto mais superior do trocânter maior do fêmur), epicôndilo (proeminência acima do côndilo do fêmur), maléolo (ponto central do maléolo), calcâneo (saliência no calcâneo) e metatarsfalangeana do quinto artelho (ponto distal da metatarsfalangeana do 5^o artelho), direitos. (Figura 1).

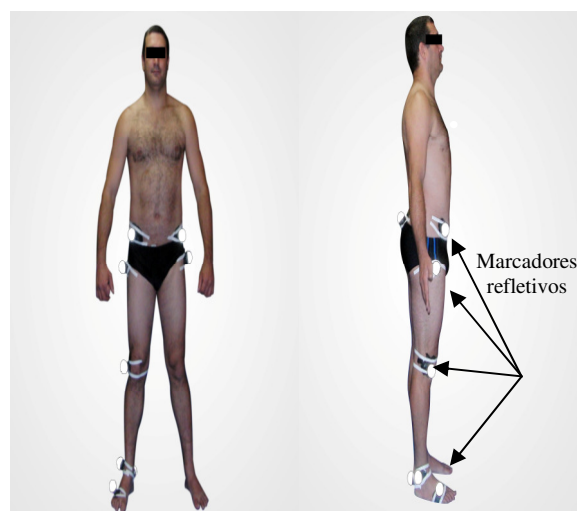


Figura 1 - Posição dos marcadores refletivos nos acidentes anatômicos do sujeito.

Ajuste da altura do saco de pancada:

Determinada posicionando-se o atleta em pé em frente ao saco de pancada, de modo que a base do saco deve ficar na altura do processo xifoide do executante, de modo a permitir que o contato do pé possa ser realizado na região superior do saco de pancada. Isto corresponderia à parte superior do tronco do adversário (Figura 2).

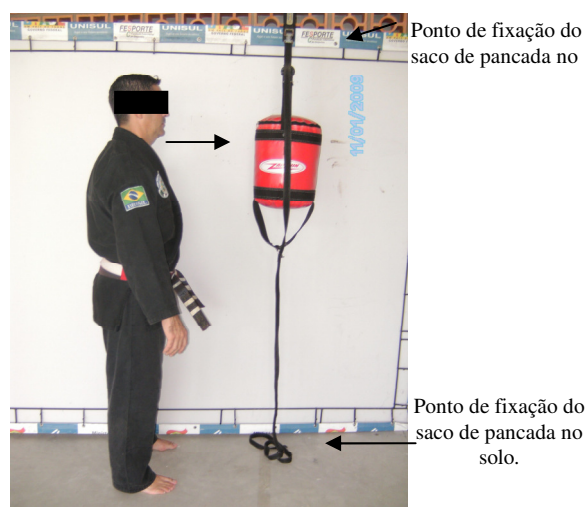


Figura 2 - Determinação da altura do saco de pancada.

Adaptação do sujeito:

Foi disponibilizado ao atleta suficiente período de adaptação com o ambiente e com os instrumentos. Neste período, o atleta executou o chute semicircular pelo menos cinco vezes para ajuste dos marcadores, do seu posicionamento em relação ao saco de pancada e da altura do chute em relação à região de contato no saco de pancada. Para o aquecimento foi disponibilizado aos sujeitos tempo entre 55 a 7 min, para execução de exercícios que rotineiramente adotam para as competições.

Na aquisição dos dados propriamente dita realizada mediante filmagens com frequência de 200 Hz, e tempo de aquisição de 4 segundos de dez

execuções dos chutes semicircular contra o saco de pancada de forma similar ao realizado nas competições. Foi adotado o comando de voz “Preparar! Chute!”. Foram selecionados três chutes válidos no sistema de cinemetria VICON MX-13 para possibilitar um valor médio para cada variável por atleta. Foi considerado como válido o chute em que foi possível a completa aquisição do gesto e a sua respectiva digitalização.

Na sequência, procedeu-se a digitalização semiautomática de cada marcador do membro inferior de chute durante toda a execução do chute semicircular. Os dados brutos de cada marcador foram filtrados com filtro *Butterworth* de quarta ordem, passa baixa, com frequência de corte dos marcadores variando entre 08 e 10 Hz. Esta variação na frequência de corte de cada marcador ocorreu durante a aquisição de alguns chutes semicirculares em função da rotação interna do quadril durante a fase de ataque do chute, em que o marcador da metatarsofalangeana do quinto artelho não era visualizado pelo sistema de câmeras, sendo necessário digitalizá-lo manualmente. Após filtrados, os dados foram normalizados em função do tempo para permitir a comparação entre os sujeitos. Para determinar as variáveis cinemáticas, o chute semicircular foi dividido em três fases a partir das análises das imagens obtidas no sistema de cinemetria: ataque, contato e retorno (SOARES, 1998; TORRES, 2006), considerando o quadril, joelho e tornozelo do membro inferior que executa o chute, conforme distribuídas no Quadro 1.

Quadro 1 - Variáveis cinemáticas do chute semicircular do karatê.

Segmento Corporal	Variáveis	Fase	
		Ataque	Retorno
Tornozelo	Velocidade linear inicial (V_i)	X	
	Velocidade linear máxima ($V_{m\acute{a}x}$)	X	X
	Aceleração média (a^+)	X	X
	Velocidade pós-contato (V_{pc})		X
	Tempo de execução	X	X
	Tempo de contato		X
	Tempo total (ataque e retorno)	X	X
Joelho	Velocidade linear inicial (V_i)	X	
	Velocidade linear máxima ($V_{m\acute{a}x}$)	X	X
	Aceleração média (a^+)	X	X
	Velocidade pós-contato (V_{pc})		X
Quadril	Velocidade linear inicial (V_i)	X	
	Velocidade linear máxima ($V_{m\acute{a}x}$)	X	X
	Aceleração média (a^+)	X	X
	Velocidade pós-contato (V_{pc})		X

Para caracterizar as variáveis cinemáticas adotou-se a estatística descritiva (*Média Aritmética, Desvio-Padrão e Coeficiente de Variação*). Para comparar as variáveis cinemáticas e temporais entre as fases de ataque e retorno,

utilizou-se o teste “t” de *Student* pareado. Em todas as comparações adotou-se $p < 0,05$.

A velocidade ao longo da execução do chute semicircular está ilustrada na Figura 3, a seguir:

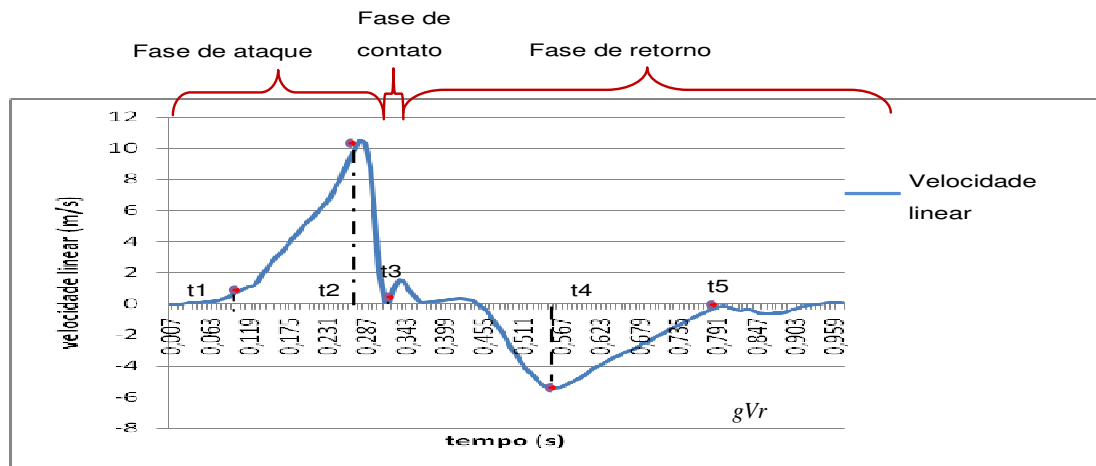


Figura 3 - Representação gráfica da velocidade linear do tornozelo durante a execução do chute semicircular.

Legenda:

t1: instante de tempo, no primeiro quadro após o calcanhar perder contato com o solo.

t2: instante de tempo, quando o chute atinge a máxima velocidade no ataque.

t3: instante de tempo, no quadro imediatamente posterior a perda de contato do pé com o saco de pancada.

t4: instante de tempo, quando o chute semicircular atinge a máxima velocidade na fase de retorno.

t5: instante de tempo, do quadro posterior ao contato do calcanhar no solo.

RESULTADOS

Os resultados estão apresentados de acordo com os objetivos específicos do estudo. Assim, inicialmente, procedeu-se a caracterização das variáveis cinemáticas do

chute semicircular nas fases de ataque e de retorno. Os resultados estão dispostos na Tabela 1.

Analisando os diferentes valores das variáveis constantes na Tabela 1 referente à fase de ataque e a fase de retorno, constata-se que: *Com relação à fase de ataque:* a) o tornozelo apresentou valores maiores que o joelho e o quadril em todas as variáveis; b) os índices de variabilidade (CV%) foram considerados como médios (11% a 20%) com base na classificação proposta por Gomes (1990). Destaca-se que das 12 variáveis analisadas apenas duas apresentaram média variabilidade: *velocidade máxima do tornozelo no ataque* ($V_{máx,t}$), e *aceleração média do joelho no ataque* (a^+_j). Nas demais variáveis, os índices de variabilidade foram baixos (menos de 10%), que foram: (*velocidades iniciais e velocidades máximas do tornozelo, joelho e quadril no ataque,*

acelerações médias do tornozelo e quadril no ataque), indicando a homogeneidade na execução dos chutes entre atletas.

Tabela 1 - Caracterização das variáveis cinemáticas durante a execução do chute semicircular no karatê nas fases de ataque e de retorno (n= 60 chutes).

Segmento Corporal	Variáveis	Ataque			Retorno		
		\bar{X}	S	CV%	\bar{X}	S	CV%
Tornozelo	Velocidade linear inicial (Vi) (m/s)	0,37	0,02	7,85	-	-	-
	Velocidade linear máxima (Vmáx) (m/s)	9,43	1,01	10,75	-	-	-
	Aceleração média (a ⁺) (m/s ²)	26,54	1,29	4,87	-	-	-
	Velocidade pós-contato (Vpc) (m/s)	-	-	-	2,04	0,07	3,67
	Tempo de execução (s)	0,48	0,00	1,65	0,81	0,03	4,51
	Tempo de contato (s)	-	-	-	0,29	0,02	9,18
	Tempo total (ataque +retorno) (s)*	-	-	-	-	-	-
Joelho	Velocidade linear inicial (Vi) (m/s)	0,36	0,01	4,43	-	-	-
	Velocidade linear máxima (Vmáx) (m/s)	5,22	0,26	5,10	2,70	0,14	5,42
	Aceleração média (a ⁺) (m/s ²)	17,15	2,07	12,10	6,71	0,09	1,41
	Velocidade pós-contato (Vpc) (m/s)	-	-	-	1,10	0,10	9,35
Quadril	Velocidade linear inicial (Vi) (m/s)	0,37	0,03	8,24	-	-	-
	Velocidade linear máxima (Vmáx) (m/s)	4,32	0,37	8,66	1,32	0,13	10,23
	Aceleração média (a ⁺) (m/s ²)	10,62	0,17	1,61	1,77	0,20	11,50
	Velocidade pós-contato (Vpc) (m/s)	-	-	-	0,57	0,07	13,76

Tempo total (tempo fase de ataque + tempo fase de retorno): X= 1,50; s= 0,09; CV%= 6,17.

Estes baixos índices de variabilidade indicam que os atletas apresentam valores médios semelhantes quanto à execução dos chutes, indicando velocidades e tempos de execuções também não muito diferentes entre si.

Com relação à fase de retorno do chute semicircular constatou-se, com relação aos segmentos corporais, comportamento semelhante à fase de ataque em que os valores do tornozelo são maiores que o do joelho e do quadril. No que se refere ao índice de variabilidade, constata-se que houve semelhança entre as fases de ataque e retorno, pois, das 12 variáveis analisadas, também, apenas duas delas apresentaram média variabilidade (de 11% a 20%): *velocidade pós-contato do quadril (Vpc_q)* (13,76%) e *aceleração média do quadril (a⁺_q)* (11,5%) no retorno, as demais se apresentaram com índices abaixo de 10% (*velocidade pós-contato do tornozelo e joelho, velocidades máximas e aceleração média do tornozelo e joelho na fase de retorno*), indicando que os atletas apresentam velocidades e acelerações de execução semelhantes entre si, para os joelhos e tornozelos.

Considerando os tempos de execução do chute semicircular no karatê, constata-se que

o tempo da fase de ataque é menor que a fase de retorno e de contato com o saco de pancada. Da mesma forma que as velocidades e acelerações nas fases de ataque e de defesa, os índices de variabilidade também, como esperados, foram baixos, entre 1,65% (tempo de ataque do tornozelo) e 9,18% (tempo de contato do tornozelo com o saco de pancada), portanto inferior a 10%, considerado os valores estabelecidos por Gomes (1990).

Na sequência procedeu-se a comparação das variáveis cinemáticas entre as fases de ataque e de retorno do chute semicircular, os resultados estão apresentados na Tabela 2.

Analisando as comparações contidas na Tabela 2 constatou-se que em todas as variáveis, o melhor desempenho foi na fase de ataque, de forma significativa.

Tabela 2 - Comparação entre variáveis cinemáticas e temporais do chute semicircular no karatê nas fases de ataque e de retorno ($f=60$).

Variáveis	Ataque X	Retorno X	T	P
Velocidade máxima do tornozelo ($V_{máx_t}$) (m/s)	9,431	4,317	13,940	0,000*
Velocidade máxima do joelho ($V_{máx_j}$) (m/s)	5,226	2,709	13,033	0,000*
Velocidade máxima do quadril ($V_{máx_q}$) (m/s)	4,327	1,329	14,968	0,000*
Aceleração média do tornozelo (a_t^+) (m/s^2)	26,540	11,819	4,333	0,000*
Aceleração média do joelho (a_j^+) (m/s^2)	17,156	6,714	4,494	0,000*
Aceleração média do quadril (a_q^+) (m/s^2)	10,625	1,773	6,543	0,000*
Tempo do tornozelo (t_t) (s)	0,482	0,819	-3,942	0,001*

Significativo $p \leq 0,05$

DISCUSSÃO

No que diz respeito às características das variáveis cinemáticas do chute semicircular no karatê, verificou-se, conforme consta na Tabela 1, que: na fase de ataque o valor da variável velocidade inicial do tornozelo (0,33 m/s) é maior ao valor encontrado por Martins, Pinto e Melo (2010), por outro lado, a velocidade inicial do quadril (0,33 m/s) é menor ao encontrado por estes autores (0,48 m/s). O valor obtido na variável velocidade máxima do tornozelo ($V_{máx_t}$) (9,43 m/s) e do quadril ($V_{máx_q}$) (4,32 m/s) no ataque são menores do que os valores obtidos por Martins, Pinto e Melo (2010) e Pecoraioli e Merni (2007) com karatecas (10,03 m/s e 9,94 m/s para o tornozelo e 4,76 m/s para o quadril). Além disto, os atletas de karatê deste estudo apresentam velocidade máxima do tornozelo menor que os de taekwondo (acima de 15 m/s) (BOEY; XIE, 2002; PIETER; PIETER, 1995). Acredita-se que este fato possa ser atribuído a diversidade de técnicas motoras (BOHME, 2003; SILVA et al., 2003; TORRES, 2006; PECORAIOLI; MERNI, 2007) de como os atletas de outros estudos executam o chute semicircular. Embora a técnica de execução deste chute seja a mesma, os atletas podem apresentar variações no padrão de movimento, como no caso dos atletas de taekwondo que chutam mais baixo em relação ao saco de pancada que os karatecas (PEARSON, 1997; BOEY; XIE, 2002; SORENSEN et al., 2008, FALCO et al., 2009). Além disto, o atleta pode não ter executado o chute semicircular com a

máxima velocidade e força, como executado em suas rotinas de aula e treinamento, apresentando valores menores que a literatura (PECORAIOLI; MERNI, 2007; MARTINS, PINTO; MELO, 2010).

Nas variáveis de acelerações médias do tornozelo (a_t^+) e quadril (a_q^+) no ataque, os resultados obtidos apontam, respectivamente (25,54 m/s^2 e 10,62 m/s^2 . Estes valores são menores que os encontrados por Martins, Pinto e Melo (2010), que foram de 76,45 m/s^2 e de 16,74 m/s^2 . 1.d); com relação às variáveis relacionadas ao joelho (velocidade inicial (V_{ij}), velocidade máxima ($V_{máx_j}$), e aceleração (a_j^+)), constatou-se que estas apresentaram valores intermediários ao tornozelo e quadril. No referencial pesquisado não foram encontrados valores para comparação, impossibilitando a discussão. Na variável tempo de ataque do tornozelo (t_{at}), o valor obtido (0,48s) encontra-se na faixa de valores dos estudos de Falco et al. (2009), Boey, Xie (2002), Kong, Kuk e Hong (2009) com atletas de taekwondo (0,30s e 0,83s) e abaixo, e portanto melhores que os valores obtidos no estudo de Martins, Pinto e Melo (2010) com karatecas masculino e feminino (0,48s e 0,567s, respectivamente). No que se refere ao tempo da fase de ataque, a ênfase do chute semicircular é acertar o alvo com a máxima velocidade no menor tempo, sendo que os estudos analisaram o tempo de ataque do tornozelo desde o destaque do calcanhar do solo até o contato com o alvo (saco de pancada) (BOEY; XIE, 2002; FALCO et al., 2009; MARTINS, PINTO; MELO, 2010; PECORAIOLI; MERNI, 2007).

Na fase de retorno, ao contrário do que aconteceu com a fase de ataque, para os valores obtidos nas variáveis velocidade pós-contato, velocidade máxima e aceleração do tornozelo, joelho e quadril, na fase de retorno não se obteve valores de outros estudos na literatura para confrontá-los. No karatê, a fase de retorno faz parte tanto das aulas quanto dos treinamentos, enfatizando a importância da retomada da base de luta (DOMINY, 1977; NAKAYAMA, 2003; OLIVEIRA, 1982), como preparação para a repetição do chute semicircular, tanto para defesa quanto para aplicação de outra técnica, no caso de uma luta.

Referente à variável *tempo de retorno do tornozelo* (tr_t), o valor obtido (0,81s) é menor que o encontrado por Martins, Pinto e Melo (2010) (0,98s), o que demonstra que após o contato com o saco de pancada, os atletas retornam mais rápido a perna de chute ao solo, preparando-se para o executar o próximo movimento ou obter base para esquivar-se ou defender-se.

A fase de retorno faz parte do fundamento deste chute (NAKAYAMA, 2003; OLIVEIRA, 1982), e embora a luta seja dinâmica e inesperada, o retorno da perna de chute ao solo permite ao atleta tomar sua próxima decisão. Além das variáveis da fase de retorno (Tabela 2), o tempo de contato do tornozelo com o saco de pancada, a velocidade inicial (V_{ij}), velocidade máxima ($V_{máx_j}$) e aceleração (aj^+) do joelho na fase de ataque também não foram objeto de estudo por outros pesquisadores, ficando prejudicado o confronto com os obtidos neste estudo. Deste modo, as evidências apontam que estes resultados possam ser considerados como valores de referências a partir de então, podendo comparar seus valores com outros estudos no karatê, permitindo caracterizar as técnicas das artes marciais.

No que se refere ao tempo de contato do tornozelo com o saco de pancada, Nakayama (2003) e Oliveira (1982) ressaltam que este deve ser breve, de modo que se retome a base para o próximo golpe. Na variável *tempo total do tornozelo durante o chute* (tt_t), o valor encontrado (1,50s) é menor que o encontrado no estudo de Martins, Pinto e Melo (2010) (1,61s),

e pelo menos o dobro do tempo dos valores apresentados no estudo de Pecoraioli e Merni (2007), ambos na modalidade de karatê (0,87s). Isto significa que os valores encontrados neste estudo são intermediários aos referenciados na literatura.

Verifica-se, portanto, que o tempo da fase de ataque é menor que da fase do retorno, e estes valores estão entre os valores apresentados por Pecoraioli e Merni (2007), Martins, Pinto, Melo (2010). Significa que os atletas de karatê deste estudo não são mais rápidos que os atletas de outros estudos na execução do chute semicircular, considerando que, embora apresentem tempos de ataque próximos, a velocidade máxima é menor ao encontrado por Pecoraioli, Merni (2007), Martins, Pinto e Melo (2010).

Na comparação de variáveis cinemáticas entre as fases de ataque e de retorno do chute semicircular (Tabela 2), constata-se que em todas as variáveis, o melhor desempenho foi na fase de ataque, de forma significativa. Estes resultados estão dentro do esperado, considerando que as características de execução do chute no karatê prevê maior ênfase na fase de ataque, pois, segundo a descrição técnica do chute semicircular (CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE KARATÊ, 2008; TORRES, 2006; GASPARY, 2006; NAKAYAMA, 2003; NIGG; HERZOG; 1994; DOMINY, 1977) e com os estudos, (PIETER; PIETER, 1995; BOEY; XIE, 2002; FALCO et al., 2009; PECORAIOLI; MERNI, 2007; MARTINS; PINTO; MELO, 2010), o objetivo é acertar o alvo com a máxima velocidade no menor tempo (NAKAYAMA, 2003; MARTINS; PINTO; MELO, 2010).

Em relação às variáveis temporais, foi considerado apenas o tempo de ataque do tornozelo, o qual inicia com a perda de contato do calcanhar do solo até o contato com o alvo (saco de pancada) (BOEY; XIE, 2002; FALCO et al., 2009; MARTINS, PINTO, MELO, 2010; PECORAIOLI; MERNI, 2007).

Assim sendo, a fase de ataque do chute semicircular no karatê é mais rápida que a fase de retorno, atingindo maior velocidade em menor tempo. Entretanto, os valores obtidos neste estudo não apontam o chute semicircular como sendo mais rápido que nos outros estudos com atletas de karatê e taekwondo.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos com base no referencial teórico e nas evidências encontradas a partir dos materiais e métodos utilizados, conclui-se que as características cinemáticas do chute semicircular para as variáveis velocidade máxima (9,43 m/s do tornozelo e 4,32 m/s do quadril) e aceleração média (25,54 m/s² do tornozelo e 10,62 m/s² do quadril) na fase de ataque são menores que os valores citados na literatura. Para as variáveis tempo de ataque e tempo total do tornozelo (0,48s e 1,50s, respectivamente), os valores também foram menores ao encontrado na literatura. Embora os atletas levem menos tempo para atingir o saco de pancada, atingem pouca velocidade máxima durante a execução do chute semicircular. Com isto, as características cinemáticas do chute semicircular, neste estudo, vão ao encontro do citado na literatura quanto à descrição técnica e aos valores referenciados para se executar o chute semicircular, apontando um chute pouco eficiente durante uma luta.

Na comparação das variáveis cinemáticas entre as fases de ataque e retorno, constataram-se diferenças em todas as variáveis analisadas entre as fases (velocidades máximas e acelerações do tornozelo, joelho e quadril, e tempos de ataque e de retorno do tornozelo) Sendo as velocidades máximas e acelerações maiores no ataque e os tempos maiores na fase

de retorno caracterizando o ataque como a fase mais rápida e de grande importância durante uma luta por representar o momento ofensivo de golpear o adversário e obter pontuação visando vencer a luta.

Ressalta-se que os estudos em que foi possível acessar na literatura não analisaram as variáveis cinemáticas do joelho na fase de ataque, o tempo de contato do tornozelo com o saco de pancada e a fase de retorno do chute semicircular, impossibilitando a comparação com os dados obtidos.

A partir dos resultados, verificou-se que tanto a fase de ataque quanto a fase de retorno do chute semicircular são importantes na execução deste fundamento do karatê. Deste modo, sugerem-se novos estudos para melhor compreensão do processo de aprendizagem e treinamento da fase de retorno, enfatizada nos treinamentos, e que durante a luta não é dado devido valor na avaliação dos árbitros, pois nesta fase o atleta não pontua porque não há contato com o adversário. Entretanto, por esta fase criar condições de contragolpe pela retomada da base proporcionando equilíbrio ao atleta e preparando-o para a ação seguinte, fazem-se necessários novos estudos sobre a fase de retorno, de modo que se possa otimizar o desempenho na execução do chute semicircular como um todo.

KINEMATICS OF SEMICIRCULAR KICK IN KARATE: COMPARISON BETWEEN PHASES OF ATTACK AND RETURN

ABSTRACT

This study examined kinematic variables of the semicircular kick in karate, which were characterized and compared between the phases of attack and return, with 20 male adult athletes, black belt. For data acquisition it was used 06 Vicon MX-13 cameras, 200Hz frequency, with acquisition time of 04 seconds. Variables were characterized by descriptive statistics and the comparison between phases was performed by the Student's t-test ($p < 0.05$). Results: the maximum velocities and accelerations of the ankle, knee and hip were lower than found in literature, resulting in slower execution of the karate kick. The velocities and accelerations of the ankle, knee and hip of the attack phase were statistically higher than in the return phase of the kick. It is concluded that the attack phase is faster and more offensive than the return phase, being the variable time important in the implementation of the semicircular kick.

Keywords: Biomechanics. Karate. Kinematics. Semicircular kick.

REFERÊNCIAS

BOEY, L.W.; XIE, W. Experimental investigation of turning kick performance of Singapore national taekwondo players. In: CONFERENCE PROCEEDINGS ARCHIVE, 20., 2002, Cáceres. **Conferência...** Cáceres: International Symposium on Biomechanics in Sports (ISBS), 2002. p. 302-305.

BOHME, M. T. S. Relações entre aptidão física, esporte e treinamento esportivo. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, DF, v.11, n. 3, p. 97-104, 2003.

CAVANAGH, P. R.; RODGERS, M. M. The arch index: useful measure from footprints. **Journal of Biomechanics**, New York, v. 20, no. 5, p. 547-551, 1987.

- CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE KARATÊ. **História**. 2008. Disponível em: <http://www.karatedobrasil.com.br>. Acesso em: 12 dez. 2008.
- DOMINY, E. **Karatê**. Grã-Bretanha: Hodder & Stoughton, 1977.
- FALCO, C. et al. Kinetic and kinematic analysis on the dominant and non-dominant kicking leg in the taekwondo roundhouse kick. **Journal of Biomechanics**, New York, v. 42, no. 3, p. 242-248, 2009.
- GASPARY, S. V. **Análise cinemat́ica da técnica do chute semicircular dois avaliação do impacto na articulação do joelho**. Monografia (Graduação em Educação Física)-Faculdade de Educação Física e Ciências do Desporto, Pontifícia Universidade Católica, Rio Grande do Sul, 2006.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Livraria Nobel, 1990.
- KONG, P. W.; LUK, T. C.; HONG, Y. Difference between taekwondo roundhouse kick executed by the front and back leg- a biomechanical study. **Combat Sports Medicine**, [s.l.], no. 1, p. 268-272, 2009.
- MARTINS, A. C. V.; PINTO, E. C.; MELO, S. I. L. Características cinemat́icas do chute semicircular no karatê. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO, 1., 2010 Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sul Brasil, 2010.
- NAKAYAMA, M. **Karatê dinâmico**. São Paulo: Cultrix, 2003.
- NIEN, Y. H.; CHANG, J. S.; TANG, W. The kinematics of target effect during roundhouse kick in elite taekwondo athletes. **Journal of Biomechanics**, New York, v. 52, no. 40, p.139-144, 2007.
- NIGG, B. M.; HERZOG, W. **Biomechanics of músculo-skeletal system**. New York: Jhon Wiley & Sons, 1994.
- OLIVEIRA, E. **Associação de Artes Marciais Shubu Dô-Ryu**. Curitiba, 1982. Apostila.
- PEARSON, J. N. **Kinematics and kinetics of the taekwondo turning kick**. 1997. 85 f. Dissertação (Bachelor of Physical Education)-University Otago, Dunedin, 1997.
- PECORAIOLI, F.; MERNI, F. Different executions of turning kick in martial arts. 10th ed. **Sport Kinetics Conference**. Belgrade: Serbia, 2007.
- PICANÇO, I. T. **Estudo do plantigrama durante o chute 'frontal saltando' do Karatê estilo Katá-Shubu-dô-Ryu**. 2004. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Universidade Estadual de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- PIETER, F.; PIETER, W. Speed and force in selected taekwondo athletes. **Biology of Sport**. Philippines, v. 12, no. 4, p. 257-266, 1995.
- SERINA, E. R.; LIEU, D. K. Thoracic injury potential of basic competition taekwondo kicks. **Journal of Biomechanics**, Berkeley, v. 24, no.10, p. 951-960. 1991.
- SILVA, L. R. R.; BOHME, M. T. S.; UEZU, R.; MASSA, M. The utilization of the anthropometrical and physical fitness in process of detection and promotion of volleyball talents. **Revista Brasileira de Ciênci a e Movimento**. Brasília, DF, v.11, no.1, p. 69-76, 2003.
- SOARES, J. G. G. **Teoria e Prática do Karatê-Dô Wado-Ryu**. São Paulo: Ícone, 1998.
- SORENSEN, H. et al. Dynamics of the martial arts high front kick. **Journal of Sports Science**, Bursa, v. 14, no. 6, p. 483-495. 2008.
- TORRES, J. **Karatê: a arte das mãos vazias**. São Paulo: Online Editora, 2006. Coleção Artes Marciais.

Recebido em 24/02/2012

Revisado em 28/09/2012

Aceito em 03/10/2012

Endereço para correspondência: Ana Claudia Viera Martins, Rua Pascoal Simone, 358, Coqueiros. Florianópolis. CEP 88080-250. E-mail: martinsacv@gmail.com.