

Impacto do chute do karatê: uma revisão narrativa

Nelson Kautzner Marques Junior

kautzner123456789junior@gmail.com

Membro do Comitê Científico da Revista Observatorio de Deporte

Universidad de los Lagos, Santiago do Chile

Rio de Janeiro

Brasil

Citar: Kautzner, M. J. N. (2026). Impacto do chute do karatê: uma revisão narrativa. *Revista Ciências Aplicadas al deporte edu-fisica.com*. 18(39).1-18, <https://doi.org/10.59514/2027-453X.3828>

Resumo

O objetivo da revisão narrativa foi explicar a biomecânica de alguns chutes do karatê que a literatura científica estabeleceu a força do impacto. Os artigos para a revisão narrativa foram selecionados no Google Acadêmico, no Research Gate e na PubMed. A força do impacto do chute foi a seguinte: mawashi geri com 2721,96 Newtons (N), yoko geri kekomi com 1262,51 N, mae geri com 1208,69 N e o kizami mawashi geri com 107,2 N. Para uma melhor análise, foram incluídas as forças do impacto de cada soco, o oi zuki com 6884 N, o gyaku zuki com 3501,93 N e o kizami zuki com 166,3 N. O oi zuki teve maior impacto porque todo o corpo está envolvido no deslocamento para frente ou para trás, sendo respondida pela 2ª lei de Newton através da maior massa desse soco. O mawashi geri ($115,8 \text{ m/s}^2$) e o yoko geri kekomi ($106,3 \text{ m/s}^2$) tiveram maior força do impacto por causa da mais elevada aceleração linear que é respondido pela 2ª lei de Newton. Em conclusão, a biomecânica é importante para o entendimento do impacto do chute.

Palavras chaves: Luta, Esporte, Treino, técnica esportiva.

Recebido em: 16/01/2025.

Aceito em: 30/08/2025.

Impacto de la patada del kárate: una revisión narrativa

Resumen

El objetivo de la revisión narrativa fue explicar la biomecánica de algunas patadas del kárate que la literatura científica ha establecido como de fuerza de impacto. Los artículos para la revisión narrativa fueron seleccionados del Google Scholar, Research Gate y PubMed. La fuerza del impacto de la patada fue la siguiente: mawashi geri con 2721,96 Newtons (N), yoko geri kekomi con 1262,51 N, mae geri con 1208,69 N y el kizami mawashi geri con 107,2 N.

Para un mejor análisis se incluyeron las fuerzas de impacto de cada golpe, el oi zuki con 6884 N, el gyaku zuki con 3501,93 N y el kizami zuki con 166,3 N. El oi zuki tuvo un mayor impacto porque todo el cuerpo está involucrado en el desplazamiento hacia adelante o hacia atrás, lo cual es respondido por la segunda ley de Newton a través de la mayor masa de este golpe. El mawashi geri ($115,8 \text{ m/s}^2$) y el yoko geri kekomi ($106,3 \text{ m/s}^2$) tuvieron una mayor fuerza de impacto debido a la mayor aceleración lineal, que se explica por la segunda ley de Newton. En conclusión, la biomecánica es importante para comprender el impacto de la patada.

Palabras claves: Lucha, Deportes, Entrenamiento, Técnica deportiva.

Kick impact of the karate: a narrative review

Abstract

The objective of the narrative review was to explain the biomechanics of some karate kicks that the scientific literature established the impact force. Articles for the narrative review were selected from Google Scholar, Research Gate and PubMed. The impact force of the kick was as follows: mawashi geri with 2721.96 Newtons (N), yoko geri kekomi with 1262.51 N, mae geri with 1208.69 N, and kizami mawashi geri with 107.2 N.

For a better analysis, the impact forces of each punch were included, the oi zuki with 6884 N, the gyaku zuki with 3501.93 N, and the kizami zuki with 166.3 N. The oi zuki had a greater impact because the entire body is involved in the forward or backward displacement,

which is answered by Newton's 2nd law through the greater mass of this punch. The mawashi geri (115.8 m/s²) and the yoko geri kekomi (106.3 m/s²) had a greater impact force because of the higher linear acceleration which is answered for by Newton's 2nd law. In conclusion, biomechanics is important for understanding kick impact.

Keywords: Fight, Sports, Training, Sports technique.

Introdução

A biomecânica utiliza a física e a matemática para análise do movimento humano (Zatsiorsky, 2004). A biomecânica é composta pela mecânica que possui dois sub-ramos, a estática para investigar o movimento constante (em repouso, sem movimento) e a dinâmica, para estudar o sistema em movimento através da cinemática e da cinética (Arus, 2018). A cinética pesquisa a força que provoca o movimento, podendo ser investigada pela 2ª lei de Newton (lei da aceleração) que estabelece a força através da massa (m) em quilogramas (kg) vezes a aceleração linear (a) em metros por segundo quadrado (m/s²), fornecendo o resultado em Newtons (N) (Silvestre e Teixeira, 2022). Portanto, através da 2ª lei de Newton (Força do Impacto do Golpe = m em kg . a em m/s² = ? N) é possível estabelecer a força do impacto do soco, da cotovelada, do chute, da joelhada e de outras partes do corpo do lutador de karatê. O karatê é uma luta de alta velocidade, seus golpes ocorrem em poucos segundos e/ou centésimos durante o combate, predominando a força rápida e o metabolismo anaeróbio alático (Franchini, 2023). Esse ataque em alta velocidade do karateca geralmente é através do soco e/ou do chute, sendo feito com o kime (kime é a contração isométrica no fim do golpe) para ocasionar alta força do impacto que pode desencadear lesão no oponente ou causar a morte (Doornkamp et al., 2024). Como o ataque do karatê pode ser devastador, existe a expressão ikken hissatsu nessa luta que significa matar o oponente com um único golpe (Nakayama, 2012a).

Por esse motivo no karatê esportivo os lutadores usam protetor bucal e conforme o estilo e a federação, os competidores utilizam luva e protetor de tronco para evitar lesão (Marques Junior, 2023a). O chute quando bem efetuado pelo karateca pode ocasionar um diferencial durante o combate porque essa técnica ofensiva costuma ter mais impacto do ataque (Marques Junior, 2021). Um dos motivos do mais elevado impacto do chute é por causa da maior massa dos membros inferiores quando comparado ao soco que possui menor massa dos membros superiores, esse ocorrido é explicado pela 2ª lei de Newton (Venkatraman e Nasiriavanaki, 2019). Recentemente foi escrito um artigo sobre a força do impacto dos socos mais usados do karatê (Marques Junior, 2023b), mas sobre o chute existem menos trabalhos no karatê sobre a força do impacto dessa técnica ofensiva (Robalino et al., 2024). Então, um artigo sobre esse tema é importante para essa luta. O objetivo da revisão

narrativa foi explicar a biomecânica de alguns chutes do karatê que a literatura científica estabeleceu a força do impacto.

Metodologia

Os artigos para a revisão narrativa foram selecionados no Google Acadêmico, no Research Gate e na PubMed com as palavras chaves em inglês karate, karate kick e karate kick impact. Os artigos foram selecionados de 2023 a janeiro de 2025, somente foram incluídos trabalhos sobre a biomecânica do karatê durante o impacto do chute. Nas três bases de dados foram selecionados 1000 artigos, mas foram incluídos na revisão 10 artigos (Corcoran et al., 2024; Góra et al., 2024; López et al., 2022; Marques Junior, 2021, 2022, 2023b; Mudric e Rankovic, 2016; Robalino et al., 2024; Saulite et al., 2024; Venkatraman e Nasiriavanaki, 2019). Também foram utilizados livros e artigos de biomecânica (Arus, 2018; Bonilla, 2018; Costa, 1996; Hall, 1993; Okuno e Fratin, 2003; Oliveira et al., 2011; Rasch, 1991; Sam, 2021; Silvestre e Teixeira, 2022; Zatsiorsky, 2004; Zatsiorsky e Prilutsky, 2012 – total de 11 obras) e de karatê (Berti et al., 2019; Benosmane, 2021; Cabrera et al., 2020; Doews et al., 2022; Doornkamp et al., 2024; Ferreira et al., 2014; Fernández et al., 2013; Franchini, 2023; Gianino et al., 2010; Hariri e Sadeghi, 2018; Irawan et al., 2021; Jung e Park, 2022; Laird e McLeod, 2009; Majolero et al., 2013; Marques Junior, 2011a, 2011b, 2015, 2023a; Marques

Junior et al., 2022; Masic, 1987; Merk e Resnick, 2021; Mudric et al., 2015; Nakayama, 2012a, 2012b; Piemontez, 2012; Piemontez, 2013; Rahimi et al., 2022; Rakita et al., 2018; Rodrigues et al., 2022; Wasik, et al., 2023; Wojciech et al., 2018 – total de 31 obras). Os idiomas das referências utilizadas na revisão narrativa foram inglês, espanhol e português.

Biomecânica da Força do Impacto do Chute

Os estudos da biomecânica do ataque do karatê (com soco e chute) costumam ter uma certa limitação, as investigações foram conduzidas no laboratório e a maioria das pesquisas detectaram a força do impacto do golpe sem kiai. O kiai é um grito efetuado pelo karateca no fim do ataque para gerar maior força do impacto do golpe ou no fim da defesa para ocasionar maior força da tarefa defensiva (Berti et al., 2019; Nakayama, 2012b). Nos estudos científicos foram evidenciados que o kiai causa maior força do impacto do golpe e mais alta velocidade linear do ataque (Masic, 1987), também foi evidenciado que o kiai gera salto vertical mais elevado e mais breve tempo de reação do soco e do chute (Rodrigues et al., 2022). A biomecânica estuda o chute dos esportes de combate através da física, aplicando a cinemática (estuda o movimento em relação ao tempo) e a cinética (estuda as forças do

movimento) que pertencem a mecânica para compreender esse ataque do lutador (Merk e Resnick, 2021). Através da biomecânica é possível detectar como o chute é efetuado baseado na física, a biomecânica (Doewes et al., 2022). A qualidade do chute depende do membro inferior que efetua o chute, do membro inferior que está no solo e dá movimentação da pelve (conhecido como quadril no karatê) (Jung e Park, 2022; Nakayama, 2012a).

O karatê shotokan JKA e tradicional os chutes que efetuaram mais pontos no ataque foram o mae geri (chute frontal) e o mawashi geri (chute semicircular) ou um desses chutes seguido do oi zuki (soco com deslocamento para frente) (Marques Junior et al., 2022). Apesar de não ser realizados pelos karatecas da JKA e tradicional, o mawashi geri pode ser usado na antecipação e no contra-ataque e o yoko geri kekomi (chute lateral no tronco) ou o kizami yoko geri kekomi (chute lateral no tronco com a perna da frente da base) pode ser aplicado no ataque e na antecipação do ataque do oponente (Nakayama, 2012b). Marques Junior et al. (2022) detectaram que no karatê shotokan olímpico os chutes que praticaram mais pontos no ataque e no contra-ataque foram o mawashi geri e o ura mawashi geri (chute semicircular com o calcanhar). Em outros estilos de karatê (wado ryu, shito ryu e wado kai), os karatecas efetuaram mais pontos com o mawashi geri e em segundo na prática de pontos foi realizado pelo ushiro mawashi geri (chute com giro de 360°) no estilo wado ryu (Laird e McLeod, 2009).

O chute é muito importante para o lutador de karatê, ele costuma ter maior impacto do ataque quando comparado ao soco, um dos motivos desse ocorrido é a maior massa dos membros inferiores (Venkatraman e Nasiriavanaki, 2019). Essas afirmações foram evidenciadas quando calculamos o percentual (%) da massa do membro superior do soco e do membro inferior do chute em relação a massa corporal total (Okuno e Fratin, 2003). O percentual da massa do membro superior que praticou o soco é composta pelo braço com 2,6%, pelo antebraço com 1,6% e pela mão com 0,7% (Oliveira et al., 2011). Enquanto o membro inferior que realizou o chute é constituído pela coxa com 10,3%, pela perna com 4,3% e pelo pé com 1,5%. Para calcular a massa desses segmentos, basta multiplicar a massa corporal total do karateca pelo percentual de cada parte do corpo e depois dividir por 100 (Oliveira et al., 2011). Em seguida, deve somar esses valores. Por exemplo, um karateca de 100 kg tem uma massa de 4,9 kg do membro superior que fez o soco ($\text{Braço} = 100 \text{ kg} \cdot 2,6\% / 100 = 2,6 \text{ kg}$, $\text{Antebraço} = 100 \text{ kg} \cdot 1,6\% / 100 = 1,6 \text{ kg}$ e $\text{Mão} = 100 \text{ kg} \cdot 0,7\% / 100 = 0,7 \text{ kg}$, $\text{Braço} = 2,6 + 1,6 + 0,7 = 4,9 \text{ kg}$) e uma massa de 16,1 kg do membro inferior que praticou o chute - Obs.: foi feito o mesmo cálculo do membro superior. Então, conforme o valor da aceleração linear em metros por segundo quadrado (m/s^2) do soco e do chute, um dos golpes vai ter maior força em Newtons (N) (Zatsiorsky, 2004). Caso a aceleração seja próxima do soco e do chute, a maior massa do membro inferior que fez o chute tende ocasionar uma maior força em N, consequentemente esse ataque vai acarretar uma maior força do impacto.

Esse ocorrido é explicado pela 2ª lei de Newton, a lei da aceleração – Força = massa em kg . aceleração linear em $m/s^2 = ? N$ (Silvestre e Teixeira, 2022).

Os chutes são desferidos na luta conforme a necessidade do karateca, podendo ser no ataque – é o mais comum, na antecipação, na defesa – comum com o mikazuki geri que é um chute semicircular realizado no 5º kata do karatê shotokan e no contra-ataque. Cada chute possui as suas características em relação a cinemática e a cinética, sendo exposto na tabela 1. Lembrando, o chute kizami mawashi geri é efetuado com o membro inferior da frente da base e também foram expostos os dados dos socos para futura análise. Os dados de Wasik et al. (2023) que se encontram na tabela 1 sobre o chute lateral no tronco e do chute semicircular foram efetuados por lutadores de taekwondo (TKD), esse chute do TKD possui a mesma técnica do yoko geri kekomi do karatê e similar técnica do mawashi geri do karatê. Foi tomado esse procedimento porque não foi encontrado estudo sobre esse tema e o TKD foi criado baseado no karatê. Os resultados da tabela 1 de Saulite et al. (2024) sobre o yoko geri kekomi (é o chute lateral no tronco) foi extraído do kick boxe porque não foi encontrada pesquisa e essa luta foi criada no boxe e no karatê.

Tabela 1. Dados de cada ataque do karatê com a respectiva referência.

Ataque	Mais Usado	Velocidade Linear	Tempo de Execução	Força do Impacto	Aceleração Linear
Mae geri (chute frontal)	ataque Marques Junior et al. (2022)	19,3 m/s Marques Junior (2015)	0,21 s Marques Junior (2015)	1208,69 N Marques Junior (2022)	78 m/s^2 Gianino (2010)
Mawashi geri (chute semicircular)	Ataque, antecipação e contra-ataque Nakayama (2012b)	11 m/s Marques Junior (2022)	0,25 s Mudric e Rankovic (2016)	2721,96 N Robalino et al. (2024)	115,8 m/s^2 Wasik et al. (2023)
Kizami mawashi geri (chute semicircular com a perna da frente da base)	Ataque e antecipação Nakayama (2012b)	6,9 m/s López et al. (2022)	0,37 s López et al. (2022)	107,2 N López et al. (2022)	6,7 m/s^2 López et al. (2022)
Yoko geri kekomi (chute lateral no tronco)	Ataque e antecipação Nakayama (2012b)	9,9 m/s Marques Junior (2015)	0,24 s Marques Junior (2015)	1262,51 N Saulite et al. (2024)	106,3 m/s^2 Wasik et al. (2023)
Kizami zuki (soco com a mão da frente da guarda)	ataque Marques Junior et al. (2022)	9,8 m/s Marques Junior (2015)	0,11 s Marques Junior (2015)	166,3 N Mudric e Rankovic (2016)	-

Oi zuki (soco com deslocamento para frente)	Ataque de longa distância Marques Junior et al. (2022)	12,64 m/s Marques Junior (2015)	0,16 s Marques Junior (2015)	6884 N Marques Junior (2022)	49 m/s ² Gianino (2010)
Gyaku zuki (soco com a mão de trás da guarda)	Ataque, antecipação e contra-ataque Marques Junior et al. (2022)	14 m/s Marques Junior (2015)	0,15 s Marques Junior (2015)	3501,93 N Marques Junior (2015)	63 m/s ² Gianino (2010)

Abreviatura: m/s – metros por segundo, s – segundos, N – Newtons e m/s² – metros por segundo quadrado.

Os dados da tabela 1 confirmaram o informado na literatura, geralmente o chute do karateca que é efetuado com o membro inferior de trás da base é mais veloz do que o membro inferior da frente da base, isso ocorre porque o membro inferior de trás do lutador desenvolve maior velocidade linear e aceleração angular (Marques Junior, 2011a, 2021). Outra curiosidade, o chute no tronco é mais veloz do que o chute no rosto, o motivo é a maior velocidade linear desenvolvida pelo chute no tronco (Marques Junior, 2015). Logo, conforme o momento na luta o karateca deve utilizar uma maneira de chute de acordo com a velocidade linear.

O nível de força dos membros inferiores, principalmente a força rápida, é importante para a execução do chute e do soco do karateca. Por esse motivo é indicado musculação e pliometria para os membros inferiores dos karatecas, visando otimizar a qualidade do ataque do lutador de karatê. Fernández et al. (2013) detectaram que os karatecas com maior salto vertical com contramovimento (SV) (SV de 46,4±4,2 cm dos karatecas internacionais e SV de 38±4,67 cm dos karatecas nacionais) tinham maior velocidade linear (V_{linear}) em metros por segundo (m/s) do mae geri (V_{linear} de 19,3±1,49 m/s dos karatecas internacionais e V_{linear} de 18,2±0,96 m/s dos karatecas nacionais). Em outro estudo similar, foi estabelecido durante a prática do mae geri que o membro inferior dominante (MID) tinha maior velocidade linear em quilômetros por hora (km/h) e menor tempo de execução em milésimos de segundos (ms) do que o membro inferior não dominante (MI_{nãoD}) (MID com 19,8±1,9 km/h e 264,85±28,14 ms; MI_{nãoD} com 19,6±1,4 km/h e 274,69±18,40 ms) (Majolero et al., 2013). Majolero et al. (2013) ainda identificaram correlação (r) significativa ($p \leq 0,01$) entre o salto vertical com contramovimento (SV) em centímetros (cm) e a velocidade linear em km/h do mae geri ($r = 0,76$ da perna dominante e $r = 0,71$ da perna não dominante) e entre o SV em cm e o tempo de execução em ms do mae geri ($r = -0,80$ da perna dominante e $r = -0,74$ da perna não dominante). Então, é conclusivo afirmar sobre o estudo de Majolero et al. (2013), que a maior força dos membros inferiores ocasiona um mae geri com maior velocidade linear e menor tempo de execução. Esse tipo de estudo merece ser conduzido nos outros chutes do karatê.

Um conteúdo da biomecânica que está relacionada com a velocidade (linear e angular) do chute e com o tempo de execução desse golpe é a alavanca (Arus, 2018). A alavanca é uma barra rígida que se movimenta fixada em um eixo por causa de uma força (Bonilha, 2018). No corpo humano a barra rígida é o osso, o eixo é a articulação e a força são os músculos que através do tendão movimentam o osso que está fixado na articulação. Então, quanto menor a alavanca do membro inferior do karateca, maior é a velocidade (linear e angular) e em menor tempo ocorre esse ataque (Piemontez, 2012). Em geral, o soco é praticado em menor tempo do que o chute por causa da menor alavanca, essa afirmação foi evidenciada na figura 1. Em relação ao chute, o maior comprimento do membro inferior (maior alavanca) do karateca ocasiona uma maior massa, isso costuma proporcionar uma maior força do impacto do chute do lutador (Ferreira et al., 2014). Além da maior alavanca (do membro superior e do membro inferior) permitir que o lutador faça um combate em longa distância, ainda possibilita que o alvo seja acertado em longa distância com poucas ações, sendo benéfico a prática do oi zuki quando o karateca possui elevada estatura e a mesma vantagem essa condição antropométrica favorece na realização do mae geri e do mawashi geri (Rakita et al., 2018).

A figura 1 e 2 apresenta dados extraídos da tabela 1. É possível observar na figura 1 que o mae geri é o chute com maior velocidade linear e com menor tempo de execução entre os chutes. Em relação ao soco, o gyaku zuki é o soco com mais elevada velocidade linear e o segundo ataque com menor tempo de execução. Então, conforme o momento da luta o karateca merece utilizar o mae geri e/ou o gyaku zuki por causa das características desses ataques.

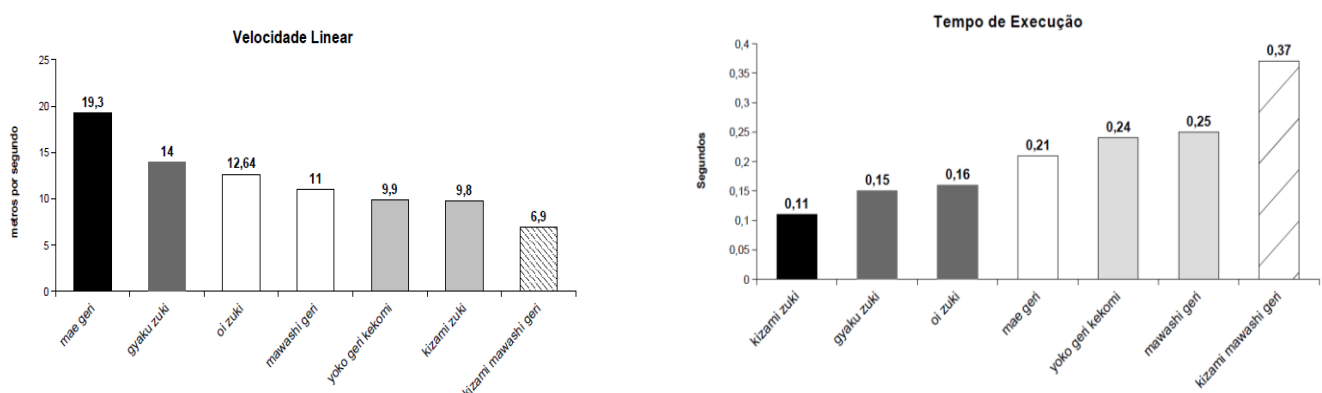


Figura 1.
Velocidade linear e tempo de execução do ataque (Elaborado pelo autor com os dados da tabela 1).

Anteriormente nesse artigo foi informado que o chute do karatê costuma ter maior força de impacto do ataque do que o soco, um dos motivos é por causa da maior massa dos membros inferiores (Venkatraman e Nasirivanaki, 2019). Essas afirmações foram evidenciadas na revisão sistemática de Marques Junior (2021), a força de impacto do soco masculino (boxe e taekwondo ou TKD) foi de 1659,2 a 4800 Newtons (N) e do chute do mesmo gênero (TKD e yongmudo) foi de 3568 a 6393 N. No feminino, o mesmo artigo detectou um impacto do soco do boxe de 848,4 a 1170,7 N e do chute do TKD de 965,3 a 2490,3 N. Portanto, o chute causou maior impacto no masculino e no feminino. Entretanto, os dados da tabela 1 desse artigo foram contrários ao esperado na literatura, a figura 2 apresenta esses resultados.

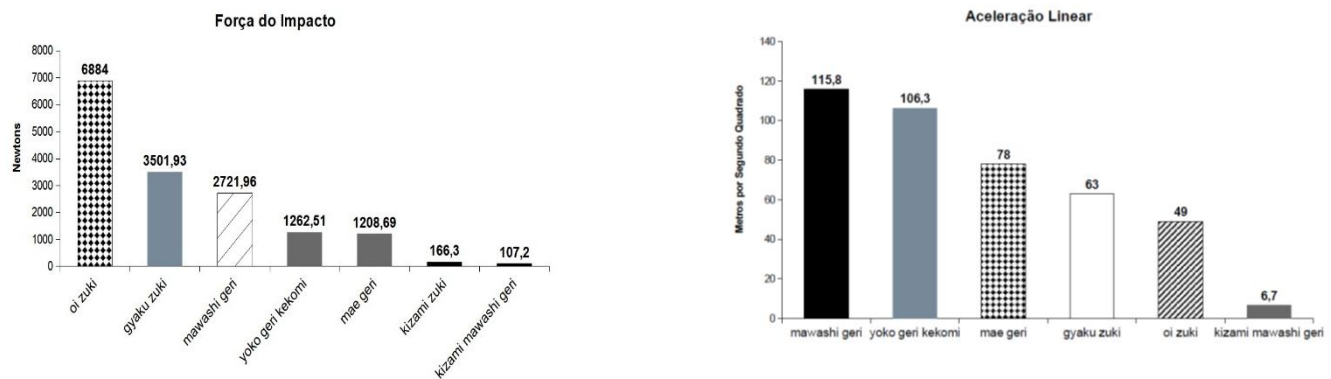


Figura 2. Força do impacto e da aceleração linear do ataque (Elaborado pelo autor com os dados da tabela 1).

A força do impacto do soco e do chute do karatê é explicada pela 2ª lei de Newton, onde Força = massa kg. aceleração linear em $m/s^2 = ?$ N (Silvestre e Teixeira, 2022). O soco oi zuki e gyaku zuki tiveram uma das últimas acelerações lineares, mas ambos obtiveram as mais altas forças de impacto do golpe – ver figura 2. Um dos motivos desse ocorrido é por causa da massa, ambos os socos utilizam todo o corpo para fazer o golpe, o soco não é somente efetuado com o membro superior. Durante o oi zuki e o gyaku zuki acontece a participação do membro inferior, da pelve (chamado de quadril no karatê), do membro superior do hiki-te e do membro superior do soco (Nakayama, 2012a). O oi zuki possui maior força do impacto porque na base zenkutsu dachi toda a massa do karateca se desloca para frente ou para trás com intuito de efetuar o soco (Marques Junior, 2022).

Então, o cálculo da massa do oi zuki e do gyaku zuki em relação a massa corporal total fica da seguinte maneira em um karateca de 100 kg (Oliveira et al., 2011): membro inferior (coxa com 10,3%, perna com 4,3% e pé com 1,5%, Coxa = $100 \text{ kg} \cdot 10,3\% / 100 = 10,3 \text{ kg}$, o mesmo cálculo foi feito para a perna e pé, Membro Inferior = $10,3 \text{ kg}$ da coxa +

4,3 kg da perna + 1,5 kg do pé = 16,1 kg), tronco (atua na rotação da pelve, tronco com 50,7%, Tronco = $100 \text{ kg} \cdot 50,7\% / 100 = 50,7 \text{ kg}$), membro superior do soco e do hiki-te (braço com 2,6%, antebraço com 1,6% e mão com 0,7%, fazendo o mesmo cálculo das outras regiões anatômicas temos o membro superior com 4,9 kg, mas é multiplicado por 2 porque ambos os membros superiores atuam no soco, sendo 9,8 kg) e a cabeça no oi zuki por causa do deslocamento para frente do karateca (cabeça com 7,3%, sendo 7,3 kg). Somando os valores temos a seguinte massa do soco: oi zuki com 83,9 kg (Massa do Oi Zuki = 16,1 kg do membro inferior + 50,7 kg do tronco + 9,8 kg dos membros superiores + 7,3 kg da cabeça = 83,9 kg) e gyaku zuki com 76,6 kg – são as mesmas somas do oi zuki, mas sem a cabeça.

O mawashi geri e o yoko geri kekomi tiveram a mais elevada força do impacto do chute e ficaram atrás nesse quesito somente do oi zuki e do gyaku zuki – ver figura 2. Uma das explicações do maior impacto do mawashi geri e do yoko geri kekomi em relação ao mae geri e ao kizami mawashi geri, foi por causa da maior aceleração linear. Mas ambos os chutes tiveram menor massa (massa de 82,9 kg) do que o oi zuki (massa de 83,9 kg), por esse motivo atingiram menor impacto. O mawashi geri e o yoko geri kekomi os dois membros inferiores participam do golpe, um no chute e outro no solo, e ainda tem a participação da pelve (conhecido por quadril no karatê) que atua no chute e ocasiona movimentação do tronco (Chute = $[(10,3 \text{ kg da coxa} + 4,3 \text{ kg da perna} + 1,5 \text{ kg do pé}) \cdot 2] + 50,7 \text{ kg do tronco} = 82,9 \text{ kg}$) (Nakayama, 2012a; Oliveira et al., 2011). Porém, ambos chutes tiveram maior massa (massa de 82,9 kg) e aceleração linear (mawashi geri com $115,8 \text{ m/s}^2$ e yoko geri kekomi com $106,3 \text{ m/s}^2$) do que o gyaku zuki (massa de 76,6 kg e aceleração linear de 63 m/s^2), não sendo possível compreender pela 2ª lei de Newton o menor impacto do ataque de ambos chutes em relação ao gyaku zuki. Talvez isso pode acontecer porque alguns estilos de karatê usam mais o soco, tornando o membro superior mais treinado do que o membro inferior que faz o chute.

Observando a figura 1, o gyaku zuki (14 m/s) teve maior velocidade linear do que o mawashi geri (11 m/s) e do que o yoko geri kekomi (9,9 m/s), talvez esse resultado seja um dos motivos da maior força do impacto desse soco em relação a esses dois chutes. A massa de todos os chutes estudados foi de 82,9 kg, sendo estabelecido por cálculo matemático – foi explicado anteriormente (Oliveira et al., 2011). Um dos motivos da maior força do impacto do mawashi geri ($115,8 \text{ m/s}^2$) e do yoko geri kekomi ($106,3 \text{ m/s}^2$) foi a maior aceleração linear quando comparado com os outros chutes (mae geri com 78 m/s^2 e kizami mawashi geri com $6,7 \text{ m/s}^2$) que é respondido pela 2ª lei de Newton - ver figura 2.

Os chutes explicados baseados na biomecânica foram o mae geri e o mawashi geri porque foram achados estudos sobre essas técnicas e foi apresentado a força do impacto desses chutes ver tabela 1, mas o yoko geri kekomi não foi ensinado porque não foi encontrado evidências científicas sobre essa tarefa ofensiva. Lembrando, durante a prática

desses ataques o kiai e a respiração são efetuados igual ao que foi escrito no artigo sobre o impacto do soco de Marques Junior (2023b). A execução do mae geri vai ser explicada na base de luta, também conhecida por base livre. O início do mae geri acontece com a participação de três movimentos simultâneos para gerar maior velocidade e força no golpe, sendo através do membro inferior da frente da base livre que atua apoiado no solo, da movimentação da pelve e do membro inferior de trás da base livre que faz o chute. O membro inferior de apoio no solo no início do mae geri acentua a flexão do joelho e do quadril e ainda ocorre uma dorsiflexão pronunciada do tornozelo (Mudric et al., 2015). Essa flexão do joelho ocasiona dois vetores de força, formando um paralelograma (Okuno e Fratin, 2003; Silvestre e Teixeira, 2022). Onde o quadríceps (Q) efetua uma força pela ação muscular excêntrica e o tendão patelar (T) realiza outra força, então a força resultante Q e T atuam como uma força de compressão na articulação patelofemoral, quanto mais acentuada for a flexão do joelho maior será a força de compressão na articulação patelofemoral, isso pode gerar desgaste patelar ao longo dos anos (Bonilla, 2018; Costa, 1996). Entretanto, para essas afirmações do desgaste patelar serem conclusivas com a prática do mae geri merecem estudos científicos o mais breve possível.

Continuando explicar o início do mae geri, o pé do membro inferior de apoio no solo que está situado na frente da base livre merece estar bem fixado no piso para o karateca fazer força contra o solo como se estivesse “puxando” todo o corpo do lutador para frente (é a ação) visando que o piso empurre o karateca para frente (é a reação), é a 3ª lei de Newton (Benosmane, 2021). A força do pé contra o solo no início do mae geri está em torno de 1295,66 a 1462,06 Newtons (Wojciech et al., 2018). Ao mesmo tempo das ações do membro inferior de apoio no solo, o karateca faz rotação da pelve para tronco ficar de frente (antes ele estava de lado) e báscula anterior da mesma para gerar maior velocidade e força do chute e o membro inferior de chute pratica flexão do quadril e do joelho (Marques Junior, 2022). A flexão do joelho visa um menor momento de inércia da flexão do quadril, ou seja, o joelho estando flexionado o quadril realiza uma flexão com maior velocidade angular porque parte da massa do membro inferior com a flexão do joelho fica próximo do eixo de rotação do quadril proporcionando menos esforço dessa ação (Zatsiorsky, 2004). Durante a prática de todos esses movimentos no início do mae geri a guarda do karateca merece ser alta para proteger o rosto e o tronco do lutador. Em seguida, o karateca começa efetuar o chute com a guarda alta. Nesse momento o pé do membro inferior de apoio no solo empurra o piso para transferir essa força para o chute, é a 3ª lei de Newton (Benosmane, 2021).

Nesse momento a força do pé contra o piso desse membro inferior de apoio no solo está em torno de 1024,30 a 1025,55 Newtons (Wojciech et al., 2018). Ao mesmo tempo desse movimento, a pelve continua efetuar báscula anterior e o membro inferior de chute realiza extensão do quadril e do joelho para fazer o chute. O tornozelo o lutador faz flexão plantar

para o pé ter contato com o alvo através da extensão dos dedos e com a parte anterior do solado do pé. Após o chute, o karateca deve recolher o membro inferior que fez o mae geri o mais veloz possível, fazendo flexão do joelho, extensão do quadril e báscula posterior da pelve, caindo suavemente com os pés no solo (Nakayama, 2012a).

Os músculos biarticulares atuam em dois movimentos e permitem uma economia de energia para realizar a ação (Rasch, 1991). Os músculos biarticulares presentes no membro inferior de chute do mae geri são o reto femoral que é um dos músculos do quadríceps (atua na flexão do quadril e na extensão do joelho), os posteriores da coxa (bíceps femoral, semitendinoso e semimembranoso atuam na flexão do joelho e na extensão do quadril) e o gastrocnêmio (atua na flexão do joelho e na flexão plantar) (Zatsiorsky e Prilutsky, 2012). Portanto, no início do mae geri o membro inferior de chute faz flexão do quadril (reto femoral) e flexão do joelho (bíceps femoral, semitendinoso, semimembranoso e gastrocnêmio), nesse momento estão presentes 5 músculos biarticulares. Quando o karateca está fazendo o mae geri o membro inferior de chute pratica extensão do quadril (bíceps femoral, semitendinoso e semimembranoso), extensão do joelho (reto femoral) e flexão plantar (gastrocnêmio), sendo acionado 5 músculos biarticulares. O início do mae geri e durante a execução desse chute ocorre o movimento convergente em relação a ação muscular dos músculos biarticulares, ou seja, enquanto acontece a contração muscular concêntrica também é feito pelo mesmo músculo ação muscular excêntrica, isso foi evidenciado no reto femoral e nos posteriores da coxa (bíceps femoral, semitendinoso e semimembranoso) (Rasch, 1991). Essa ação simultânea do músculo biarticular de fazer ação muscular concêntrica e excêntrica parece que pode interferir na força contrátil porque a musculatura não encurta totalmente, uma parte do músculo está alongada (excêntrica) e outra região encurtada (concêntrica) (Hall, 1993; Rasch, 1991). A tabela 2 apresenta esse resultado.

Tabela 2. Movimentos convergentes durante a prática do mae geri.

Músculo	Início do Mae Geri
Reto femoral	flexão do joelho (ação muscular excêntrica) e flexão do quadril (contração concêntrica)
Posteriores da coxa (bíceps femoral, semitendinoso e semimembranoso)	flexão do quadril (ação muscular excêntrica) e flexão do joelho (contração concêntrica)
Músculo	Execução do Chute Mae Geri
Reto femoral	extensão do joelho (contração concêntrica) e extensão do quadril (ação excêntrica)
Posteriores da coxa (bíceps femoral, semitendinoso e semimembranoso)	extensão do quadril (contração concêntrica) e extensão

O mawashi geri é iniciado pelo membro inferior de trás da base livre através da rotação da pelve e da rotação interna do quadril, estando o joelho flexionado para gerar menor momento de inércia e ocasionar maior velocidade angular do quadril (Cabrera et al., 2020). A rotação da pelve costuma ser com alta velocidade angular no início e durante o chute, essa ação da pelve transfere força (torque) e velocidade para a extensão do joelho no momento do chute (Rahimi et al., 2022). Talvez seja necessária alta velocidade angular da pelve durante a rotação para compensar o menor torque da rotação interna do quadril quando comparado com os outros movimentos dessa região anatômica (Marques Junior, 2022). O membro inferior da frente da base livre de apoio no solo no início do mawshi geri efetua rotação externa do quadril, o joelho continua em flexão e o tornozelo permanece em dorsiflexão porque na base livre eles estavam nesse posicionamento. A guarda do karateca merece ser alta no início, durante e no fim do chute para proteger o lutador de um contra-ataque. O mawashi geri no momento do chute continua a rotação da pelve e a rotação interna do quadril e o lutador faz extensão do joelho e o contato do pé no alvo é com o dorso ou com a ponta dos pés (Marques Junior, 2011a). Quando o karateca faz extensão do joelho no mawashi geri o quadríceps faz essa ação, mas foi descoberto recentemente um novo músculo no quadríceps, o tensor vasto intermédio (Sam, 2021), então o quadríceps merece ser denominado de quintríceps. Enquanto o membro inferior de apoio no solo, ele continua fazer as mesmas ações do início do chute. Uma curiosidade, o mawashi geri costuma ter mais impacto quando o karateca possui maior membro inferior devido a maior massa ($\text{Força} = \text{massa} \cdot \text{aceleração linear} = ? \text{ Newtons}$) e os lutadores com menor membro inferior geralmente possuem mais elevada velocidade linear por causa da menor alavanca (Hariri e Sadeghi, 2018; Irawan et al., 2021). Após o chute, o karateca merece recolher o membro inferior o mais veloz possível, mas geralmente a velocidade linear do retorno do membro inferior é mais lenta do que o momento do chute (Piemontez et al., 2013). Entretanto, um pesquisador recomendou uma nova técnica de chute e de recolha do membro inferior do mawashi geri, detalhes veja Marques Junior (2011b).

Discussão

A força do impacto de alguns chutes do karatê (mawashi geri, yoko geri kekomi, mae geri e kizami mawashi geri) foi de 107,2 a 2721,96 Newtons (N). Esses achados da força do impacto o chute do karatê forma inferiores quando comparados ao chute lateral (yeop tchagui com $4591,94 \pm 1319,49 \text{ N}$) e com giro de 360° (dollyo tchagui com $2785,37 \pm 576,36 \text{ N}$) do taekwon-dô (TKD) (Góra et al., 2024). Talvez essa diferença da força do impacto do chute ocorra porque o TKD a ênfase na luta é o chute, e no karatê, depende do estilo.

Entretanto, na revisão de Corcoran et al. (2024), os pesquisadores detectaram a força do impacto do chute lateral de 461,8 a 9015 N (similar ao yoko geri), do chute frontal de 466,6 a 7790 N (similar ao mae geri) e do chute com giro de 180° de 562,4 a 8569 N (similar ao ushiro geri) de quatro esportes de combate (TKD, karatê, kick boxe e boxe tailandês). Em outra revisão, foi informado que a luta coreana yongmudo o chute semicircular (bandal tchagui) atingiu uma força do impacto de 6393 N (Marques Junior, 2021). Em todas as referências da discussão, a força do impacto do chute foi superior ao do karatê dessa revisão narrativa.

Em conclusão, a força do impacto do chute está relacionada com o tipo de luta (usa mais ou menos chute), com tipo de chute (lateral, frontal etc), com a massa do lutador, com a aceleração linear do lutador, com a qualidade técnica do chute, com o tempo de prática no esporte de combate, com o uso adequado do kiai ao fazer o chute e com a especialidade do lutador no tipo de técnica de chute. Entretanto, apesar dessas conclusões, parece que os karatecas precisam melhorar a técnica do chute e fazer mais treino de força (musculação e pliométrica) para os membros inferiores porque geralmente o karatê possui menor força do impacto do chute do que a maioria dos esportes de combate.

Conclusões

O desempenho do chute depende de qual membro inferior da base faz o golpe (frente ou trás), da direção do chute (tronco ou rosto), da força rápidas dos membros inferiores, da massa dos membros inferiores, do tamanho da alavanca do membro inferior, do tipo de chute (mae geri, mawashi geri etc), do treinamento técnico, físico e tático efetuado pelo karateca. Entretanto, essa revisão só conseguiu analisar alguns chutes do karatê no solo e ainda faltaram os chutes dessa luta com salto. Através dos resultados da figura 1 e 2, parece que o mawashi geri (é o chute semicircular) é o melhor chute do karatê, mas conforme o momento da luta, o mae geri (é o chute frontal) é um chute interessante para ser aplicado porque é de fácil execução, possui maior velocidade linear e menor tempo de execução. Esses dois chutes, o mawashi geri e o mae geri, são os chutes que mais fazem ponto no karatê shotokan JKA e tradicional. Em conclusão, a biomecânica é importante para o entendimento da força do impacto do chute do karatê.

Referências

Arus, E. (2018). *Biomechanics of human motion: applications in the martial arts*. 2nd ed. New York: Taylor & Francis.

Benosmane, A. (2021). Monitoring of the center of pressure in unipedal support in karate. *JSSTPA*, 18(1), 292-307.

Berti, B., Momi, D., Sprungnoli, G., Neri, F., Bonifazi, M., Rossi, A., Muscettola, M., Benocci, R., Samtarnechi, E., e Rossi, S. (2019). Peculiarities of functional connectivity – including cross-modal patterns in professional karate athletes: correlations with cognitive and motor performances. *Hindawi*, -(), 1-15.

Bonilla, Y. (2018). *Biomecánica: de la física mecánica al análisis de gestos deportivos*. Bogotá: USTA.

Cabrera, L., González, Z., Arévalos, R., e Viladón, R. (2020). Análisis biomecánico de la patada mawashi geri jodan en al kárate-do. *Podium*, 15(1), 111-126.

Corcoran, D., Climstein, M., Whitting, J., e Vecchio, L. (2024). Impact force and velocities for kicking strikes in combat sports: a literature review. *Sports*, 12(74), 1-17.

Costa, M. (1996). *Ginástica localizada*. Rio de Janeiro: Sprint.

Doormkamp, R., Winden, D., Jitta, D., e Buiten, M. (2024). Karate kick – induced myocardial contusion. *BMJ*, 17(-), 1-5.

Doewes, R., Elumalai, G., e Azmi, S. (2022). Biomechanics analysis on jejag kick of pencak silat. *JPTCP*, 29(4), 116-125.

Fernández, C., Majolero, V., Rodríguez, J., e González, C. (2013). Diferencias en el salto vertical y la velocidad de patada mae geri entre karatekas internacionales y nacionales. *RAMA*, 8(1), 13-20.

Ferreira, L., Martins, A., Piemontez, G., Domenech, S., Gevaerd, M., Bonilla, A., e Junior, N. (2014). Influência das características antropométricas sobre o impulso e tempo de execução do chute giro dorsal do karatê. *Revista de Educação Física/UEM*, 25(1), 33-43.

Franchini, E. (2023). Energy system contributions during Olympic combat sports: a narrative review. *Metabolites*, 13(297), 1-12.

Gianino, C. (2010). Physics of karate. Kinematics analysis of karate techniques by a digital movie camera. *Latin American Journal of Physics Education*, 4(1), 32-34.

Góra, T., Mosler, D., Lanfort, J., e Wasik, J. (2024). Differences in impact force between side kicks and turning kicks in male practitioners of taekwon-do – case studies. *Applied Sciences*, 14(5876), 1-9.

Hall, S. (1993). *Biomecânica básica*. Rio de Janeiro: Guanabara.

Hariri, S., e Sadeghi, H. (2018). Biomechanical analysis of mawashi geri technique in karate: review article. *International Journal of Sports Studies for Health*, 1(4), 1-8.

Irawan, F., Jannah, S., Permana, D., Nurrachmad, L., e Anam, K. (2021). Mawashi geri in karate junior cadet class: kinematic analysis. *JHU*, 48(9), 437-443.

Jung, T., e Park, H. (2022). Contributions of body segments to the toe velocity during taekwondo roundhouse kick. *Applied Sciences*, 12(15), 1-13.

Laird, P., e McLeod, K. (2009). National analysis of scoring techniques in competitive men`s karate. *International Journal of Performance Analysis of Sport*, 9(2), 171-187.

López, O., Díaz, H., Pérez, O., e Medina, M. (2022). Application of a biomechanical study to the mawashi geri technique in the pre-competitive stage in karate fighter from the University of Cienfuegos. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(1), 349-355.

Majolero, V., Fernández, C., Rodríguez, J., e González, C. (2013). Relaciones entre el salto vertical y la velocidad de mae geri en karatecas de nivel internacional, especialidad en kata. *Apunts*, 114(4), 58-64.

Marques Junior, N. (2011a). Karatê shotokan: biomecânica dos golpes do kumite de competição. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 16(158), 1-28.

Marques Junior, N. (2011b). Sugestão do mawashi geri do karatê shotokan com embasamento da biomecânica. *Revista Movimenta*, 4(1), 66-72.

Marques Junior, N. (2015). Velocity of the offensive technique of the karate for the mixed martial arts fighter: a systematic review. *Revista ODEP*, 1(4), 29-62.

Marques Junior, N. (2021). Impacto del puñetazo y de la patada en los deportes de combate: una revisión sistemática. *Pensar en Movimiento*, 19(1), 1-27.

Marques Junior, N. (2022). Punch and kick impact of the karate: a review. *Marathon*, 14(2), 66-76.

Marques Junior, N. (2023a). Competição do karatê olímpico elaborado com as ideias de Funakoshi. *Revista Edu-física.com: Ciências Aplicadas al Deporte*, 15(32), 1-20.

Marques Junior, N. (2023b). Impacto do soco do karatê. *Acción*, 19(-), 1-22.

Marques Junior, N., Lopes, J., e Oliveira, F. (2022). Pontos do ataque do karatê shotokan: uma revisão sistemática. *DeporVida*, 19(4), 77-102.

Masic, Z. (1987). Kiai and mechanical characteristics of some karate punches. V *International Symposium on Biomechanics*.

Merk, A., e Resnick, A. (2021). Physics of martial arts: incorporation of angular momentum to model body motion and strikes. *Plos One*, 16(8), 1-16.

Mudric, R., Mudric, M., e Rankovic, V. (2015). An analysis of leg techniques in karate. *Sport – Science & Practice*, , 5(1), 89-114.

Mudric, R., e Rankovic, V. (2016). Analysis of hand techniques in karate. *Sport – Science & Practice*, 6(1), 47-74.

Nakayama, M. (2012a). *O melhor do karatê 2 – fundamentos*. 9ª ed. São Paulo: Cultrix.

Nakayama, M. (2012b). *O melhor do karatê 3 – kumite 1*. 7ª ed. São Paulo: Cultrix.

Oliveira, A., Filho, D., Júnior, G., e Hauser, M. (2011). *Cinesiologia*. Ponta Grossa: UEPG.

Okuno, E., e Fratin, L. (2003). *Desvendando a física do corpo humano: biomecânica*. Barueri: Manole.

Piemontez, G. (2012). *Cinemática do chute semicircular do karatê em relação às variáveis antropométricas: comparações entre as fases de ataque e retorno* (Dissertação de mestrado). UDESC, Florianópolis, Brasil.

Piemontez, G., Martins, A., Melo, S., Ferreira, L., e Reis, N. (2013). Cinemática do chute semicircular no karatê. *Revista de Educação Física/UEM*, 24(1), 51-59.

Rahimi, S., Sadeghi, H., Rad, A., e Saeed, N. (2022). Comparing the dynamic model of torque and angular velocity in four methods of performing the judan mai-mawashi geri technique by elite male karatekas. *JAST*, 6(1), 39-50.

Rakita, D., Rakonjac, D., Jurisic, M., e Obradovic, J. (2018). The influence of morphological characteristics on the specific motor skills of junior-age karate athletes. *EQOL Journal*, 10(1), 43-49.

Rasch, P. (1991). *Cinesiologia e anatomia aplicada*. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara.

Robalino, J., Silva, T., Fernandes, S., Franchini, E., Mezêncio, B., e Ferreira, A. (2024). Reliability of a kinetic and kinematics assessment procedure for kicks in combat sports. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, -(), 1-12.

Rodrigues, J., Penna, E., Azevedo, A., Meninea, D., Magno, A., Santana, J., e Coswig, V. (2022). Effects kiai on jumping performance and striking reaction time in karate athletes. *Journal of Martial Arts Anthropology*, 22(1), 27-35.

Sam, F. (2021). Prevalence of the additional head of quadriceps femoris. *Scientific Reports*, 11(16132), 1-10.

Saulite, S., Popova, A., Pimenovs, E., Ciematnieks, U., Zbigniew, B., e Dariusz, G. (2024). The influence of body position on the speed of a side kick in kickboxing. *Society, Integration, Education*, 2(-), 723-733.

Silvestre, A., e Teixeira, P. (2022). *Física – uma introdução*. Lisboa: Instituto Politécnico de Lisboa.

Venkatraman, J., e Nasiriavanaki M. (2019). Biomechanics of kumite style gyaku tsuki in karate. *BJSTR*, 14(3), 10656-10658.

Wasik, J., Mosler, D., Góra, T., e Scurek, R. (2023). Conception of effective mass and effect of force – measurement of taekwon-do master. *Physical Activity Review*, 11(1), 11-16.

Wojciech, C., Jacek, W., Daniel, S., e Vences Brito. A. (2018). Changes in foot pressure on the ground during mae geri kekomi (front kick) in karate athlete – case study. *PES*, 1(-), 12-16.

Zatsiorsky, V. (2004). *Biomecânica no esporte*. Rio de Janeiro: Guanabara.

Zatsiorsky, V., e Prilutsky, B. (2012). *Biomechanics of skeletal muscles*. Champaign: Human Kinetics. p. 325-355.