UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

GUILHERME MERCHED SALOMÃO

CONTRIBUIÇÕES DAS TÉCNICAS DE ATERRISSAGEM DO PARKOUR PARA A DISPERSÃO DAS FORÇAS DE REAÇÃO DO SOLO

Campinas

2021

GUILHERME MERCHED SALOMÃO

CONTRIBUIÇÕES DAS TÉCNICAS DE ATERRISSAGEM DO PARKOUR PARA A DISPERSÃO DAS FORÇAS DE REAÇÃO DO SOLO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Graduação da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. João Paulo Borin

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A
VERSÃO FINAL DA MONOGRAFIA
DEFENDIDA PELO ALUNO:
Guilherme M. Salomão
E ORIENTADO PELO PROF. DR.:
João Paulo Borin.

Campinas
2021

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Educação Física
Andréia da Silva Manzato - CRB 8/7292

Sa36c

Salomão, Guilherme Merched, 1995-
Contribuições das técnicas de aterrissagem do Parkour para a dispersão das forças de reação do solo / Guilherme Merched Salomão. – Campinas, SP : [s.n.], 2021.

Orientador: João Paulo Borin.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física.

1. Parkour. 2. Salto (atletismo). I. Borin, João Paulo. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação Física. III. Título.

Informações adicionais, complementares

Titulação: Bacharel
Banca examinadora:
João Paulo Borin [Orientador]
Paulo Cesar Montagner
Sérgio Settani Giglio
Data de entrega do trabalho definitivo: 14-12-2021

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. João Paulo Borin
Orientador

Prof. Dr. Paulo Cesar Montagner

Prof. Dr. Sérgio Settani Giglio
Coordenador do Curso

SALOMÃO, G. M. Contribuições Das Técnicas De Aterrissagem Do Parkour Para A Dispersão Das Forças De Reação Do Solo. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2021.

RESUMO

O Parkour é uma prática corporal e um fenômeno cultural que visa o deslocamento no ambiente, de um ponto ao outro, de forma segura e eficiente, utilizando apenas o próprio corpo, sem equipamentos adicionais. Particularmente no componente físico destacam-se as altas cargas excêntricas nos membros inferiores durante a aterrissagem. Entretanto são escassos os trabalhos considerando a modalidade que apontem para os principais métodos de dispersão das forças envolvidas durante a aterrissagem dos saltos. Nesse sentido o objetivo do presente estudo é verificar quais são as principais técnicas de aterrissagem utilizadas pelos praticantes e como elas contribuem para a dispersão das forças de reação do solo. Por meio de revisão de literatura, realizada em diferentes bases de dados (Pubmed, Web of Science, Scopus e Embase), utilizaram-se as palavras-chave: Parkour e aterrissagem. Após coleta, as informações foram organizadas e analisadas quantitativa e qualitativamente. Foi observado que as técnicas de aterrissagem do Parkour apresentam menor risco de lesões, quando comparadas à aterrissagem tradicional e também apresentam estratégias complexas para a estabilização do movimento. Mais estudos são necessários para entender a viabilidade de executar aterrissagens do Parkour repetitivamente e longitudinalmente e também para compreender a possibilidade de aplicação destas técnicas em outros esportes.

Palavras-chave: Parkour; aterrissagem; salto; forças de reação do solo.

Autorizo a divulgação parcial ou total deste estudo, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Agradecimentos

Gostaria de agradecer primeiro à minha família, que sempre me apoiou na minha educação e nas experiências de vida. Não tenho palavras para descrever como eles foram fundamentais na formação do meu caráter, personalidade e determinação na busca pelos meus sonhos. Amo vocês e muito obrigado por me apoiarem até hoje.

Meus amigos também são fundamentais na minha vida e gostaria de agradecer alguns em especial: Ana Carolina M. Lima, Pedro Djekic, Pedro Mara e Rodolfo Bispo. Vocês me ajudaram enormemente nos momentos difíceis e me fizeram levantar a cabeça quando eu mesmo não acreditava mais em mim. É graças a vocês que consegui realizar este trabalho dentro do prazo e mantive minha saúde mental durante este semestre.

Uma menção importante é a do meu terapeuta, Lucas, que tem impactado minhas decisões de forma incrivelmente benéfica e que também me impulsionou para a realização deste trabalho. Obrigado! Os aprendizados que estou tendo com você com certeza serão levados para a vida.

Também gostaria de agradecer aos Yamakasi, grupo fundador do Parkour. A modalidade que mudou minha vida para melhor e me faz ter experiências incríveis e ímpares.

E por fim, faço questão de agradecer ao personagem fictício Son Goku (vulgo Kakaroto), que me inspira desde a infância a perseguir meus objetivos e a manter o foco e a disciplina.

SUMÁRIO

Agradecimentos 7
Introdução 9
Objetivos 11
Objetivo geral 11
Objetivos específicos 11
Métodos 12
Tipo de Pesquisa 12
Procedimentos e Instrumentos 12
Resultados 20
Discussão 25
Conclusão 28
Referências 29

Introdução

O Parkour é uma prática corporal e um fenômeno cultural que visa o deslocamento no ambiente, de um ponto ao outro, de forma segura e eficiente, utilizando apenas o próprio corpo, sem equipamentos adicionais (ABPK, 2012).

Cada vez mais interessados aderem à modalidade, porém a realização da prática muitas vezes é feita de forma empírica, acíclica e em diversos ambientes, quase nunca com acompanhamento profissional (LEITE et al., 2011, apud JÚNIOR, 2016).

No Parkour se utiliza de diversas técnicas de deslocamento, como correr, saltar e escalar (ABPK, 2012). O foco deste estudo é a aterrisagem dos saltos.

A desaceleração na aterrissagem resulta em uma força vertical de reação do solo maior que aquelas experienciadas em movimentos cíclicos, como andar e correr (ZHANG et al., 2008). Quando as forças de reação do solo são elevadas, pode acontecer do sistema músculo esquelético ser incapaz de dispersar as forças, aumentando as chances de lesões (DUFEK et al., 1990; MCNITT-GRAY, 1991).

Além do rolamento do Parkour, o método de aterrisagem mais amplamente utilizado na modalidade é o "*precision landing*", que é bipodal, aterrissando com o antepé, flexionando os joelhos para absorver o impacto (sem nenhum movimento varo ou valgo dos joelhos) e utilizando os braços para contrabalancear o movimento (PUDDLE e MAULDER, 2013).

Desse modo, é essencial investigar formas de dispersão dessas forças envolvidas nas aterrissagens, na modalidade do Parkour. Uma compreensão sobre as formas de aterrissagem e seus efeitos, pode contribuir para os praticantes da modalidade e, possivelmente, para outras modalidades que se utilizem de aterrissagens.

Estudos biomecânicos analisaram variáveis cinéticas das aterrissagens do Parkour e mostraram que os praticantes de Parkour são capazes de diminuir o pico das forças verticais de reação do solo (PUDDLE e MAULDER, 2013; STANDING e MAULDER, 2015).

Um estudo realizou uma análise cinemática de praticantes de Parkour aterrissando de 0,9m, 1,8m e 2,7m de altura, o que até então havia sido feito apenas com aterrissagens de alturas menores do que 1,5m (DAI et al., 2020).

Outros estudos realizaram análise biomecânica de variáveis relacionadas à estabilização da aterrissagem (MALDONADO et al., 2015; MALDONADO et al., 2017) e ângulos de flexão das articulações (MALDONADO et al., 2018).

Um outro estudo analisou as relações entre as estratégias de aterrissagem escolhidas pelos participantes e os aspectos do ambiente, medidas antropométricas e potência muscular dos indivíduos (CROFT e BERTRAM, 2017).

Porém, apesar dos estudo feitos até o momento, ainda é escassa a disponibilidade de informações sobre as aterrissagens do Parkour. Até o momento da publicação deste trabalho não há revisões de literatura sobre as aterrissagens do Parkour e fazê-las irá permitir relacionar os dados encontrados nos estudos anteriores.

Portanto, o objetivo do presente trabalho é fazer um levantamento das informações relatadas nos estudos anteriores e discutir a contribuição das características observadas para a dispersão das forças de reação do solo durantes as aterrissagens.

Objetivos

Objetivo geral

Verificar os métodos de dispersão das forças envolvidas na realização das aterrissagens características do Parkour.

Objetivos específicos

Descrever as alterações observadas nas ações excêntricas das aterrisagens do Parkour, de acordo com:

- Dissipação de forças durante a aterrissagem
- Máxima força vertical (mVF);
- Tempo até atingir a mVF;
- Taxa de progressão das forças (*loading rate*);

Descrever as relações existentes entre variáveis relacionadas às capacidades físicas e as variáveis relacionadas às ações excêntricas.

Descrever as variáveis de estudos biomecânicos das ações excêntricas das aterrissagens do Parkour.

Métodos

Tipo de Pesquisa

Revisão de literatura.

> "A revisão da literatura é indispensável não somente para definir bem o problema, mas também para obter uma ideia precisa sobre o estado actual dos conhecimentos sobre um dado tema, as suas lacunas e a contribuição da investigação para o desenvolvimento do conhecimento" (BENTO, 2012).
>
> "A busca da literatura relevante para uma área de estudo é primordial para iniciar uma pesquisa e auxilia o pesquisador a encontrar trabalhos e metodologias similares, opções de utiliza-las, fontes de informações úteis, apresenta uma perspectiva holística sobre seu próprio tema, evitando duplicação e erros cometidos anteriormente, oferece ideias e pontos de vista, favorece a comparação em contextos similares ou diferentes, bem como possibilita o desenvolvimento de instrumentos e escalas de medida." (PURO e WOODWARD, 1977; VAVERKA e FENN, 2002; GARNER e ROBERTSON, 2002; BORNMANN e DANIEL, 2008; ISMAIL, 2012; BORNMANN e HAUNSCHILD, 2016; ROUSSEAU e ROUSSEAU, 2017, apud MARIANO e ROCHA, 2017).

Procedimentos e Instrumentos

Esta revisão de literatura foi balizada pelas orientações propostas pelo PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-analyses*), que consiste em uma orientação para trabalhos de revisão sistemática, mas foi utilizado como balizador para a realização desta revisão de literatura.

A amostra deste estudo é composta por sete estudos indexados nas seguintes bases de dados:

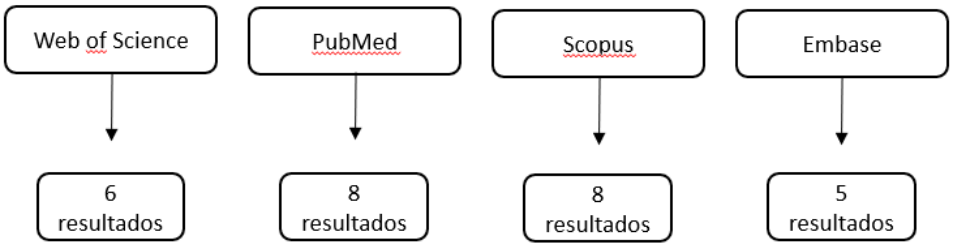
- Web of Science
- PubMed
- Scopus
- Embase

As palavras chave para a pesquisa foram: Parkour e landing. Estruturando a seguinte consulta: **Parkour AND landing.** E utilizando os seguintes critérios de filtragem:

- Textos disponíveis em inglês ou português;
- Publicados até a data de 31/07/2021;
- Contendo as palavras chave no título ou no resumo;
- Que tratassem de estudos feitos com humanos;
- Que analisassem biomecanicamente as aterrissagens do Parkour.

O Quadro 1 mostra a quantidade de artigos encontrados nas bases de dados de acordo com critérios (1), (2), (3) e (4). Após a pesquisa inicial, eliminaram-se os resultados duplicados, resultando em um total de dez textos únicos. Em seguida foi realizada uma leitura de título e resumo de cada artigo, para verificar a relevância para a proposta deste trabalho, o que resultou em uma eliminação de dois resultados. Por fim, foi feita uma leitura mais aprofundada dos artigos restantes, com o objetivo de analisar melhor a relação de cada artigo com a proposta deste trabalho. O fluxograma desse processo de seleção pode ser visto no Quadro 2:

Quadro 1 – Resultado inicial das pesquisas nas bases de dados, aplicando os critérios (1), (2), (3) e (4). Resultados únicos na base em que foram encontrados, porém alguns estão presentes em mais de uma base.



Quadro 2 – Fluxograma da seleção de resultados a partir das pesquisas nas bases de dados. Os números representam a soma total de resultados de todas as bases pesquisadas.

Nos estudos analisados as duas técnicas de aterrissagem presentes em todos eles foram:

- ***Precision Landing***. Que consiste na aterrissagem bipodal utilizada por praticantes de Parkour quanto utilizam apenas o antepé, sem nenhum contato do calcanhar com o solo, durante a aterrissagem (PUDDLE e MAULDER, 2013);
- **Aterrissagem tradicional**. Tipicamente usada por pessoas do esporte e pelo público em geral e que envolve aterrissar com o antepé e, posteriormente, tocar o calcanhar no solo (PUDDLE e MAULDER, 2013).

Estas foram as técnicas analisadas quantitativamente no presente trabalho.

Abaixo, descrevemos cada estudo analisado:

Estudo 1 – Ground Reaction Forces and Loading Rates Associated with Parkour and Traditional Drop Landing Techniques (PUDDLE e MAULDER, 2013).

Estudo realizado com dez praticantes de Parkour (idade: 20,5 ± 4,7 a; altura: 1,80 ± 0,07 m; massa corporal: 74,5 ± 11,3 kg; experiência no esporte: 2,9 ± 1 a) que executaram três técnicas de saltos diferentes: *precision landing*, aterrissagem tradicional e aterrissagem com rolamento, que consiste em uma aterrissagem inicial feita com o antepé, seguida imediatamente de um rolamento por cima do ombro, iniciado com um lado do corpo e terminando no lado oposto do corpo (PUDDLE e MAULDER, 2013).

As variáveis obtidas a partir dos testes foram mVF, tempo até atingir a mVF e *loading rates*.

Uma limitação deste estudo foi a participação de apenas praticantes de Parkour, sem incluir outra população não treinada na modalidade. E talvez as técnicas utilizadas pelos praticantes já estejam muito arraigadas para que eles sejam capazes de aterrissar com a técnica tradicional da mesma maneira que outras populações fariam (PUDDLE e MAULDER, 2013).

Estudo 2 - A Comparison of the Habitual Landing Strategies from Differing Drop Heights of Parkour Practitioners (Traceurs) and Recreationally Trained Individuals (STANDING e MAULDER, 2015).

Testes realizados com dez praticantes de Parkour (idade: 21,7 ± 3,6 a; altura: 1,78 ± 0,07 m; massa corporal: 75,8 ± 7 kg; experiência no esporte: 4,9 ± 2,6 a) e com indivíduos treinados recreativamente em outros esportes que envolvem aterrissagem de saltos (idade: 24,3 ± 3,4 a; altura: 1,77 ± 0,06 m; massa corporal: 80,1 ± 6,1 kg; experiência de treino: 8,6 ± 3 a).

Foram analisadas quatro variáveis: mVF, tempo até atingir a mVF, *loading rates* e som máximo (dB) emitido durante a aterrissagem. O som máximo foi analisado para buscar relações entre o som produzido e outras variáveis biomecânicas.

Já foi identificado que quando os participantes focavam em aterrissar de forma mais silenciosa, as tentativas eram frequentemente associadas com maior amplitude de movimento nas articulações dos membros inferiores, menores picos das forças de reação do solo e, portanto, menor risco de lesões (PRAPAVESSIS e MCNAIR, 1999, apud STANDING e MAULDER, 2015).

Uma limitação deste estudo é em relação ao calçado. Os participantes foram instruídos a vestir um calçado de escolha própria, após saberem que iriam executar aterrissagens. Foi evidente a variedade de calçados, desde calçados leves de escalada até tênis de skate, mais pesados. E a variação nos calçados pode ter influenciado as forças e os sons associados às aterrissagens (STANDING e MAULDER, 2015).

Estudo 3 - Evidence of dynamic postural control performance in parkour landing (MALDONADO et al., 2015).

Estudo realizado com seis homens não treinados (idade: 21,3 ± 3,9 a; altura: 1,81 ± 0,1 m; massa corporal: 74,5 ± 7,5 kg) e seis praticantes de Parkour (idade: 23,7 ± 4 a; altura: 1,73 ± 5,2 m; massa corporal: 61,2 ± 6,1 kg).

Todos os participantes foram instruídos a aterrissar descalços e estabilizar a aterrissagem. Os indivíduos não treinados foram instruídos a aterrissar livremente, enquanto que os praticantes de Parkour foram instruídos a aterrissar utilizando a técnica “parkour precision” (MALDONADO et al., 2015), que corresponde ao que está sendo referido como *precision landing*, no presente trabalho.

Os paramêtros analisados foram os seguintes: Tempo até estabilização (TTS) (Colby et al. 1999, apud MALDONADO et al., 2015), índice de estabilidade postural dinâmica (DPSI) (Wikstrom et. al. 2005, apud MALDONADO et al., 2015), e *confidence ellipsoid surface of the center of pressure* (*CoP) displacement* (Takagi et al. 1985, apud MALDONADO et al., 2015).

Estudo 4 - Affordance Boundaries Are Defined by Dynamic Capabilities of Parkour Athletes in Dropping from Various Heights (CROFT e BERTRAM, 2017).

Neste estudo o principal objetivo foi analisar a capacidade de prever o tipo de aterrissagem (*precision landing* ou aterrissagem com rolamento) que seria escolhida pelos praticantes de Parkour, através da associação entre altura da queda, medidas antropométricas e medidas de potência (CROFT e BERTRAM, 2017).

Participaram dos testes nove homens e duas mulheres, todos com idades entre 18 e 32 anos, altura entre 1,58 e 1,87m, massa corporal entre 54 e 92kg e pelo menos 2 anos de prática de Parkour.

As execuções dos saltos foram registradas em vídeo para análise biomecânica, em conjunto com o registro das forças de reação do solo (GRFs), que foi feito com o uso de plataformas de força.

Instruções mínimas foram dadas, para evitar interferências e permitir que os participantes escolhessem de forma espontânea a técnica que seria utilizada.

Estudo 5 - Angular momentum regulation strategies for highly dynamic landing in Parkour (MALDONADO et al., 2017).

A análise feita neste estudo foi acerca dos momentos angulares durante a aterrissagem do Parkour, observando como são feitas as estabilizações das forças durante a aterrissagem.

Cinco homens praticantes de Parkour (idade: 22,2 ± 4,8 a; altura: 1,73 ± 0,04 m; massa corporal: 66,6 ± 5,1 kg) participaram dos testes e executaram aterrissagens de uma altura correspondente a 75% da própria altura e uma marcação foi colocado no chão a uma distância equivalente ao quadrado da altura do salto.

Os praticantes foram instruídos a aterrissar na marcação e estabilizar a si mesmos utilizando a "*precision technique*".

Estudo 6 - Strategies of Parkour practitioners for executing soft precision landings (MALDONADO et al., 2018)

De acordo com a literatura (DEVITA e SKELLY, 1992), uma flexão de joelho maior do que 90 graus da extensão completa corresponde à uma aterrissagem suave.

Caso contrário, é classificada como uma aterrissagem rígida (apud MALDONADO et al.,2018).

Neste estudo foram comparadas aterrissagens de praticantes de Parkour (idade: 22,2 ± 4,8 a; altura: 1,73 ± 0,04 m; massa corporal: 66,6 ± 5,1 kg; experiência no esporte: 5,4 ± 2,1 a) e indivíduos não treinados (idade: 22,3 ± 3,3 a; altura: 1,79 ± 0,08 m; massa corporal: 71,2 ± 5,6 kg), em duas alturas diferentes (30cm e 60cm).

Todos os participantes foram instruídos a executar as aterrissagens descalços. Os praticantes de Parkour foram instruídos a aterrissar executando a *precision landing*, enquanto que os indivíduos não treinados foram instruídos a aterrissar com os pés unidos e estabilizar a aterrissagem.

A limitação relatada pelo estudo é a de que os testes foram executados em ambiente de laboratório e com alturas e distâncias limitadas, o que difere da prática natural do Parkour (MALDONADO et al., 2018).

Estudo 7 - Kinematic Analyses of Parkour Landings from as High as 2.7 Meters (DAI et al., 2020)

As descobertas de estudos anteriores foram baseadas em alturas de aterrissagem menores do que 1.5m. Portanto, o propósito deste estudo foi quantificar a cinemática dos praticantes de Parkour durante as aterrissagens das alturas de 0,9m, 1,8m e 2,7m (DAI et al., 2020).

Quatro técnicas de aterrisagem foram executadas: *squat*, *forward*, rolamento e aterrissagem rígida. *Squat* é descrita no estudo como semelhante à *precision landing*; uma aterrissagem suave feita com o antepé. A técnica *forward* também consiste em uma aterrissagem suave feita com o antepé, mas com o corpo inclinado para frente e contando com o apoio das mãos no final da aterrissagem. Para a aterrissagem rígida os participantes aterrissaram apenas com os pés tocando o chão e com o objetivo de passar de uma aterrissagem para uma corrida o mais rápido possível (DAI et al., 2020). A aterrissagem com rolamento é a mesma descrita por Puddle e Maulder (2013), anteriormente.

Dezessete homens (idade: 23,9 ± 4,7 a; altura: 1,78 ± 5,8 m; massa corporal: 67,6 ± 8,5 kg; experiência no esporte: 7,1 ± 2,3 a) e três mulheres (idade: 26,2 ± 1,3 a; altura: 1,62 ± 5,5 m; massa corporal: 63 ± 13,2 kg; experiência no esporte: 4,7 ± 2,5 a) praticantes de Parkour participaram do estudo.

Os testes foram registrados em vídeo para posterior análise biomecânica. Diversas variáveis, como duração da aterrissagem, velocidades verticais e horizontais e ângulos de flexão das articulações foram calculadas a partir das imagens. As GRFs não foram coletadas, mas foram calculadas de forma aproximada, a partir das velocidades.

Somente dados cinemáticos foram quantificados, neste estudo. O que limitou a análise cinética das aterrissagens. Além disso, a frequência de captura das imagens foi de 60Hz, o que foi relatado como uma limitação para quantificar a aceleração dos corpos de forma confiável.

Resultados

Os estudos de Puddle e Maulder (2013) e Standing e Maulder (2015) analisaram as variáveis de máxima força vertical (mVF), tempo até atingir a mVF e a *loading rate*, conforme Tabela 1.

Loading rate consiste na velocidade com que as forças impactam o corpo e é calculada através da divisão entre mVF e o tempo levado para atingir a mVF (Standing e Maulder, 2015).

Considerando os dados incluídos na síntese quantitativa, dos estudos de Puddle e Maulder (2013) e Standing e Maulder (2015), foi elaborada a Tabela 1, a seguir:

Tabela 1 - Média (DP) resultante das medições durante as aterrissagens do Parkour e das aterrissagens tradicionais executadas por Puddle e Maulder (2013) (altura fixa de 75cm) e por Standing e Maulder (2015) (alturas relativas (%) às alturas dos indivíduos que executaram as aterrissagens).

	PUDDLE e MAULDER (2013)		**STANDING e MAULDER (2015)**			
Landing strategy	***Precision***	**Traditional**	***Precision***		**Traditional**	
Drop height	**75cm**	**75cm**	**25%**	**50%**	**25%**	**50%**
mVF (BW)	3.2 (0.5)	5.2 (1.2)	2.5 (0.2)	3.6 (0.4)	4.4 (1.8)	7.4 (2.9)
Time to mVF (ms)	77 (53)	44 (15)	91 (16)	56 (14)	57 (22)	35 (10)
Loading rate (BW/s)	83.3 (80.1)	154.3 (96.3)	29.9 (7)	83.3 (62.3)	99.2 (69.6)	247.8 (142.3)

Fonte: Elaborada pelos autores com base em Puddle e Maulder (2013) e Standing e Maulder (2015).

mVF = maximal vertical force, BW = bodyweight, ms = miliseconds

Considerando a altura média dos indivíduos participantes do estudo de Standing e Maulder (2015) (178cm ± 0,07 para os praticantes de Parkour e 177cm ± 0,06 para os indivíduos treinados recreativamente), é possível afirmar que a altura relativa de 25% foi sempre menor do que 75cm e a altura relativa de 50% foi sempre maior do que 75cm.

Ambos estudos relataram diferenças significativas entre a aterrissagem do Parkour e a aterrissagem tradicional, para todas as variáveis acima.

A aterrissagem do Parkour obteve uma mVF significativamente menor, tempos significativamente maiores para atingir a mVF e *loading rates* significativamente menores.

De acordo com Puddle e Maulder (2013), Ground Reaction Forces (GRFs) são indicadores da intensidade do estresse no sistema humano durante o contato com o solo. E, portanto, eles concluem que “aparentemente as estratégias de aterrissagem do Parkour são menos estressantes, quando comparadas à estratégia de aterrissagem tradicional" (PUDDLE e MAULDER, 2013, p.125).

A literatura sugere que o sistema neuromuscular necessita de aproximadamente 50ms para reagir ao estímulo apropriadamente e que, antes desse tempo, o sistema precisa contar com uma pré-ativação muscular, para atenuar o impacto nos primeiros 50ms da aterrissagem. Isso sugere que aterrissagens que atingem a máxima força vertical (mVF) antes dos 50ms podem causar danos musculoesqueléticos (RICARD et al., 1990, apud PUDDLE e MAULDER, 2013). Desse modo, é interessante observar que os tempos médios para atingir a mVF, nas aterrissagens do Parkour, foram todos maiores que 50ms.

Além disso, quando as forças de reação do solo (GRFs) são muito grandes, o sistema musculoesquelético é incapaz de dispersar as forças, aumentando o risco de lesões (DUFEK et al., 1990; IRMISCHER et al., 2004; MCNITT-GRAY, 1991; apud PUDDLE e MAULDER, 2013). E estes riscos podem ser ainda maiores se a magnitude da *loading rate* for alta (BAUER et al., 2001; CROSSLEY et al., 1999; apud PUDDLE e MAULDER, 2013).

Portanto os dados de ambos estudos, presentes da Tabela 1, sugerem que devido ao menor pico de GRFs verticais no impacto, as aterrissagens do Parkour foram realmente um método mais seguro de aterrissagem do que as estratégias tradicionais.

Já para uma análise qualitativa, podemos mencionar alguns resultados relatados nos estudos restantes:

Estudo 3

Maldonado et al. (2015), relataram que, com base nas variáveis coletadas, os praticantes de Parkour demonstraram um controle significativamente maior de performance postural do que os indivíduos não treinados, ao executarem aterrissagens com o antepé.

Estudo 4

Croft e Bertram (2017), relataram que atletas com maior potência (mensurada em um salto com contramovimento) transicionam de uma aterrissagem com antepé para um rolamento, em alturas maiores do que os indivíduos com menor potência. Além disso, relataram que indivíduos mais pesados foram mais propensos a rolar, no geral. E que o tamanho dos membros inferiores não influenciou a predisposição a usar a técnica do rolamento.

Estudo 5

Maldonado et al. (2017), observaram a complexidade das estratégias de estabilização dos praticantes de Parkour durante a aterrissagem e relataram que no início da fase de aterrissagem foi possível observar que a maior contribuição, para o controle do movimento, vem dos membros inferiores. Porém, ao final do movimento, ocorre uma importante participação dos membros superiores, que realizam um cancelamento de forças por membros opostos (direito e esquerdo) e contribui para diminuir a Derivada do Momentum Angular (DAM).

A DAM consiste na soma das forças de torque que se aplicam ao corpo. E essa soma pode regulada durante os movimentos de aterrissagem, para manter o equilíbrio (SARDAIN e BESSONNET, 2004, apud MALDONADO et al., 2017).

O estudo também aponta que talvez os braços sejam responsáveis por ajustar pequenas variações que ainda estão ocorrendo ao final do movimento de

aterrissagem. E também revela estratégias complexas dos praticantes de Parkour (como o cancelamento de forças por membros opostos) e organização temporal do movimento.

Estudo 6

Maldonado et al. (2018), relataram que a fase de aterrissagem do Parkour apresentou maior duração, tendo aproximadamente o dobro da duração das aterrissagens executadas por indivíduos não treinados. Os praticantes de Parkour também executaram uma aterrissagem suave, enquanto que os indivíduos não treinados executaram a aterrissagem de forma rígida.

Em relação as forças de reação do solo, todas as componentes das GRFs foram menores nas aterrissagens do Parkour do que nas aterrissagens de indivíduos não-treinados. Os torques nas articulações e picos de potência também foram significativamente menores nas aterrissagens do Parkour do que nas aterrissagens de indivíduos não-treinados.

No contato inicial com o solo, o quadril foi significativamente mais flexionado nas aterrissagens do Parkour do que nas aterrissagens de indivíduos não-treinados, para a altura de 30cm.

Estudo 7

Dai et al. (2020), relataram que, entre as quatro técnicas analisadas no estudo, a aterrissagem com rolamento demonstrou a maior velocidade horizontal no contato inicial com o solo e também ao final do movimento. E também resultou na menor mudança em velocidade horizontal durante o início da aterrissagem.

Enquanto que as velocidades para frente foram desaceleradas ao zero, para a aterrissagem *squat* e *forward*, elas foram majoritariamente mantidas ao longo da aterrisagem com rolamento.

De acordo com Dai et al. (2014) e Lin et al. (2009), quando uma velocidade inicial para frente precisa ser desacelerada em adição à velocidade inicial para baixo, é

provável que a carga nas extremidades inferiores aumente devido à um aumento nas GRFs verticais posteriores (apud DAI et al., 2020).

Na aterrissagem rígida foi observada a menor duração da fase de aterrissagem e também as maiores mudanças na velocidade vertical durante o início da aterrissagem, enquanto que a aterrissagem com rolamento resultou na aterrissagem com maior duração e menores mudanças nas velocidades verticais e horizontais, durante o início da aterrissagem.

Discussão

Apesar de apenas dois estudos terem sido incluídos na síntese quantitativa, todos os sete estudos eleitos pelo presente trabalho relataram outras observações que foram incluídas em uma síntese qualitativa, numa busca por elucidar características das aterrissagens do Parkour, quando comparadas à técnica tradicional de aterrissagem.

No curto prazo as aterrissagens do Parkour são mais seguras e indicam um menor risco de lesões (PUDDLE e MAULDER, 2013; STANDING e MAULDER, 2015).

Woodard et al. (1999), afirmam que a taxa na qual as forças são absorvidas pelas extremidades inferiores podem ser mais importantes do que a máxima força vertical (mVF), para mensurar a gravidade dos impactos das aterrissagens (apud PUDDLE e MAULDER, 2013). Considerando que a aterrissagem rígida apresentou maiores mudanças na velocidade vertical durante o início da aterrissagem, esta técnica pode aumentar o risco de lesões e somente deve ser executada de certas alturas, com bastante prática e preparação (DAI et al., 2020).

Mais especificamente, foi relatado que uma aterrissagem rígida poderia manifestar tendinopatia patelar quando picos de velocidade e torque na articulação aumentam (BISSELING et al., 2007, apud MALDONADO et al., 2018). Portanto, treinadores de Parkour devem monitorar de perto as estratégias de aterrissagem e a frequência da carga articular para reduzir a carga no tendão patelar e o risco de lesão (MALDONADO et al., 2018).

As aterrissagens *precision landing*, *forward* e aterrissagem com rolamento apresentaram tempos maiores para atingir a mVF, quando comparados às aterrissagens rígida e tradicional (PUDDLE e MAULDER, 2013; STANDING e MAULDER, 2015). Este processo de aumentar o tempo para atingir a mVF já foi associado a uma diminuição da probabilidade de lesões esqueléticas, portando provando que a aterrissagem do Parkour com antepé (*precision landing*) é realmente uma alternativa de aterrissagem mais segura do que as estratégias habituais empregadas pelos participantes treinados

recreativamente (BISSELING et al., 2007; BRESSEL e CRONIN, 2005, apud STANDING e MAULDER, 2015).

Acerca da aterrissagem com rolamento, considerando a afirmação citada anteriormente que diz que “quando uma velocidade inicial para frente precisa ser desacelerada em adição à velocidade inicial para baixo, é provável que a carga nas extremidades inferiores aumente devido à um aumento nas GRFs verticais posteriores” (DAI et al., 2014; LIN et al., 2009, apud DAI et al., 2020, p.25), a técnica seria particularmente efetiva quando os indivíduos tiverem que pular sobre uma distância horizontal, impondo maior velocidade para frente no contato inicial (DAI et al., 2020), pois a aterrissagem com rolamento resultou na menor mudança em velocidade horizontal durante o início da aterrissagem. A aterrissagem com rolamento minimiza as mudanças na velocidade horizontal, enquanto o corpo está desacelerando na direção vertical (DAI et al., 2020). Porém, é feita uma ressalva por Dai et al., 2020, afirmando que a aterrissagem com rolamento envolve técnicas complexas e pode necessitar de um vasto treinamento.

Quanto às amplitudes de movimento das articulações, Maldonado et al. (2018, p.3) relata que:

> “nas aterrissagens do Parkour o joelho foi sempre o maior contribuinte para a dissipação de energia, comparado ao quadril ($p<0.001$) e ao tornozelo ($p<0.001$), sendo aproximadamente duas vezes mais contribuinte do que a soma dos outros dois juntos”.

De forma complementar, Maldonado et al., (2018, p.6) comenta:

> “a flexão de quadril durante o contato inicial e evitar contato do calcanhar com o solo parecem ajudar os praticantes de Parkour a executar aterrissagens suaves (DEVITA e SKELLY, 1992), ao aumentar a flexão das articulações inferiores. Porém, a alta pressão do impacto, concentrada nos ossos do metatarso, podem causar fraturas dos metatarsos (KAVANAUGH et al., 1978). Quando possível, os praticantes de Parkour poderiam usar outras técnicas de aterrissagem do Parkour, como o rolamento (PUDDLE e MAULDER, 2013), em maiores alturas, para diminuir a GRF” (apud MALDONADO et al., 2018, p.6).

No entanto, apesar da grande contribuição dos membros inferiores durante a aterrissagem do Parkour, também ocorre uma importante participação dos membros superiores, ao final do movimento, que realizam um cancelamento de forças por membros opostos (direito e esquerdo) e contribui para diminuir a Derivada do Momentum Angular (DAM), contribuindo, por sua vez, para o equilíbrio durante a aterrissagem (MALDONADO et al., 2017).

Apesar dos resultados observados, mais estudos são necessários para entender a viabilidade de executar aterrissagens do Parkour repetitivamente e longitudinalmente.

Conclusão

Os praticantes de Parkour executam estratégias complexas para a realização de aterrissagens. Essas estratégias revelaram como os praticantes de Parkour dispersam as forças de reação do solo em aterrissagens de alturas variadas e também como realizam a estabilização das aterrissagens.

As máximas forças verticais (mVF) atingidas durante as aterrissagens do Parkour foram menores do que as mVFs atingidas durante as aterrissagens tradicionais feitas da mesma altura.

O tempo até atingir a mVF foi maior nas aterrissagens do Parkour, quando comparado às aterrissagens tradicionais feitas da mesma altura.

A taxa de progressão das forças (*loading rate*) foi menor nas aterrissagens do Parkour, quando comparado às aterrissagens tradicionais feitas da mesma altura.

Atletas com maior potência de membros inferiores transicionaram de uma aterrissagem com antepé para um rolamento, em alturas maiores do que os indivíduos com menor potência, indicando uma possível tendência de que atletas com maior potência são mais propensos a realizar aterrissagens sem rolamento, de maiores alturas.

Os torques nas articulações e picos de potência foram menores nas aterrissagens do Parkour do que nas aterrissagens de indivíduos não-treinados.

Evitar contato do calcanhar com o solo e realizar uma flexão maior do quadril, durante o contato inicial da aterrissagem, parece ajudar os praticantes de Parkour a realizar aterrissagens suaves.

A aplicação destas técnicas nos esportes pode ser mais estudada e os estudos das técnicas de aterrissagem do Parkour irão contribuir na compreensão da capacidade humana.

Referências

BENTO, A. Como fazer uma revisão da literatura: Considerações teóricas e práticas. **Revista da Associação Académica da Universidade da Madeira**, n.65, p.42-44, mai. 2012.

MARIANO A.M.; ROCHA M.S.; **Revisão da Literatura: Apresentação de uma Abordagem Integradora**. In: AEDM International Conference–Economy, Business and Uncertainty: Ideas for a European and Mediterranean industrial policy. Reggio Calabria (Italia), 2017.

Associação Brasileira de Parkour (ABPK). Manifesto Parkour, 2012. Disponível em <http://www.abpk.org.br/2012/07/manifesto-parkour-finalizado/>. Acesso em: 22 dez. 2018.

LEITE, N.; AGUIAR, Júnior R. P.; CIESLAK, F.; ISHIYAMA, M.; MILANO, G. E.; STEFANELLO, J. M. F. Perfil de aptidão física dos praticantes de le Parkour. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Curitiba, v.17, n.3, maio/jun. 2011.

JÚNIOR, Cassio. Parkour: Mensuração do metabolismo energético morfofisiológico de seus praticantes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Curitiba, v.22, n.1, jan./fev. 2016.

ZHANG, S.; DERRICK, T. R.; EVANS, W.; Yu, Y. J. Shock and impact reduction in moderate and strenuous landing activities. **Sports Biomechanics**, 2008.

DUFEK, J. S.; BATES, B. T. The evaluation and prediction of impact forces during landings. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.22, n.2, jun. 1990.

MCNITT-GRAY, J. L. Kinematics and Impulse Characteristics of Drop Landings from Three Heights. **International Journal of Sport Biomechanics**, v.7, n.2, 1991.

PUDDLE, D. L.; MAULDER, P. S. Ground Reaction Forces and Loading Rates Associated with Parkour and Traditional Drop Landing Techniques. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.12, 2013.

STANDING, J. R.; MULDER, P. S. A Comparison of the Habitual Landing Strategies from Differing Drop Heights of Parkour Practitioners (Traceurs) and Recreationally Trained Individuals. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.14, 2015.

MALDONADO, G.; BITARD, H.; WATIER, B.; SOUERES, P. Evidence of dynamic postural control performance in parkour landing. **Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering**, v.18, n.S1, 2015.

CROFT, J. L.; BERTRAM, J. E. A. Affordance Boundaries Are Defined by Dynamic Capabilities of Parkour Athletes in Dropping from Various Heights. **Frontiers in psychology**, v.8, 2017.

MALDONADO, G.; BAILLY, F.; SOUERES, P.; WATIER, B. Angular momentum regulation strategies for highly dynamic landing in Parkour. **Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering**, v.20, n.S1, 2017.

MALDONADO, G.; SOUERES, P.; WATIER, B. Strategies of Parkour practitioners for executing soft precision landings. **Journal of Sports Sciences**, v.36, n.22, 2018.

DAI, B.; LAYER J. S.; HINSHAW T. J., COOK R. F.; DUFEK J. S. Kinematic Analyses of Parkour Landings from as High as 2.7 Meters. **Journal of Human Kinetics,** v.72, p.15-28, 2020.