



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA



FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E FISIOTERAPIA

MARCO AURÉLIO DO NASCIMENTO RIBEIRO

**FATORES BIOMECÂNICOS QUE INFLUENCIAM O DESEMPENHO
NO TAEKWONDO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Uberlândia

2025

MARCO AURÉLIO DO NASCIMENTO RIBEIRO

**FATORES BIOMECÂNICOS QUE INFLUENCIAM O
DESEMPENHO NO TAEKWONDO: UMA REVISÃO
SISTEMÁTICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para a obtenção da conclusão de graduação em Licenciatura e Bacharelado em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Fernandes Crozara.

Banca Examinadora

Presidente: Dr. Luciano Fernandes Crozara – FAEFI/UFU

Membro 1: Dr. Cristiano Lino Monteiro de Barros – FAEFI/UFU

Membro 2: Dr. João Elias Dias Nunes – FAEFI/UFU

Uberlândia

2025

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar os meus pais Mirley e Whelliton que estiveram pacientemente ao meu lado, me apoiando e dando o suporte necessário durante duas graduações, onde abandonei uma delas, e posteriormente enfrentei grandes obstáculos nesta na qual estou prestes a me formar.

Agradeço a todos os meus amigos da graduação e fora dela, principalmente, e em especial meu irmão Luiz Fernando, pelo apoio ao longo da formação, pelo incentivo dado nos momentos mais delicados, pelo apoio e principalmente por acreditarem, sempre, na minha capacidade e no meu talento, mesmo quando eu mesmo não acreditava.

A minha namorada Andressa a qual acompanhou o desenvolvimento deste trabalho ao meu lado desde o início, me ouvindo falar sobre este todos os dias, por meses. E que sempre esteve ao meu lado me incentivando e apoiando incondicionalmente.

Por fim meu agradecimento especial ao meu orientador, Luciano Crozara, que mesmo afastado se recuperando de uma cirurgia se dispôs a ajudar a mim e a outros alunos. Sem a sua ajuda a realização deste trabalho seria, sem dúvidas, muito dificultada.

“Um faixa preta, é um faixa branca que não desistiu.”

(Dito popular das artes marciais)

Lista de Tabelas e Figuras

Figura 1. Diagrama de fluxo da presente revisão..... 16

Tabela 1. Dados coletados dos artigos selecionados quanto à intervenção, tamanho da amostra, sexo, experiência de treinamento, tipo da análise, músculo e/ou parâmetros analisados e principais achados 17

RESUMO

Introdução: O taekwondo é um esporte olímpico de combate caracterizado por ações rápidas, explosivas e tecnicamente complexas, com predominância de chutes como principal forma de pontuação. O desempenho dos atletas nessa modalidade está diretamente relacionado à aplicação eficiente de princípios biomecânicos, que envolvem força, velocidade, coordenação segmentar e controle neuromuscular. **Objetivo:** Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar, por meio de uma revisão sistemática da literatura, os principais fatores biomecânicos que influenciam o desempenho esportivo no taekwondo, com ênfase nas variáveis cinemáticas, cinéticas e eletromiográficas associadas à execução dos chutes e fornecer recomendações práticas para praticantes e treinadores da modalidade. **Métodos:** A metodologia adotada seguiu as diretrizes PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Foram consultadas as bases de dados PubMed, Scopus, SPORTDiscus e Web of Science, totalizando 13 estudos selecionados, publicados entre 2010 e 2025, com foco em atletas de elite e subelite. Os critérios de inclusão consideraram apenas estudos com análise cinemática, cinética e/ou eletromiográfica aplicadas a chutes de taekwondo, com participantes não lesionados e com experiência comprovada na modalidade. **Resultados:** Os resultados demonstraram que a posição inicial dos pés, principalmente a angulação de 45°, e a distância entre o atleta e o alvo influenciam diretamente a velocidade angular e linear do chute semicircular (Bandal Tchagui), o mais utilizado em competições. Além disso, atletas mais experientes demonstraram maior adaptabilidade a variações espaciais e temporais, com padrões mais eficientes de coordenação segmentar e transferência de energia na cadeia cinética, favorecendo a eficácia e a pontuação dos golpes. A velocidade angular do quadril e do joelho mostrou-se determinante para a geração de força de impacto, enquanto a estabilização do tronco e a força de reação do solo foram essenciais tanto para a geração de força quanto para a manutenção do equilíbrio e da postura durante e após o chute. Estudos eletromiográficos apontaram que atletas de elite apresentam níveis superiores de coativação muscular, especialmente entre os músculos antagonistas como o bíceps femoral e o vasto lateral, o que proporciona maior rigidez articular e controle motor durante a execução dos golpes. Essa coativação também está associada à otimização da produção de força e à prevenção de lesões. **Conclusão:** Conclui-se que o desempenho no taekwondo está fortemente associado à otimização biomecânica, envolvendo componentes neuromusculares, estruturais e funcionais que possibilitam a realização de chutes potentes, rápidos e precisos. Com base nos achados da revisão, recomenda-se que programas de treinamento voltados ao taekwondo incluem exercícios específicos para o desenvolvimento de força, potência, controle postural, resposta a estímulos e coordenação multisegmentar. Tais aspectos são fundamentais para aprimorar a capacidade de adaptação a diferentes cenários de combate e maximizar a eficiência técnica e tática durante as competições.

Palavras-Chave: Biomecânica; Desempenho; Chute; Taekwondo.

ABSTRACT

Introduction: Taekwondo is an Olympic combat sport characterized by fast, explosive, and technically complex actions, with a predominance of kicks as the main form of scoring. Athlete performance in this modality is directly related to the efficient application of biomechanical principles, which involve strength, speed, segmental coordination, and neuromuscular control. **Objective:** In this context, the present study aimed to analyze, through a systematic literature review, the main biomechanical factors that influence sports performance in taekwondo, with an emphasis on kinematic, kinetic, and electromyographic variables associated with kick execution, and to provide practical recommendations for practitioners and coaches of the sport. **Methods:** The adopted methodology followed the PRISMA guidelines (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). The databases PubMed, Scopus, SPORTDiscus, and Web of Science were consulted, totaling 13 selected studies published between 2010 and 2025, focusing on elite and sub-elite athletes. The inclusion criteria considered only studies with kinematic, kinetic, and/or electromyographic analysis applied to taekwondo kicks, with uninjured participants and proven experience in the sport. **Results:** The results showed that the initial foot position, particularly the 45° angle, and the distance between the athlete and the target directly influence the angular and linear velocity of the roundhouse kick (Bandal Tchagui), the most used in competitions. Furthermore, more experienced athletes demonstrated greater adaptability to spatial and temporal variations, with more efficient patterns of segmental coordination and energy transfer in the kinetic chain, favoring strike effectiveness and scoring. The angular velocity of the hip and knee was found to be decisive for impact force generation, while trunk stabilization and ground reaction force were essential both for force generation and for maintaining balance and posture during and after the kick. Electromyographic studies indicated that elite athletes exhibit higher levels of muscle coactivation, especially between antagonist muscles such as the biceps femoris and vastus lateralis, which provides greater joint stiffness and motor control during strike execution. This coactivation is also associated with optimized force production and injury prevention. **Conclusion:** It is concluded that performance in taekwondo is strongly associated with biomechanical optimization, involving neuromuscular, structural, and functional components that enable the execution of powerful, fast, and precise kicks. Based on the findings of this review, it is recommended that taekwondo training programs include specific exercises for the development of strength, power, postural control, response to stimuli, and multisegmental coordination. These aspects are fundamental to improving the ability to adapt to different combat scenarios and to maximizing technical and tactical efficiency during competitions.

Keywords: Biomechanics; Performance; Kick; Taekwondo.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	12
2.MÉTODOS.....	13
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4.CINEMÁTICA	20
5.CINÉTICA	25
6.ELETROMIOGRAFIA	27
7.CONCLUSÃO.....	29

APRESENTAÇÃO GERAL

Este Trabalho de Conclusão de Curso atende ao regimento do Curso de Educação Física da Universidade Federal de Uberlândia. Em seu volume, como um todo, é composto por:

ARTIGO: Fatores Biomecânicos que Influenciam o Desempenho no Taekwondo: Uma Revisão Sistemática

ARTIGO

Secção/Tipo de Artigo: Revisão Sistemática

Título abreviado: Fatores biomecânicos que influenciam o desempenho no taekwondo.

FATORES BIOMECÂNICOS QUE INFLUENCIAM O DESEMPENHO NO TAEKWONDO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**BIOMECHANICAL FACTORS THAT INFLUENCE PERFORMANCE IN TAEKWONDO: A SYSTEMATIC REVIEW**

Marco Aurélio do Nascimento Ribeiro ¹, Luciano Fernandes Crozara ¹

Filiação:

Faculdade de Educação Física e Fisioterapia, Universidade Federal de Uberlândia

Contato:

Marco Aurélio do Nascimento Ribeiro

Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia

Endereço para Correspondência:

Faculdade de Educação Física e Fisioterapia - Campus Educação Física

Rua Benjamim Constant, 1286, Uberlândia – MG, Brasil

CEP: 38400-678

E-mail:m.aurelio96@ufu.br

Telefone: 34 3218-2910

1. INTRODUÇÃO

O taekwondo é um esporte de combate Coreano que entrou para o quadro das olímpiadas a partir da edição de Sydney em 2000. É uma prática dinâmica e altamente técnica que exige força, controle articular preciso e coordenação em diferentes ações musculares (Thibordee e Prasartwuth, 2014). O taekwondo se beneficia majoritariamente do uso de chutes como principal meio de pontuação conforme dito por Kazemi et al. (2010).

Concentrar-se em atingir o tronco ou a cabeça do oponente com chutes fortes é essencial no taekwondo competitivo (Geßlein et.al., 2020). Os chutes desta modalidade são característicos pela alta velocidade técnica, breves períodos de contato e uma ampla variedade de estratégias diferentes (Huang et.al., 2009). A potência do golpe é proporcional à velocidade do golpe e, para alcançar uma velocidade de golpe suficiente, o atleta deve mobilizar rapidamente os músculos para gerar força de forma coordenada, fazendo com que o pé de apoio pise com força para obter a força de reação do solo, o que, por sua vez, causa uma mudança espacial no membro, permitindo ao atleta completar o movimento técnico (Jin e Liu, 2012). Sendo o chute semicircular (Bandal Chagi) na região do tórax o mais utilizado em competições (Estevan and Falco, 2013).

Com o avanço do tempo, novas tecnologias foram criadas e dentro do taekwondo houve uma substituição de um protetor de tórax comum por um protetor com sistema de pontuação eletrônico (*Protector Scoring System (PSS)*) que possui sensores de pressão que quando golpeado com a força correta (que varia de acordo com as categorias de peso) marca a pontuação automaticamente (World Taekwondo Federation). Nos Jogos Asiáticos de 2010, a World Taekwondo (WT) começou a incorporar esta tecnologia ao esporte (Woo et al., 2013; Ko et al., 2014; Moenig, 2015), e as regras das competições de taekwondo foram amplamente reescritas para inaugurar a era do DAEDO PSS. A WT reconheceu oficialmente o DAEDO PSS, portanto, ele é amplamente utilizado em torneios importantes como as Olimpíadas e os Campeonatos Mundiais (Fang, 2011; Zhang e Guan, 2017). Este recurso facilitou a atuação dos árbitros, que anteriormente ficavam atentos aos golpes e utilizavam-se de critérios como a execução do golpe e o barulho do impacto do chute no protetor do adversário para atribuir as pontuações (Bercades et.all, 2023), o que fazia com que os atletas buscassem golpes que além de velozes, fossem fortes e contundentes fazendo ecoar um som característico que, assim,

“afirmava” o sucesso daquele golpe. Após a inclusão do PSS em competições oficiais, os atletas passaram a buscar novas estratégias para se adequar a nova forma de pontuação, que, segundo Ramazanoglu (2013) apresentavam diferenças na transmissão de impacto, com pontos mais e menos sensíveis aos golpes, influenciando em novas estratégias de combate.

Com isto, a compreensão biomecânica acerca dos golpes realizados no taekwondo se torna relevante, aumentando o conhecimento acerca dos mecanismos envolvidos na pontuação efetiva e orientando treinadores sobre métodos de treinamento mais eficientes. Moreira e Paula (2017) realizaram uma revisão cinesiológica detalhada do chute semicircular (Bandal Tchagui), destacando sua cinemática angular e ativação muscular como fatores críticos para eficácia. Liu et al. (2023) investigaram o efeito de lateralidade em chutes frontais, revelando diferenças biomecânicas significativas entre membros dominantes e não dominantes que impactam a precisão e velocidade. Além disso, Tornello et al. (2014) analisaram padrões técnico-táticos em competições juvenis, correlacionando fatores biomecânicos com eficiência em combate. Pesquisas como as de Fang (2011) e He e Pang (2019) também destacam a evolução técnica do taekwondo sob novas regras, enfatizando a biomecânica de chutes como o chute semicircular (Bandal Tchagui) na cabeça e sua relação com estratégias de pontuação, enquanto Shen e Gao (2018) examinaram fatores biomecânicos específicos associados ao sucesso em nível olímpico.

Esses estudos anteriores evidenciam a importância da análise biomecânica para otimização do desempenho no taekwondo. No entanto, estudos que reúnem estes achados de forma integrativa para maior elucidação da temática ainda são escassos na literatura. Portanto, o objetivo do presente estudo de revisão é fazer uma análise na literatura especializada sobre quais são os fatores biomecânicos que mais influenciam o desempenho esportivo no taekwondo e fornecer recomendações práticas para praticantes e treinadores da modalidade.

2. MÉTODOS

Estratégia de busca dos artigos

Para a fundamentação teórica da discussão do tema proposto por este trabalho, foi desenvolvida uma pesquisa do tipo revisão sistemática da literatura. Esta revisão sistemática foi relatada e desenvolvida com base nas diretrizes do Preferred Reporting os Systematic Review and Meta-Analysis (PRISMA) (PAGA et al., 2021). Para delimitar o presente estudo, optou-se por utilizar quatro bases de dados digitais: PubMed, Scopus, SPORTdiscus e Web of Science. As buscas dos artigos, ocorreram no mês de fevereiro de 2025.

As “palavras-chave” empregadas foram: ““Biomechanical Phenomena” AND “Athletic Performance” AND Taekwondo OR “Biomechanical phenomena” AND Taekwondo OR “Sports performance” AND taekwondo”. Além disso, foi realizada uma busca manual nas referências dos artigos selecionados, bem como em acervo pessoal.

Critérios de elegibilidade

Como critérios de inclusão, foram considerados apenas os trabalhos nos quais: (a) os autores utilizaram em suas respectivas pesquisas, pelo menos uma das análises biomecânicas – cinética, cinemática e/ou eletromiográfica para desempenho esportivo em chutes diversos do Taekwondo; (b) apenas trabalhos publicados de 2010 em diante (c) os participantes estavam sem lesão nos últimos 6 meses e/ou não possuíam alguma deficiência; (d) apenas trabalhos em língua inglesa. Como critérios de exclusão, foram desconsiderados: (a) estudos que não possuíssem o texto completo na íntegra; (b) estudos que não usavam em sua amostra atletas de elite (atletas faixa preta, ganhadores de medalhas em competições nacionais e internacionais), ou comparativos entre atletas de elite e sub elite (atletas não medalhistas em competições de nível nacional e internacional) (c) estudos que não tiveram análise de dados, (d) artigos de revisão, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses, resumos de congresso, editoriais e cartas.

Seleção dos estudos e extração de dados

Dois pesquisadores conduziram independentemente a seleção dos estudos resultados da busca feita por um dos autores. Quando ocorriam divergências nas avaliações, os pesquisadores discutiram os casos até chegarem a um consenso. O processo seletivo iniciou

com a triagem dos títulos e resumos dos artigos encontrados. Os trabalhos pré-selecionados nesta fase passaram por uma avaliação completa de seu conteúdo, considerando os critérios de inclusão e exclusão predefinidos.

Como etapa complementar, as referências bibliográficas dos artigos selecionados foram examinadas para identificar possíveis estudos adicionais relevantes que pudessem ser incorporados à pesquisa.

Na fase de extração de dados, foram coletadas informações como: ano de publicação, autores, qual o golpe analisado, características da amostra, nível de experiência dos participantes, metodologia de análise, músculos e/ou articulações estudadas, parâmetros biomecânicos analisados e principais resultados (Tabela 1). Esses elementos permitiram estabelecer comparações entre os diferentes movimentos analisados, seguindo as diretrizes metodológicas propostas por Severino (2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca permitiu identificar 26 artigos (PubMed = 12; Web of Science = 7; SPORTdiscus = 4; Scopus = 3). Após avaliação inicial, 3 foram excluídos por serem duplicados, 5 por não estarem disponíveis na íntegra e 3 por serem revisões bibliográficas. Posteriormente, 2 trabalhos foram excluídos após sua leitura na íntegra, considerados não elegíveis pelo critério da análise utilizada no estudo, sendo selecionados para revisão 13 artigos (Figura 1).

No que se refere aos objetivos dos artigos selecionados, 13 estudos analisaram a cinemática e 9 analisaram a cinética de variados golpes no taekwondo, dentre eles o chute semicircular (Bandal Tchagui) (10), chute para trás com e sem salto (Dwichiagi) (1), chute semicircular com a perna da frente (Ap-Bal Bandal Tchagui) (1) e o chute duplo circular (Dubal Bandal Tchiagui) (1), 1 estudo investigou a força isocinética de atletas de elite para comparações com atletas sub-elite. E 2 artigos trouxeram a eletromiografia como forma de análise. As informações dos estudos incluídos nesta revisão estão sintetizadas na Tabela 1.

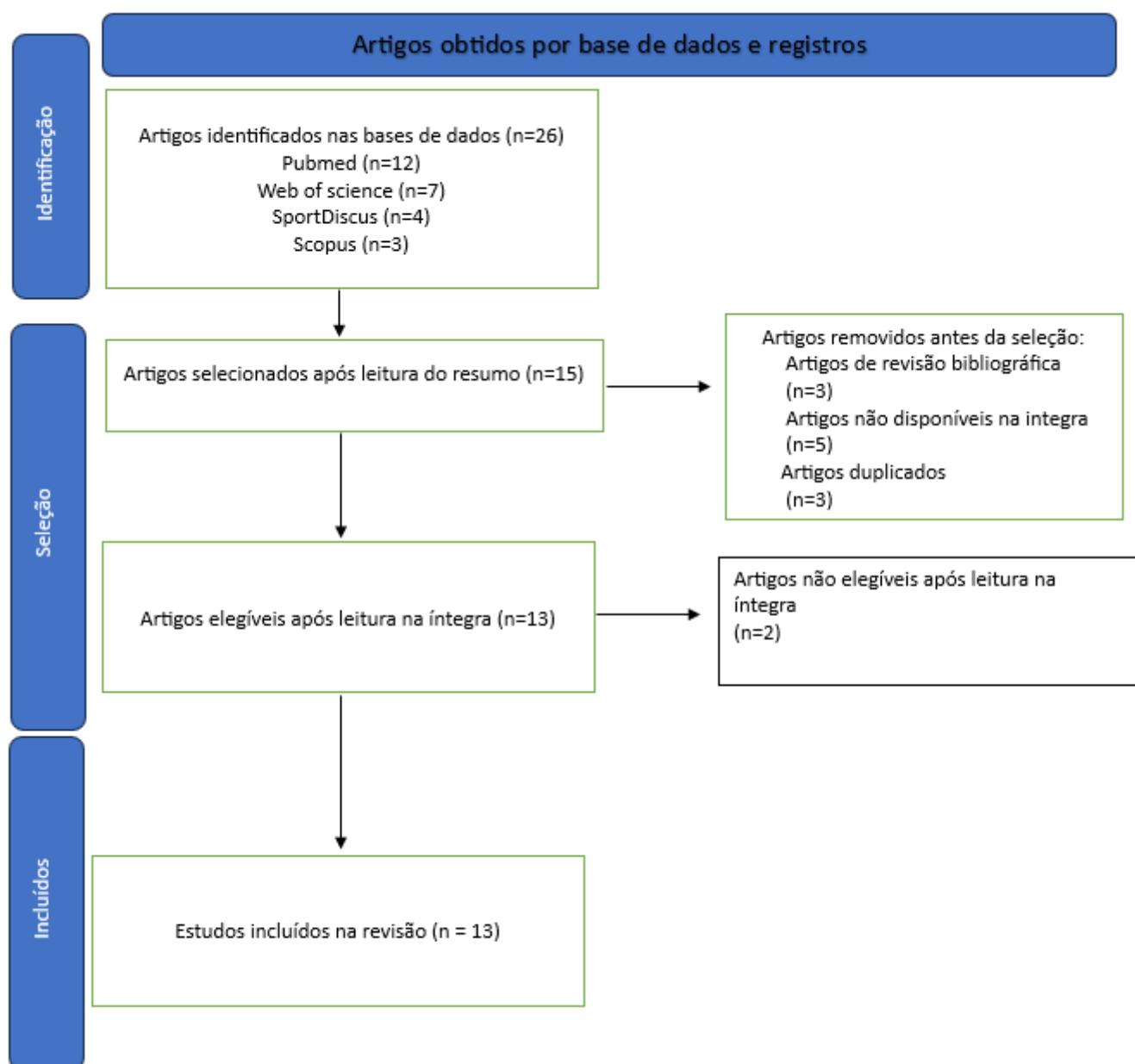


Figura 1 - Diagrama de fluxo da presente revisão.

Tabela 1. Dados sintetizados dos artigos selecionados quanto à tamanho da amostra, sexo, experiência de treinamento, golpe analisado, tipo da análise, musculatura e/ou parâmetro(s) analisado(s) e principais achados.

Referência	Amostra	Natureza do Teste	Experiência	Tipo de Análise	Musculatura e/ou Parâmetro(s) Analisado(s)	Principais Achados
Estevan e Falco (2013)	33 homens (12 especialistas e 21 novatos)	Chute semicircular em diferentes alturas e distâncias	Novatos sem medalhas; Especialistas com medalhas nacionais/internacionais	Cinética e Cinemática 2D	Força de impacto, tempo de reação, tempo de execução, distância do alvo	Especialistas mantêm desempenho constante em diferentes alturas e distâncias, enquanto novatos apresentaram desempenho inferior, principalmente em alvos mais altos e distantes. Treinamento para novatos deve focar em reação e adaptação à distância.
Jung et al. (2022)	10 homens	Chute semicircular com análise segmentar	7–10 anos de experiência em taekwondo	Cinemática 3D	Rotação de tronco, coxa, panturrilha e pé; velocidade do pé; distância do alvo	A rotação da coxa é o principal fator na velocidade inicial do chute, enquanto a perna domina no impacto. Trabalho dos pés influencia a velocidade do pé e a contribuição dos segmentos corporais.
Jia et al. (2024b)	12 homens	Análise biomecânica do chute semicircular duplo (Dubal Bandal Tchiagui)	Mais de 3 anos de prática	Cinética e Cinemática 3D	Ângulos e velocidades articulares, momentos articulares, força de reação do solo, pontuação eletrônica	Explosão muscular, rotação corporal e controle biomecânico influenciam positivamente a pontuação. A velocidade angular do tornozelo e a estabilidade da perna de apoio são determinantes. Treinamento deve focar em controle segmentar e potência.
Jia et al. (2024a)	15 homens	Investigação sobre o chute semicircular com a perna da frente (Ap-Bandal Tchiagui) com análise experimental e correlacional	Atletas experientes em nível regional/nacional	Cinética e Cinemática	Ângulos, torque, velocidades angulares, força de reação do solo, pontuação eletrônica	Postura corporal e força muscular são fatores críticos para pontuação efetiva. A eficácia do chute depende de picos articulares e estabilidade da base.
Kim et al. (2010)	12 homens	Chute semicircular em diferentes distâncias	Faixas pretas (1º a 5º Dan), incluindo campeão mundial	Cinemática 3D	Movimento do quadril, pelve, tronco e perna de chute	Controle do quadril pivô e rotação da pelve são cruciais para ajustar a distância do chute sem perder equilíbrio. A

						hiperextensão do tronco ajuda a manter estabilidade e alcance.
Estevan et al. (2016)	3 homens e 5 mulheres	Chute semicircular a partir de diferentes posições iniciais	Média de 14 anos de prática	Cinemática 3D	Coordenação e variabilidade segmentar (pelve e coxa)	Padrões de coordenação variam conforme posição inicial. Coordenação em fase promove estabilidade nas fases de balanço. Treinamento deve incluir diferentes bases e foco em coordenação eficiente.
Moreira et al. (2021)	14 homens (7 elite e 7 subelite)	Chute semicircular com tempo de reação seletivo	Elite: $12,2 \pm 8,5$ anos; Subelite: $10,4 \pm 6,1$ anos	Cinemática 3D, Cinética, Eletromiografia	EMG de 8 músculos, velocidade angular/linear, cocontração, tempo de reação seletivo??, força de reação do solo	Elite demonstrou maior velocidade, força e controle neuromuscular, com melhor cocontração. Resultados indicam maior eficiência e potencial para prevenir lesões.
Estevan et al. (2011)	27 homens (13 medalhistas, 14 não medalhistas)	Chute semicircular na cabeça (Dollyo Tchiagui) com variação de distância	≥ 4 anos de experiência competitiva	Cinética e Cinemática	Força de impacto, tempo de execução, tempo de contato, peso e altura	Medalhistas apresentaram maior força de impacto e menor tempo de execução, mesmo em distâncias extremas. Técnica se mostrou mais relevante que peso corporal.
Falco et al. (2013)	48 atletas (34 homens e 14 mulheres)	Chute semicircular em diferentes distâncias	≥ 4 anos de prática, medalhistas nacionais	Cinética e Cinemática	Força de impacto, tempo de reação e de execução	Distâncias curtas geraram maior força e menor tempo de reação. Especialistas tiveram melhor desempenho que novatos. Homens executaram mais rápido que mulheres.
Estevan et al. (2013)	9 atletas (5 homens, 4 mulheres)	Chute semicircular a partir de diferentes posições de base	Média de $14,16 \pm 5,60$ anos de prática	Cinética e Cinemática	Força de reação do solo, tempos?? e velocidades segmentares	Melhor desempenho foi observado nas posições 0° e 45° . Posição 90° teve tempos mais longos e menor velocidade. Maior força de reação do solo resultou em execuções mais rápidas.
Thibordee & Prasartwuth (2014)	16 homens	Efetividade do chute circular em atletas de elite	Faixas pretas com experiência nacional	Cinética, Cinemática 3D, Eletromiografia	Ângulos do joelho e tornozelo, EMG, força de impacto	Chutes mais potentes foram associados a maior ativação do reto femoral e coativação do bíceps femoral. Estabilidade e coordenação muscular são essenciais.
Cheng et al. (2015)	10 atletas (5 homens, 5 mulheres)	Comparação entre chute para trás (Dwichagi) com e	Mais de 4 anos de prática	Cinética e Cinemática	Ângulos articulares, força de reação do solo, torque articulares	Chute traseiro gerou maior transferência de energia e impacto. Chute traseiro com salto teve maior exigência de força

		sem salto				vertical, mas menos eficiência no impacto. Técnicas têm usos distintos.
Moreira et al. (2016)	14 homens (7 elite e 7 subelite)	Chute semicircular em tempo de reação seletiva	Elite: 12,2 anos; Subelite: 10,4 anos	Cinemática 3D, Cinética, Eletromiografia	EMG, velocidades, cocontração, força de reação do solo	Elite apresentou tempos mais curtos e maior controle motor. Maior força e velocidade indicam superioridade neuromuscular. Sugere foco em maior coativação e tempo de reação.

EMG: sinal eletromiográfico de superfície

4. CINEMÁTICA

4.1- Posições de base:

Estevan et.all (2013) investigou a influência das posições iniciais dos pés na execução do chute semicircular, levando em consideração o ângulo formado entre o pé de apoio e o pé de ataque em 3 posições 0° (pés paralelos), 45° e 90° (pé de ataque atras do pé de apoio) e encontrou que chutes executados com o pé de ataque em 0° e 45° tiveram tempos de reação e execução menores em relação aos executados com no ângulo de 90°. Além disso, a velocidade nos segmentos da coxa e da perna, foi maior nas posições de 45° e 90° em relação a posição de 0°, o que sugere que estas posições favorecem uma maior aceleração dos segmentos do membro inferior usado para desferir o golpe. E por fim sugerindo a posição de 45° como a mais otimizada, permitindo uma boa aceleração sem comprometer a versatilidade do golpe, visto o menor tempo de execução e reação nesta posição.

Em um estudo publicado posteriormente, Estevan et.al. (2016), investigaram ainda a influência cinemática da posição inicial do chute semicircular através de uma análise de acoplamento segmentar e variabilidade de coordenação, onde a execução do chute foi segmentada em 3 etapas, sendo elas: 1) fase de base (momento em que um sinal visual é acionado até o momento em que a força de reação do solo na perna de ataque atinge 1% do peso corporal), 2) primeira fase de balanço (momento onde a força de reação do solo da perna de ataque atinge 1% até o momento de flexão máxima do joelho) e 3) segunda fase de balanço (instante entre a flexão de joelho máxima e o momento do impacto) e concluiu que existe influência da posição inicial na coordenação e variabilidade dos golpes nas posições menos familiares (0° e 90°). Além disso, a fase de base se caracterizou por apresentar uma maior variabilidade e adaptação, enquanto as fases de balanço apresentaram maior estabilização e coordenação em fase, ou seja, as articulações se ajustam ao golpe simultaneamente buscando uma otimização no movimento coordenando para o funcionamento da cadeia cinemática. Dito isto, os autores afirmam, que os atletas demonstram uma capacidade de adaptação às diferentes posições iniciais, variando padrões de coordenação na fase de base para ajustar o movimento, seguindo para as fases de balanço, onde estes procuram estabilidade e eficiência

com a predominância da coordenação articular em fase, para maximizar a velocidade do pé e a precisão do impacto.

Jung et.al. (2022) segue reafirmando os achados dos trabalhos anteriores, afirmando que ângulos maiores na postura inicial do chute aumentam a velocidade final do pé durante a execução do chute semicircular, em seu trabalho onde é analisada a contribuição de diferentes segmentos corporais para a velocidade final do pé neste golpe.

Portanto, a posição inicial dos pés influencia diretamente o tempo de reação e execução do chute semicircular, sendo a posição de 45° a mais eficiente, por promover melhor aceleração dos segmentos e versatilidade na execução.

4.2- Distância de luta:

Seguindo com as análises espaciais anteriores ao chute, pode-se investigar se a distância em que o chute é realizado em relação ao alvo tem efeito sobre a efetividade na pontuação. Estevan e Falco (2013) analisaram biomeanicamente o chute semicircular em diferentes distâncias e alturas (tronco e cabeça), em um contexto de contra-ataque ataque, em atletas que nunca ganharam medalhas em competições oficiais, e atletas medalhistas nacionais e internacionais, e descobriu que ambos os grupos tinham maior tempo de execução em chutes de longas distância, e que atletas mais experientes devem buscar contra ataques visando a cabeça do adversário (maior pontuação em relação a chutes no tórax; e maior chance de nocaute) pois não apresentam mudança significativa no tempo de reação em relação a ataques no tórax, enquanto atletas novatos, possuem significativa piora ao reagirem para desferir golpes na cabeça, devendo assim, priorizarem golpes na região do tórax.

Kim et.al (2010), por sua vez, propuseram a análise da influência da distância do alvo na cinemática dos segmentos corporais durante no chute semicircular, e encontraram que ajustes: no deslocamento horizontal do quadril, rotação interna do quadril e flexão lateral do tronco influenciam a execução do chute de acordo com a distância. Com o aumento da distância do chute observou-se um maior deslocamento horizontal do quadril da perna de apoio, principalmente nas fases iniciais do chute (do momento inicial do chute até a flexão máxima do joelho). Alvos mais distantes afetaram a flexão do quadril da perna de ataque

negativamente e a rotação interna do quadril positivamente. Estas adaptações influenciam diretamente no alcance do chute, permitindo ao atleta através de ajustes no quadril, executar o chute sob demanda, com maior ou menor alcance. Além disso uma menor flexão lateral do tronco em relação a perna de ataque em chutes longos, contribui como um contrapeso para o equilíbrio linear durante o chute, garantindo estabilidade durante e após a execução.

No mesmo sentido, o experimento proposto por Estevan et.al (2011) buscou investigar como a distância de execução afeta a força de impacto e o tempo de contato com o alvo durante um chute semicircular na cabeça (Dollyo Tchiagui) entre atletas medalhistas e não medalhistas em competições nacionais e internacionais, e concluiu os medalhistas mantiveram força de impacto similar em todas as situações, mas com tempo de execução maior na distância longa, enquanto os não medalhistas apresentaram pior desempenho em distâncias não habituais, com aumento significativo nos tempos de execução e de contato com o alvo, sugerindo que atletas mais experientes possuem uma maior adaptabilidade em diferentes situações de luta, o que pode ser justificado pelos achados de Kim et.al. (2010) e vai de encontro com pesquisas posteriores de Estevan e Falco (2013) e Falco et.al (2013).

Em síntese, a distância em relação ao alvo afeta significativamente a execução dos chutes, sendo que atletas experientes mantêm melhor desempenho em distâncias variadas, demonstrando maior adaptabilidade e controle cinematográfico.

4.3- Tempo de reação e tempo de execução:

Os tempos de reação e de execução são fatores fundamentais no desempenho no taekwondo, visto que esta modalidade é caracterizada por tomadas de decisões inteligentes, rápidas e precisas. Reações rápidas, e chutes velozes estão diretamente ligados a capacidade de adaptação dos atletas durante o combate. Indivíduos com maior capacidade muscular, melhor coordenação dos segmentos corporais e com mais reportório técnico, possuem melhores condições de se adaptar a um maior número de cenários que se apresentam durante a luta, possibilitando ao atleta criar um maior número de estratégias e/ou responder melhor aos estímulos vindos do adversário (Estevan et.al.,2016; Cheng et al., 2015; Moreira et.al., 2016).

Nesta revisão conseguimos identificar uma associação sobre menores tempos de reação sendo reportados em atletas mais experientes quando comparados com atletas menos

experientes (Estevan e Falco, 2013; Moreira et.al., 2016), o que nos sugere que este resultado, pode estar relacionado com a experiencia em combate, ou seja, situações enfrentadas anteriormente, conhecimento específico adquirido pela vivência e pelo treinamento, podendo ser fundamentais para uma possível antecipação e adaptação às situações em tempo real. Além disto, os estudos de Estevan et.al (2013) e Falco et.al. (2013) mostram que a posição dos pés e distância de luta, respectivamente, influenciam diretamente no tempo de execução do chute semicircular, o que pode explicar melhor os tempos de reação menores em atletas experientes.

Em alinhamento com o que foi citado anteriormente, o tempo de execução pode ser relacionado com a distância de luta (Falco et.al, 2013; Estevan et.al., 2011; Estevan e Falco, (2013) e com a posição de base (Estevan et.al., 2013), que destaca também, correlação entre maior força de reação do solo e menores tempos de execução no chute semicircular. Falco et.al. (2013) encontrou que chutes realizados em menores distâncias tem tempos de execução menores, o que pode ser explicado pela menor distância a ser percorrida, e que também existe diferença significativa desta variável entre gêneros, sendo os homens os que possuem menores tempos. Estevan et.al. (2011), Moreira et.al. (2021) e (2016) e Estevan e Falco, (2013), trazem a questão da experiência, comparando atletas de elite com atletas sub-elite. Estevan e Falco (2013) e Estevan et.al. (2011), inicialmente, trazem que atletas mais experientes tem menor tempo de execução, o que pode ser explicado pelo trabalho de Moreira et.al (2021), que demonstrou que os torques de flexão e extensão do quadril especialmente em altas velocidades de contração durante a execução do chute semicircular em atletas de alto rendimento pode ser um descritor preditivo preciso do nível de competição, sendo este um parâmetro crítico para velocidade de execução do chute, indo ao encontro de Moreira et.al., (2016) que constatou, que a maior eficiência neuromuscular e controle motor dos atletas de elite permitem respostas mais rápidas e potentes.

Concluindo, atletas mais experientes apresentam menores tempos de reação e execução, o que está relacionado à eficiência neuromuscular, experiência de combate e coordenação segmentar superior.

4.4- Velocidade angular:

Velocidades angulares impactantes para a pontuação efetiva no taekwondo foram explicitadas por Jia et.al (2024b), que analisou a relação entre variáveis biomecânicas e a efetividade do chute semicircular duplo (Dubal Bandal Tchiagui) em protetores de pontuação eletrônica, e encontrou que uma maior velocidade angular de extensão do joelho e do quadril da perna de apoio tem influência positiva na pontuação, pois estas podem oferecer energia potencial ao quadril da perna de ataque, aumentando a velocidade distal necessária para a pontuação. Esse achado vai ao encontro da natureza do golpe, que é composto por um primeiro chute que tem como função conservar energia potencial e impulsionar o corpo para o segundo golpe, que é realizado no ar. O autor também destaca a importância no controle das velocidades angulares da articulação do quadril, onde é necessário um aumento da velocidade angular no eixo vertical e diminuir a velocidade angular no eixo sagital, impedindo que o momento de flexão da articulação do quadril seja transmitido do proximal para o distal, mantendo a estabilidade do atleta durante o golpe. Seguindo esta mesma linha de evidência, Jia et.al (2024a) em sua análise sobre variáveis biomecânicas e efetividade do chute semicircular com a perna da frente (Ap-Bal Bandal) na pontuação em coletes eletrônicos, dentre outros achados, encontrou também forte correlação entre a velocidade angular de extensão do quadril da perna de apoio e a pontuação, devido a sua contribuição na estabilidade durante o golpe e no favorecimento de transferência de momento para a perna de ataque. Além disso, embora a velocidade angular de flexão/extensão do joelho não tenha apresentado correlação significativa direta com a pontuação, a coordenação entre a velocidade angular do joelho e o momento de extensão é crucial, pois, uma sequência proximal-distal adequada permite que o pé atinja velocidade máxima no impacto.

Moreira et.al (2016) em seu estudo comparativo entre atletas de elite e sub-elite realizou uma análise biomecânica e neuromuscular na execução do chute semicircular e registrou maiores velocidades angulares no quadril e no joelho de atletas mais experientes, que juntamente de outras fatores cinéticos e cinemáticos, resultam em uma maior eficiência de execução. A velocidade angular do joelho, como dito anteriormente e tratada por Moreira et.al (2021) como um preditor de nível competitivo, demonstra a capacidade de atletas mais experientes de transferirem torques gerados pelo quadril (articulação proximal) em altas velocidades de contração para segmentos distais, resultam em uma maior velocidade linear do pé.

Em resumo, analisando os dados encontrados, este estudo identifica a velocidade angular dos segmentos dos membros inferiores como um parâmetro importante tanto na

estabilização quanto na transferência de momento dentro da cadeia cinética dos chutes, que tem influência com a técnica de execução dos golpes e sua eficiência.

4.5- Velocidade Linear:

Estudos como o de Sørensen et al. (1996) demonstram que a execução de chutes segue um padrão sequencial próximo-distal: inicialmente, os segmentos corporais proximais aceleram, enquanto os segmentos distais (como a perna e o pé) mantêm-se em relativa inércia, para depois os proximais desacelerarem enquanto os segmentos distais aceleram. Seguindo nesta linha, o principal objetivo de todos os movimentos realizados durante a cadeia cinética de um chute, é acelerar o pé ao máximo.

Segundo Moreira et.al. (2016) atletas de elite apresentam maiores velocidades no joelho e pé quando comparados com atletas sub-elite, o que contribui para a eficiência da cadeia cinética e posteriormente na potência e impacto do chute.

Portanto a velocidade linear do pé no momento do impacto é maximizada por uma eficiente cadeia cinética e coordenação segmentar, sendo mais acentuada em atletas de elite.

5. CINÉTICA

No taekwondo, como proposto por Sørensen et.al., (1996) torques gerados pelos membros inferiores criam uma cadeia cinética de forma “proximal para distal”, onde forças geradas pelos membros inferiores, coxa, quadril e pela força de reação do solo, são transferidas destas regiões, pelo princípio da conservação de momento, acelerando o pé possibilitando a marcação de pontos. Para que esta cadeia ocorra de forma eficiente uma coordenação neuromuscular entre diferentes articulações é necessária, principalmente do tronco (Kim et.al., 2010), quadril e coxa, buscando estabilidade e eficiência (Thibordee e Prasartwuth, 2014; Estevan et.al., 2016; Cheng et.al., 2015). Nesta linha, Kim et.al. (2010) reforçam que o tronco desempenha um papel fundamental no controle de distância e no centro de gravidade, mantendo o atleta estável para a realização do golpe.

Em um combate, no taekwondo, o objetivo principal dos atletas é gerar a maior quantidade possível de força de impacto no pé ao final do movimento, com precisão, dentro da menor quantidade de tempo possível. Jia et.al (2024a e 2024b) ao analisarem a relação de variáveis biomecânicas com a marcação de ponto efetiva em protetores eletrônicos no chute semicircular com a perna da frente e no chute semicircular duplo, respectivamente, reiteram a importância dos valores de picos de ângulos articulares (maiores ou menores a depender da articulação), maiores picos de velocidade, maiores picos de momento e torques gerados pelas articulações dos membros inferiores para a eficiência do golpe. Ângulos articulares do quadril, picos de momento e torques gerados por ele aparecem como fatores importantes para a distribuição de energia para os membros distais visando a geração de força linear no pé, através da rotação no eixo sagital e/ou vertical, que além de favorecer a cadeia cinética, a musculatura local tem papel fundamental para a estabilização do golpe (Thibordee e Prasartwuth, 2014). Concluindo, movimentos de rotação do quadril, podem ser realizados em diferentes eixos a depender do golpe, e para atingir o resultado esperado, é importante que a energia gerada (por ele ou transferida de outros membros), e posteriormente conservada durante o golpe, seja direcionada corretamente, pelos eventos da cadeia cinética, gerando uma resultante de força linear na direção esperada. Para que isto ocorra, o quadril tem muitas vezes, a função de: motor primário, pivô de rotação, elo de transferência energética e estabilizador de movimento, gerando força e momentos que favorecem o direcionamento correto da força resultante linear. Moreira (2016) ressalta que atletas de maior nível competitivo, possuem maior taxa de geração de força anteroposterior e médio-lateral.

Jia et.al., (2024b), afirma que a articulação do joelho na perna de ataque tem papel fundamental na pontuação em coletes eletrônicos durante chute semicircular duplo, o que pode ser explicado por Jia et.al., (2024a), que propõe a importância no ângulo de flexão do joelho na velocidade final do chute semicircular com a perna da frente (Ap-Bal Bandal tchiagui). Thibordee e Prasartwuth (2014) concluíram que músculos relacionados a flexão e a extensão do joelho, são fundamentais para o desenvolvimento de golpes poderosos no chute semicircular. Os picos angulares da articulação do joelho, principalmente de flexão, têm um papel de gerar e/ou transferir energia distal, para o pé, contribuindo para a força resultante linear final.

Ângulos e torques na articulação do tornozelo da perna de ataque têm como função orientar a resultante de força linear na direção correta (perpendicular ao tronco do adversário) ao final da cadeia cinética, aumentando a superfície de contato do dorso do pé com o protetor.

O estudo de Jia et.al., (2024a) afirma que durante o momento do chute, a inversão/eversão da articulação do tornozelo afeta o componente vertical do contato entre o pé e o adversário, levando a uma diminuição da área de contato entre o pé e o adversário, afetando assim a pontuação. Estes resultados indicam que um ângulo maior de dorsiflexão na articulação do tornozelo afeta negativamente a pontuação. Isso ocorre porque, durante o momento do chute, o contato entre o dorso do pé e o PSS não é completamente perpendicular, os ângulos e torques na articulação do tornozelo geram componentes nos eixos sagital e vertical que não são suficientes para desencadear a pontuação. Portanto, em partidas onde equipamentos de proteção eletrônica são utilizados, além de fatores como velocidade e força, o ângulo da articulação do tornozelo também é um fator crucial que influencia a pontuação.

A resultante das forças de reação do solo, gerada no início e pós impacto dos chutes desempenha um papel importante na geração de força para a cadeia, contribuindo para golpes com saltos (componente vertical) e aumentando a força de impacto (componente anteroposterior) do chute para trás (Dwichagui) (Cheng et.al., 2015).

Dado o que foi apresentado, a geração e transferência de força na cadeia cinética, envolvendo quadril, joelho, tornozelo e força de reação do solo, são cruciais para a eficiência dos golpes. Atletas de elite demonstram maior controle desses elementos, promovendo maior estabilidade e direcionamento de força.

6. ELETROMIOGRAFIA

O Taekwondo é um esporte de combate que demanda movimentos rápidos e potentes, nos quais a eficiência neuromuscular desempenha um papel crucial. Estudos biomecânicos têm investigado como parâmetros eletromiográficos (EMG) estão associados à performance em chutes como o chute semicircular, técnica predominante em competições. Os trabalhos de Moreira et al. (2016), Moreira et al. (2021) e Thibordee e Prasartwuth (2014) fornecem achados valiosos sobre a ativação muscular em atletas de diferentes níveis competitivos, destacando a importância da coativação muscular, velocidade angular e força de impacto.

6.1- Padrões de Ativação Muscular e Nível Competitivo

Moreira et al. (2016) compararam atletas de elite e subelite durante a execução do chute semicircular e observaram que os atletas de elite apresentaram maior coativação dos músculos antagonistas, especialmente entre o bíceps femoral e o vasto lateral durante a extensão do joelho. Esse maior índice de coativação foi associado à estabilização articular e à otimização da transferência de energia cinética, permitindo chutes mais rápidos e potentes. Além disso, os atletas de elite demonstraram ativação mais precoce do glúteo máximo e gastrocnêmio lateral, o que contribuiu para maior produção de força horizontal contra o solo e menor tempo de reação.

Já Moreira et al. (2021) reforça a relação entre torque isocinético e desempenho no chute. Eles identificaram que atletas de elite possuem maior torque de flexão e extensão do quadril em velocidades rápidas ($240^{\circ}/s$), o que se correlacionou positivamente com a velocidade linear do pé e o tempo de execução do chute. A EMG demonstrou que a capacidade de gerar torque rápido no quadril está ligada à ativação eficiente dos músculos agonistas (como o reto femoral) e à coordenação com antagonistas (como o bíceps femoral), corroborando a importância da especificidade e coordenação neuromuscular para chutes explosivos.

6.2- Coativação e Força de Impacto

O estudo de Thibordee e Prasartwuth (2014) focou na relação entre EMG e força de impacto em chutes circulares. Os autores dividiram os atletas em grupos de alto e baixo impacto e observaram que o grupo alto impacto apresentou maior ativação do bíceps femoral durante a fase de impacto, resultando em uma razão de coativação bíceps femoral/reto femoral próxima de 1:1. Essa coativação equilibrada foi crítica para estabilizar o joelho durante o impacto, evitando colapso articular e maximizando a transferência de força para o alvo. Além disso, o grupo alto impacto manteve o tornozelo em uma posição de menor flexão plantar ($\sim 35^{\circ}$), o que favoreceu a rigidez articular e a eficiência do chute.

Assim, pode-se concluir que níveis superiores de coativação muscular e ativação precoce de músculos específicos estão associados a maior controle motor e força de impacto nos chutes. Esses padrões são mais evidentes em atletas de elite, evidenciando a importância do treinamento neuromuscular.

7. CONCLUSÃO

Em alinhamento aos achados desta revisão, pode-se concluir que o taekwondo é um esporte dominado principalmente pela força e velocidade (velocidades dos segmentos corporais, de execução e de reação a estímulos), tornando-o um esporte com predominância de golpes onde se busca otimização na potência (relação do trabalho realizado sobre o tempo).

Capacidades como controle da distância e da base de luta, força, velocidade, potência, técnica, coordenação muscular e multisegmentar e estabilização articular, aparecem como fatores fundamentais que influenciam na capacidade de atletas se adaptarem a diversas situações e estarem prontos para agir com força e precisão suficientes, a fim de surpreender o adversário e chegar ao seu objetivo, o de marcar pontos e, consequentemente, vencer.

Os achados do presente trabalho, sugerem que para a melhoria do desempenho no taekwondo os praticantes e treinamentos devem ser direcionados para: a) aperfeiçoamento técnico, a fim de garantir uma melhor eficiência biomecânica na execução dos golpes; b) preferir uma base de luta com os pés na posição de 45º; c) desenvolver força e potência muscular nos membros inferiores para otimizar a velocidade dos segmentos corporais e melhorar a eficiência dos chutes; d) buscar a manutenção da coordenação em fase das articulações dos membros inferiores na realização dos golpes; e) atentar-se para estabilização da perna de ataque, da perna de apoio e do tronco durante a execução dos golpes.

REFERÊNCIAS

- BERCADES, L. T. et al. **Experiential knowledge of expert coaches on the critical performance factors of the taekwondo roundhouse kick.** *International Journal of Sports Science & Coaching*, v. 18, n. 3, p. 668–686, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/17479541221144120>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- CHENG, K. B. et al. **Perform kicking with or without jumping: Joint coordination and kinetic differences between Taekwondo back kicks and jumping back kicks.** *Journal of Sports Sciences*, v. 33, n. 15, p. 1614–1621, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.1003585>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- ESTEVAN, I.; FALCO, C. **Mechanical analysis of the roundhouse kick according to height and distance in taekwondo.** *Journal of Sports Sciences*, v. 31, n. 14, p. 1575–1581, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5604/20831862.1077553>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- ESTEVAN, I. et al. **Impact force and time analysis influenced by execution distance in a roundhouse kick to the head in taekwondo.** *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 25, n. 10, p. 2851–2856, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318207ef72>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- ESTEVAN, I. et al. **Segment coupling and coordination variability analyses of the roundhouse kick in taekwondo relative to the initial stance position.** *Journal of Sports Sciences*, v. 34, n. 18, p. 1766–1773, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1137342>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- ESTEVAN, I. et al. **Effects of target distance on select biomechanical parameters in taekwondo roundhouse kick.** *Sports Biomechanics*, v. 12, n. 4, p. 381–388, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14763141.2013.776626>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- FANG, W. **Research on the development trend of taekwondo techniques and tactics.** *Beijing Sport University*, 2011.
- GEßLEIN, M. et al. **Injury incidence rates and profiles in elite taekwondo during competition and training.** *International Journal of Sports Medicine*, v. 41, n. 1, p. 54–58, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1055/a-1021-1776>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- HE, Y.; PANG, J. P. **Development trend of men's taekwondo techniques and tactics under new rules: Taking world champion Lee Dae-hoon as an example.** *Journal of Wuhan Sports University*, v. 53, n. 12, p. 82–87, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.15930/j.cnki.wtxb.2019.12.012>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- HUANG, B.; GAO, S.; YANG, L. **Establishment of index in excellent Chinese men athletes of taekwondo in physique ability training and its evaluation.** *Journal of Anhui Normal University (Natural Science)*, v. 32, n. 2, p. 188–193, 197, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.14182/j.cnki.1001-2443.2009.02.017>. Acesso em: 20 fev. 2025.

- JIA, M. et al. **Correlation analysis between biomechanical characteristics of taekwondo double roundhouse kick and effective scoring of electronic body protector.** *Frontiers in Physiology*, v. 14, 1269345, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1269345>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- JIA, M. et al. **Correlation analysis between biomechanical characteristics of lower extremities during front roundhouse kick in Taekwondo and effective scores of electronic protectors.** *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, v. 12, 1364095, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fbioe.2024.1364095>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- JIN, B.; LIU, Q. **Analysis on the characteristics of the start and the initial scoring in men's taekwondo at the 29th Olympics.** *Journal of Chengdu Sport University*, v. 38, n. 6, p. 56–59, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.15942/j.jcsu.2012.06.016>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- JUNG, T.; PARK, H. **Contributions of body segments to the toe velocity during Taekwondo roundhouse kick.** *Applied Sciences*, v. 12, n. 15, 7928, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app12157928>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- KAZEMI, M. et al. **A profile of 2008 Olympic taekwondo competitors.** *Journal of Sports Science and Medicine*, v. 9, n. 3, p. 556–561, 2010. Disponível em: <https://www.jssm.org/hf.php?id=jssm-09-556.xml>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- KO, Y. J. et al. **Value-based stakeholder loyalty toward sport technology: A case of the electronic body protector and scoring system in taekwondo events.** *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, v. 10, n. 35, p. 46–62, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5232/ricyde2014.03504>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- LIU, L. et al. **Biomechanics research on laterality effect between dominant and non-dominant during front cross kick in taekwondo.** *Journal of Wuhan Sports University*, v. 57, n. 1, p. 73–81, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.15930/j.cnki.wtxb.2023.01.009>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- MOENIG, U. **Rule and equipment modification issues in World Taekwondo Federation (WTF) competition.** *Ido Movement for Culture: Journal of Martial Arts Anthropology*, v. 15, n. 4, p. 3–12, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.4172/2324-9080.1000250>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- MOREIRA, P. V. S. et al. **Are isokinetic leg torques and kick velocity reliable predictors of competitive level in taekwondo athletes?** *PLoS ONE*, v. 16, n. 6, e0235582, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235582>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- MOREIRA, P. V. S.; GOETHEL, M. F.; GONÇALVES, M. **Neuromuscular performance of Bandal Chagui: Comparison of subelite and elite taekwondo athletes.** *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v. 30, p. 55–65, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2016.06.001>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- MOREIRA, P.; PAULA, L. **Kinesiologic description of the round house kick: A brief review.** *Journal of Athletic Enhancement*, v. 1, n. 62, p. 1–6, 2017.

RAMAZANOGLU, N. **Transmission of Impact through the Electronic Body Protector in Taekwondo.** *The International Journal of Applied Science and Technology*, v. 13, p. 1–7, 2013.

SEVERINO, A. J. *Metodologia do trabalho científico*. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SHEN, X.; GAO, Z. **Analysis of the main winning factors of taekwondo gold medalist Zhao Shuai in the Rio 2016 Olympic Games.** *Journal of Xi'an Physical Education University*, v. 35, n. 5, p. 606–611, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.16063/j.cnki.issn1001-747x.2018.05.015>. Acesso em: 20 fev. 2025.

SØRENSEN, H. et al. **Dynamics of the martial arts high front kick.** *Journal of Sports Sciences*, v. 14, n. 6, p. 483–495, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02640419608727734>. Acesso em: 20 fev. 2025.

THIBORDEE, S.; PRASARTWUTH, O. **Effectiveness of roundhouse kick in elite Taekwondo athletes.** *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v. 24, n. 3, p. 353–358, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2014.02.002>. Acesso em: 20 fev. 2025.

TORNELLO, F. et al. **Technical-tactical analysis of youth Olympic taekwondo combat.** *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 28, n. 4, p. 1151–1157, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000255>. Acesso em: 20 fev. 2025.

WOO, J. H. et al. **Development and evaluation of a novel taekwondo chest protector to improve mobility when performing axe kicks.** *Biology of Sport*, v. 30, n. 1, p. 51–55, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5604/20831862.1029822>. Acesso em: 20 fev. 2025.

ZHANG, N.; GUAN, J. **Technical and tactical characteristics of taekwondo men's 58kg champion Zhao Shuai in 2016 Rio Olympics.** *Journal of Beijing Sport University*, v. 40, n. 2, p. 95–99, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.19582/j.cnki.11-3785/g8.2017.02.015>. Acesso em: 20 fev. 2025.