

GLEIVERSON SAAR SEQUETO

**ANALISE CINÉTICA E CINEMÁTICA DO MOVIMENTO DO DROP JUMP: E
SUAS IMPLICAÇÕES SOBRE OS MEMBROS INFERIORES**

Revisão narrativa

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG 2019

GLEIVERSON SAAR SEQUETO

**ANALISE CINÉTICA E CINEMÁTICA DO MOVIMENTO DO DROP JUMP: E
SUAS IMPLICAÇÕES SOBRE OS MEMBROS INFERIORES**

Revisão Narrativa

Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-Graduação em Fisioterapia Esportiva da Escola de Educação Física da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fisioterapia Esportiva.

Área de concentração: Fisioterapia do Esporte
Orientador: Prof. Msc. Tarcísio Santos Moreira

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

S479a Sequeto, Gleiverson Saar

2019 A análise cinética e cinemática do movimento do drop jump: e suas implicações sobre os membros inferiores- revisão narrativa. [manuscrito] / Gleiverson Saar Sequeto – 2019.

21 f., enc.: il.

Orientador: Tarcísio Santos Moreira

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 20-21

1. Salto. 2. Articulações – amplitude e movimento. 3. Biomecânica. 4. Membros inferiores. I. Moreira, Tarcísio Santos. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 612.76

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Danilo Francisco de Souza Lage, CRB 6: n° 3132, da

Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.

SAAR SEQUETO, Gleiverson. ANÁLISE CINÉTICA E CINEMÁTICA DO MOVIMENTO DO DROP JUMP: E SUAS IMPLICAÇÕES SOBRE OS MEMBROS INFERIORES: Revisão Narrativa

RESUMO

A estrutura muscular humana possui características próprias, entre elas a de adaptação aos mais diversos movimentos e tipos de treino. Na prática de diversos esportes, um elemento importante é o salto, que pode ser de diversos tipos. As análises cinemáticas e cinéticas dos movimentos tornam possível o entendimento da biomecânica humana, e é possível demonstrar a dinâmica de movimento em pessoas saudáveis e as alterações que ocorrem em casos de lesões ou disfunções nesse movimento. Os exercícios pliométricos conhecidos como exercícios de ciclos de encurtamento e alongamento, desempenham um papel essencial no aumento do poder de explosão das extremidades inferiores. Entre esses exercícios, um amplamente utilizado os saltos a partir de uma determinada altura. Esse movimento, caracterizado por saltar de uma altura e, ao pousar, realizar um salto vertical máximo. Tem como principal característica a ação de uma energia potencial gravitacional, que age ao se saltar de uma superfície mais alta que é transferida, em parte, para uma energia potencial elástica, armazenada ao longo dos tecidos musculares e tendões. Além disso, ocorre a força muscular realizada pelos membros inferiores no sentido de desacelerar a queda e promover o salto vertical subsequente. Como todo salto, lesões podem ocorrer na repetição dos saltos, ou em movimentos feitos de maneira incorreta, e por isso é tão importante essa análise cinética e cinemática dos movimentos. A presente pesquisa tem como objetivo, apresentar os conceitos dessas análises através de uma revisão narrativa.

Palavras chave: Salto vertical. Análise cinética. Análise cinemática. Ciclo do alongamento-encurtamento.

1 Introdução

A estrutura muscular humana chamada por alguns autores de arquitetura muscular, tem características próprias, e está intimamente associada ao desempenho, além de ser adaptável aos diversos tipos de treinamento. Em treinamentos de resistência, foram observados um aumento na espessura do fascículo, e esse aumento possui correlação com a capacidade de produção de força (BARBOSA, 2015). Todas as atividades humanas, especialmente as esportivas, exigem variadas demandas do tecido muscular de forma heterogênea, abrangendo diferentes padrões de movimentos (SILVA, 2017).

Em grande parte dos esportes, o salto está presente, desde os de cunho recreativo, quanto os profissionais. Os saltos são formados de duas fases distintas: a fase de decolagem e a de aterrissagem que, por sua vez, é muitas vezes relacionada a lesões dos membros inferiores (NORDIN; DUFEK, 2017). As análises cinemáticas e cinéticas dos diversos movimentos é imprescindível, pois através delas é que se torna possível o entendimento da biomecânica humana. Com elas é possível demonstrar a dinâmica de movimento em pessoas saudáveis e as alterações que ocorrem em casos de lesões ou disfunções nesse movimento (REABILITECH, 2018).

Segundo Hamill, Bates e Holt (1992, apud BARBOSA, 2015), é chamada de cinética a área de estudo responsável pelo exame das forças que agem sobre um sistema, seja ele o corpo humano ou um objeto, e visa analisá-las elucidando suas causas e efeitos. São analisadas em uma investigação cinética, as forças externas e internas inerentes a um determinado movimento, e estas são transformadas em rotações dos segmentos que por sua vez produzem o movimento estudado (BARBOSA, 2015). Segundo Barbosa (2015, p. 32) “As forças externas mais comuns são a força da gravidade, força de reação do solo e as forças de resistência dos fluidos”.

Já a análise cinemática, segundo Sousa et. al. (2007, apud BARBOSA, 2015), consiste em uma caracterização do movimento, sem utilização de referência às forças envolvidas. Muitas vezes, a análise é feita com base em vídeo, utilizando sistemas de análise de movimento em 3

dimensões, de alta precisão. Com o avanço da tecnologia, existem diversos softwares comerciais que podem ser utilizados para análise cinemática.

De maneira geral, os saltos são considerados de suma importância em diversos esportes, e está presente em diversos testes de aptidão física. Em geral, os saltos são considerados essenciais em diversas modalidades esportivas como o vôlei e o basquete (NORDIN; DUFEK, 2017).

Os saltos, independentes de sua nomenclatura, são compostos de duas fases distintas: a decolagem e a aterrissagem. Na decolagem em saltos chamados contra-movimentos, acontece um alongamento das unidades miotendíneas em músculos dos membros inferiores, como por exemplo, glúteo máximo, quadríceps e tríceps sural, em um ciclo de encurtamento – alongamento, onde ocorre armazenamento de energia potencial elástica, e em seguida ocorre a contração muscular que otimiza e gera o deslocamento do corpo (MALFAIT et al, 2016). Dessa forma a rápida transição entre ações excêntrica e concêntrica reduz o tempo de contato com o solo e favorece os mecanismos do ciclo alongamento-encurtamento garantindo máximo desempenho durante a fase de impulsão e os mecanismos responsáveis são: (I) pré-ativação das unidades motoras, (II) maior ativação muscular decorrente do reflexo miotático, (III) acúmulo e utilização da energia elástica muscular e (iv) maior tempo para produção de força (MARCHETTI,P,H.,et al.2017).

Já na aterrissagem, que é definida como contato inicial ao solo associado ao pico da força de reação ao solo, ocorre de forma simultânea um momento de extensão do joelho, flexor de quadril, com duração média de 10 milissegundos (MALFAIT et al, 2016). Neste momento, a musculatura que cruza essas articulações, em especial o glúteo máximo, quadríceps e tríceps sural, atua de forma a reduzir a velocidade vertical do centro de massa (SILVA, 2017), permitindo uma boa absorção da força de reação do solo. A postura do tronco nessa fase de aterrissagem deve ser observada, uma vez que as realizadas com tronco mais ereto e menores valores de flexão de joelho e quadril, levam ao aumento do tamanho da força de reação do solo e uma redução da absorção desta em membros inferiores e um momento adutor de joelho e aumento de cisalhamento anterior tibial, a observância dessa postura,

pode levar à lesão musculoesquelética nos membros inferiores, muito comum nas práticas esportivas (LEPORACE, et. al., 2010).

Os chamados exercícios pliométricos, que também são conhecidos como exercícios de ciclo de encurtamento - alongamento, desempenham um papel essencial no aumento da potência muscular das extremidades inferiores. Entre esses exercícios, um amplamente utilizado é o *drop jumping* ou *deep jumping* (VITASSALO; SALO; LAHTINEN, 1998).

Executar um drop jump envolve saltar de uma altura e, ao pousar, realizar um salto vertical máximo. Os músculos das extremidades inferiores realizam um ciclo de alongamento e encurtamento (SSC), durante o qual foi encontrado que a fase excêntrica de alongamento influencia a concêntrica subsequente fase de encurtamento. Durante o SSC, o uso de energia elástica e ativação do reexcesso do sistema neuromuscular tem se mostrado importantes para a produção de energia na fase propulsora do salto seguinte. A capacidade do músculo para armazenar e usar energia elástica foi encontrada para depender do comprimento do músculo e velocidade de alongamento, a força no fim da fase de alongamento e tempo de acoplamento entre as fases excêntrica e concêntrica (VITASSALO; SALO; LAHTINEN, 1998, p. 432, tradução nossa).

Nos saltos estilo *Drop Jump*, segundo Aplicacoesfisioex (2018), existe a força realizada pelos membros inferiores, a força elástica potencial, armazenada ao longo dos tecidos musculares e tendões dos mesmos, além de uma energia gravitacional, já que o salto é realizado de uma superfície mais alta, conforme figura 1:

Figura 1 – Movimento Drop Jump (DJ).



Fonte: RODRIGUES; CHAGAS, 2009.

Essa força gravitacional proporcionada pelo salto em superfície mais elevada, leva a uma altura ainda maior no salto seguinte.

Em cinesiologia uma combinação de diversas articulações que unem segmentos sucessivos constitui uma cadeia cinemática. Esta pode ser considerada de duas formas, cadeia cinemática aberta e cadeia cinemática fechada. Em uma cadeia cinemática aberta, o segmento distal da cadeia se move no espaço, enquanto que em uma cadeia cinemática fechada o segmento distal está fixo e as partes proximais se movem (HOGLUM, PA. BERTOTTI, BD. 2014). Já a cinética vem busca fazer uma análise das forças que, geram, param ou modificam o movimento do corpo como um todo ou de segmentos individuais.

O Movimento Drop Jump se trata de um movimento em cadeia cinética fechada, a fase de aterrissagem, ao se ser executada com aumento de flexão de tronco promove subsequente aumento de flexão de quadril, joelhos e tornozelos causando uma redução da força de cisalhamento anterior da tibia (BEGALLE, 2012).

Nas fases de aterrissagem os músculos dos membros inferiores são solicitados a manter o alinhamento articular e minimizar as forças sobre as articulações. No momento onde há o contato com o solo, o musculo tríceps sural controla de maneira excêntrica a dorsiflexão, o músculo quadríceps controla de forma excêntrica a flexão de joelhos associado a uma Co contratação dos isquiotibiais afim de contrabalançar o cisalhamento anterior tibial. Com a contração do quadríceps, e o glúteo máximo controla de forma excêntrica a flexão de quadril (NORDIN; DUFEK, 2017; ZEBIS, et al, 2009; LI, et al.1999).

Os saltos geralmente estão associados a lesões dos membros inferiores, geralmente as lesões tendinosas, calcaneares e patelares, e lesões ligamentares, em especial do ligamento cruzado anterior (NORDIN; DUFEK, 2017). Posturas inadequadas na aterrissagem são apontadas como causadoras da ruptura do ligamento cruzado, como aterrissagem com tronco em maior extensão. Isso porque existe nessa postura um aumento de força de reação do solo, momentos extensores de joelho aumentado e maior força de cisalhamento anterior da tibia. O aumento da flexão de tronco favorece a

abdução do joelho, sendo então um fator de proteção dessa ruptura (SHIMOKOCHI, *et al*, 2013; POLLARD; SIGWARD; POWERS, 2010). Outro problema discutido, é a fadiga dos extensores de quadril, já que a ativação do glúteo máximo em saltos repetidos, causa baixa capacidade de estabilidade, e o indivíduo se mantém em posturas mais eretas a fim de evitar desequilíbrios anteriores (POLLARD; SIGWARD; POWERS, 2010).

As análises cinéticas e cinemáticas do Drop Jump podem identificar falhas de movimento e evitar assim lesões de membros inferiores, desta forma o presente estudo busca fazer uma revisão sobre a análise cinética e cinemática do movimento de drop jump, bem como relacionar suas implicações sobre a mecânica dos membros inferiores.

2 METODOLOGIA

A presente pesquisa é classificada como revisão narrativa da literatura, que segundo Mattos (2015), é o processo de busca, análise e descrição de um corpo do conhecimento em busca de respostas, baseada na leitura de materiais já escritos e publicados. A realização da presente pesquisa, ocorreu a partir de uma revisão bibliográfica de livros e artigos indexados em bases de dados como *SciELO* (Scientific Electronic library Online), Pubmed e Periódicos Capes. Foram utilizados os descritores “Drop Jump Moviment,” “cinematyc analisis Drop Jump” “Shortening Lenght Cycle”.

Como Critério de elegibilidade, foram selecionados artigos que contivessem em seus respectivos títulos pelo menos um dos descritores de busca; “cinética”, “cinemática”, “drop jump”, “jump” e shortening lenght cycle. Logo após, foi feita a leitura dos resumos para verificar se os trabalhos continham questões relacionadas a biomecânica de membros inferiores, os que não apresentavam foram excluídos.

3 RESULTADOS

Dos 425 trabalhos retornados como resultados as buscas realizadas, foram incluídos então através da leitura de títulos 30 artigos que apresentavam

estudos acerca de saltos e continha pelo menos um dos descritores citados, mas através da leitura de resumos, apenas 20 tratavam de tema semelhante, relacionando a biomecânica de membros inferiores. Após leitura completa dos artigos selecionados, optou-se pela exclusão de mais 12 referencias, que não se relacionavam com os objetivos deste estudo. Portanto, após a aplicação dos critérios de inclusão/exclusão, o número de referências selecionadas resultou em 08 artigos conforme consta nas referências bibliográficas. Alguns estudos foram utilizados apenas para conceituação. A tabela 1 apresenta um esquema resumido dos principais achados e delineamento metodológicos dos estudos incluídos nessa revisão.

Tabela 1 – Descrição de estudos incluídos

| Estudo | Design | Objetivo | Resultados | Conclusão |
|-----------------------------------|-----------------------|--|---|--|
| BACKBURN, J T; PADUA, A D., 2009. | Pesquisa Exploratória | Determinar o efeito da flexão do tronco nas forças de pouso e na ativação do quadríceps durante o pouso. | A flexão do tronco diminuiu a força de reação vertical do solo ($P < 0,001$) e a amplitude eletromiográfica do quadríceps ($P < 0,001$). O efeito da flexão do tronco não diferiu entre os sexos nas forças de aterrissagem ou na atividade eletromiográfica do quadríceps. | A flexão do tronco durante o pouso reduziu as forças de aterrissagem e a atividade do quadríceps, reduzindo potencialmente a força transmitida ao LCA. Pesquisas indicaram que a flexão do tronco durante o pouso também aumenta a flexão do joelho e do quadril, resultando em uma postura de aterrissagem menos ereta. Em combinação, esses achados suportam a ênfase na flexão do tronco durante o pouso como parte dos programas de prevenção de lesões do LCA. |
| LEPORACE, G et al, 2010. | Pesquisa Exploratória | Comparar a cinemática angular e temporal dos membros inferiores, aterrissagens de saltos unilaterais e bilaterais. | Os resultados indicam que, nas aterrissagens unilateral e bilateral, os atletas não apresentaram diferenças na flexão do quadril. Porém a flexão e valgismo do joelho, foram maiores em aterrissagem unilateral quando comparada com a aterrissagem bilateral. Indicando que aterrissagens unilaterais apresentam maiores riscos de lesões de LCA, bem como lesões em tendões anteriores e capsula articular do joelho. A | Em conclusão, os resultados deste estudo apóiam a premissa de que a cinemática dos membros inferiores se altera em função da configuração da conduta motora realizada em homens. Dessa forma pode-se observar que aterrissagens em apoio unilateral tende a gerar uma postura de membro inferior, com articulações de quadris, joelhos e tornozelos mais estendidas e com maior grau de valgismo do que em aterrissagens com apoio bilateral, assim as aterrissagens unilaterais |

| | | | | |
|---------------------------|-----------------------|---|--|--|
| | | | diferença no tempo de aterrissagem entre as duas condutas não teve significância estatística. | geram uma postura como descrito na literatura de maior risco de lesão do Ligamento Cruzado Anterior. |
| MALFAIT, B., et al., 2016 | Pesquisa Exploratória | O objetivo foi avaliar se a variação na cinemática do pouso no plano sagital está associada à variação nos padrões de ativação neuromuscular dos grupos musculares quadríceps-isquiotibiais durante a queda dos saltos verticais (JDV). | O ângulo de flexão do joelho de pico foi significativamente associado positivamente com a ativação dos músculos {VM vasto medial, HM semimembranoso e HL bíceps femoral} durante a fase preparatória e de contato inicial e com o vetor {VL, HL} durante a fase de pico de carga ($p < 0,05$). Os pequenos ângulos de flexão do joelho foram significativamente associados a maiores amplitudes do HL durante a fase preparatória e de contato inicial ($p < 0,001$). As amplitudes de {VM, VL} e {VL, HL} foram significativamente associadas positivamente com o pico de ângulo de flexão do quadril durante a fase de pico de carga ($p < 0,05$). Os pequenos ângulos de flexão do quadril foram significativamente associados com maiores amplitudes de VL durante a fase de pico de carga ($p = 0,001$). Os maiores | Este estudo demonstrou associações claras entre os padrões de ativação neuromuscular e a cinemática de aterrissagem no plano sagital durante partes específicas da aterrissagem. Esses achados indicaram que um padrão de aterrissagem ereta, caracterizado por menor flexão de quadril e joelho, foi significativamente associado a um aumento da ativação neuromuscular medial e posterior (atividade isquiotibial dominante) durante a fase preparatória e de contato inicial e um aumento da ativação neuromuscular lateral (vasto lateral) durante a fase de pico de carga. |

| | | | | |
|---|--------------------|---|---|---|
| | | | momentos externos de abdução e flexão do joelho foram encontrados nos participantes que aterrissavam com articulações do joelho e quadris menos flexionados. | |
| MOSER , AD de L; MALUCELLI, MF; BUENO, SN., 2010. | Estudo transversal | O presente estudo busca identificar na literatura, possíveis divergências conceituais acerca dos termos cadeia cinética aberta e cadeia cinética fechada. | A análise de alguns estudos evidências, além de divergências sobre a denteção de cadeia cinética fechada e aberta, os riscos e benefícios de cada tipo de cadeia. Observa-se, uma, forte tendência a estabelecer que exercícios em cadeia cinética fechada tendam a promover mais função do que os exercícios em cadeia cinética aberta, porque envolvem primariamente atividades de sustentação do peso do corpo. Entretanto nota-se que na maioria dos estudos existe uma tendência em analisar sempre os mesmos movimentos, como por exemplo o agachamento e cadeira extensora, afirmando que o exercício em cadeia cinética fechada possa ser mais funcional que o exercício em cadeia cinética aberta. Porém quando se observa em um | Todos os exercícios envolvendo apenas uma articulação deveriam ser chamados exercícios isolados e o termo cadeia cinética fechada deveria ser dividido em três categorias: cadeia cinética fechada, onde apresenta pelo menos uma de suas extremidades fixas mas não necessariamente estáticas; cadeia cinética restrita onde uma extremidade se encontra se fixa e a outra restrita, que pode ser guiada ou ter qualquer tipo de restrição e cadeia cinética, caracterizada por movimentos multiarticulares , com uma extremidade fixa e a outra livre, assim não sendo previsível. E a relevância de se distinguir os diferentes tipos de cadeia é que, ao se restringir o grau de liberdade de movimento, influencia-se o recrutamento de proprioceptores. Isto quer dizer que quanto menos restrito for o exercício, mais proprioceptores serão |

| | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------|---|---|--|
| | | | espectro maior, usando o exemplo do ombro, vemos que o movimento de flexão e abdução desta articulação que acontecem em uma cadeia cinética aberta, também são de extrema funcionalidade. | recrutados, mais estabilização dinâmica estará envolvida e, conseqüentemente, menor será a carga que poderá ser utilizada com segurança. |
| NORDIN, AD; DUFEK, J.S., 2017. | Pesquisa Exploratória | Investigar intra-sujeito mudanças na variabilidade da extremidade inferior após manipulações de altura de aterrissagem usando o desvio padrão (SD) e coeficiente de variação (CV) entre os ângulos e momentos de pico sagital da extremidade inferior da articulação. | Os ângulos e momentos articulares aumentaram com a maior altura de aterrissagem ($p < 0,001$), destacando as diferenças inter-articulares (Flexão: Joelho > Quadril > Tornozelo, $p < 0,001$; Momento Extensor: Quadril > Joelho > Tornozelo, acima de 60% da altura máxima do salto vertical, $p < 0,05$). O SD cinemático e cinético aumentou com magnitudes variáveis, enquanto CV diminuiu em maiores alturas de aterrissagem ($p \leq 0,016$). | Ao final do estudo destacara-se a redução da variabilidade dos membros inferiores na maior altura de aterrissagem, quando expressos em relação à magnitude de cada variável de extremidade inferior. A articulação do joelho demonstrou a maior diminuição da variabilidade cinética relativa na maior altura de aterrissagem, possivelmente ressaltando mecanismos de lesão sem contato, à medida que maiores cargas são aplicadas a estruturas idênticas dentro de uma mesma região da articulação, levando o dano tecidual. |

| | | | | |
|---|----------------------------|---|---|---|
| <p>POLLARD, CD; SIGWARD, SM; POWERS, C. M., 2010.</p> | <p>Estudo Transversal</p> | <p>Explorar a relação entre a cinemática do plano sagital e o movimento do joelho no plano frontal.</p> | <p>Indivíduos no grupo de baixa flexão demonstraram aumento dos ângulos do valgo do joelho ($P = 0,02$, tamanho do efeito 0,27), aumento dos momentos adutores do joelho ($P = 0,03$, tamanho do efeito 0,24), diminuição da absorção de energia no joelho e quadril ($P = 0,02$, tamanho do efeito 0,25 e $P < 0,001$, tamanho de efeito 0,59) e EMG de vasto lateral aumentado quando comparado com indivíduos no grupo de alta flexão ($P = 0,005$, tamanho de efeito 0,35).</p> | <p>Atletas do sexo feminino com movimento limitado no plano sagital durante o pouso exibem um perfil biomecânico que pode colocar esses indivíduos em maior risco de lesão do ligamento cruzado anterior.</p> |
| <p>SHIMOKOCHI, Y, et al., 2009</p> | <p>Estudo transversal.</p> | <p>Examinar as relações do momento extensor do joelho com os momentos flexores plantares e extensores do quadril e examinar a relação entre o momento do joelho e o centro de pressão como uma medida da resposta neuromuscular à</p> | <p>Menor KEMpk (momento do pico extensor do joelho) relacionado com ambos os maiores AM (momento do tornozelo no plano sagital) ($r = -0,942$, $P < 0,001$) e HM (momento do quadril no plano sagital) ($r = -0,657$, $P = 0,003$). Nós também descobrimos que mais deslocamento anterior do centro de massa foi relacionado com maior AM ($r = -0,750$, $P < 0,001$) e menor KEMpk ($r = 0,618$, $P = 0,006$).</p> | <p>Os participantes que inclinam todo o corpo para frente durante o pouso podem produzir mais momento flexor-plantar e menor momento extensor do joelho, possivelmente aumentando o momento extensor do quadril e diminuindo a produção de momento extensor do joelho. Estes resultados sugerem que a inclinação para a frente pode ser uma técnica para diminuir a demanda de contração do quadríceps enquanto aumenta a demanda de concentração dos isquiotibiais durante o pouso em uma perna.</p> |

| | | | | |
|--|--|---|--|---|
| | | posição do centro de massa. | | |
| VITASALO, J.T. ; SALO, AKI; LAHTINEN, J., 1998 | | Comparar o funcionamento neuromuscular dos músculos das extremidades inferiores com alguns parâmetros cinéticos e cinemáticos antes e durante o contato com o solo em saltos de duas alturas [0,4 m (DJ40) e 0,8 m (DJ80)] em 7 saltadores triplos altamente treinados e 11 controles fisicamente ativos. | Os saltadores triplos saltaram 32% mais em DJ40 e 34% em DJ80, tiveram menor tempo de frenagem e total de contato, e maiores forças de reação vertical e média do solo do que os controles. Em ambos os saltos no eletromiograma, a pré-atividade dos músculos vastos lateral e gastrocnêmico começou mais cedo nos saltadores do que nos controles. Para o grupo controle, o aumento na altura de queda foi associado a uma diminuição na força de propulsão, e resultou em mais ângulos do joelho e tornozelo estendidos no toque para baixo e ângulos mais flexionados na posição mais profunda do que para os saltadores. Todos os deslocamentos angulares para DJ80 foram maiores que para DJ40 no grupo de controle. | Os saltadores treinados e controles diferiram em relação ao funcionamento neuromuscular no exercício, uma vez que indivíduos treinados apresentam maiores índices de ativação neuromuscular pré atividade. Houve diferença no salto relacionado a frenagem e potência, sendo que os saltadores treinados apresentaram menores valores de frenagem e maior altura de salto em relação aos controles devido ao fato de possuírem seu sistema muscular com maior ativação neuromuscular e maior rigidez. Dessa forma conseguem responder mais rapidamente ao estímulo de frenagem e realizar maior armazenamento de energia potencial elástica, conferindo maior possibilidade de gerar potência de salto. |

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O salto, peça fundamental em diversos esportes, apresenta risco de lesões se não observados aspectos fisiológicos e ergonômicos. O estudo de formas de melhoria no impulso e forças envolvidas em cada tipo de salto, pode ser útil para aprimoramento da performance do atleta, mas também pode auxiliar na prevenção de lesões de membros inferiores.

O estudo cinético e cinemático, proporciona uma visão detalhada dos movimentos, tornando possível aos profissionais envolvidos com as atividades, identificar fatores de riscos e dessa forma intervir na melhoria da execução dos saltos, gerando aumento de performance esportiva, e também a redução do risco de lesões.

Dessa forma segundo (MOSER, AD de L; MALUCELLI, MF; BUENO, SN., 2010), em seu trabalho vem mostrar que ainda hoje existem muitas divergências sobre as classificações das cadeias cinéticas e sobre seu uso adequado na prática clínica. Além disso salienta a importância do conhecimento adequado destas, uma vez que cada uma irá determinar graus de liberdade de movimentos diferentes, sendo que quanto menor for a restrição do movimento maior será o recrutamento dos proprioceptores, gerando maior estabilização dinâmica e menor será a carga a ser usada com segurança, já se a restrição for grande, haverá menor ativação de proprioceptores consequentemente menor estabilização dinâmica envolvida e maior carga de forma segura pode vir a ser utilizada. Estes fatores vêm contribuir para o clínico na escolha de seus exercícios de forma segura adequando-os a cada fase de sua reabilitação.

Através das análises dos padrões de saltos e análise das forças intrínsecas envolvidas no movimento alterar padrões visando sobrecarregar ou retirar sobrecarga de determinadas articulações, como no trabalho de (BACKBURN, J T; PADUA, A D.,2009) e (MALFAIT, B., et al., 2016) que nos mostra o fato de aterrissagens com o tronco mais fletido ocasionou a redução da força de reação do solo, redução da eletromiografia de quadríceps e energia transmitida ao ligamento cruzado anterior que seria muito útil nas fases iniciais

de reabilitação de lesões de LCA, onde consegue trabalhar o gestual do indivíduo com segurança e também em casos de lesões tendinosas do tendão quadricipital. E ainda mostram determinadas angulações de membros inferiores levam a diferentes padrões de ativações musculares diferentes, como por exemplo em ocasiões onde os indivíduos aterrissam com tronco mais ereto e menor flexão de quadril e joelhos causam maiores sobrecargas em músculos isquiotibiais. Corroborando com os estudos supracitados, (SHIMOKOCHI, Y, et al., 2009), aponta que participantes que inclinaram o tronco anteriormente durante as aterrissagens unipodais, apresentaram maior momento flexor plantar, menor momento extensor de joelho e maior momento extensor de quadril. Esta estratégia reduz a sobrecarga em região de quadríceps e aumenta a demanda em músculos de quadril e isquiotibiais. Contribuindo assim para os profissionais de saúde identificarem padrões de sobrecarga e ou permitindo o uso de uma alteração de padrão na tentativa de otimizar o trabalho de um grupamento específico.

Em seu estudo (LEPORACE, G et al, 2010.), vem nos mostrar que a cinemática muda de acordo com a demanda imposta ao sistema e expõe que quando comparamos saltos unipodais e bipodais, não se encontra diferença em relação a movimentação da articulação do quadril, porém a articulação do joelho apresentou maiores graus de flexão e de valgismo em aterrissagens unipodais. Possivelmente devido a um aumento da energia imposta no membro apoiado, sobrecarregando os estabilizadores dinâmicos levando a uma incapacidade em manter o alinhamento. Em uma outra análise da relação da cinemática do plano sagital e sua relação a movimentação do plano frontal, (POLLARD; SIGWARD; POWERS, 2010), apresenta que a redução da movimentação no plano frontal ou seja, uma redução da flexão, principalmente de joelhos e quadris leva a um aumento da movimentação no plano frontal, nos mostrando algumas das possíveis lesões sem contato permitindo que padrões de movimentos que geram maiores sobrecargas nos tecidos possam ser identificados e trabalhados prevenindo danos teciduais.

Seguindo na mesma linha (NORDIN; DUFEK, 2017), aponta que a execução de saltos de alturas diferentes também gera respostas diferentes do sistema osteomioarticular, uma vez que maiores alturas geram menor

variabilidade de gestual e, por conseguinte uma sobrecarga de repetida em determinadas estruturas, principalmente na articulação do joelho, podendo levar a uma perda da integridade tecidual.

As análises cinéticas, e cinemáticas contribuem para o melhor entendimento do movimento, sua relação com o meio, e as formas mais seguras de realização de determinados movimentos. O Drop Jump é um movimento que conta com o auxílio da força gravitacional, que melhora ainda mais o salto, ajudando em saltos mais altos. Analisar as forças que agem nesse movimento, os impactos sofridos em cada parte do corpo envolvida auxiliam na prevenção de lesões comuns em saltos, e se mostra de suma importância no âmbito esportivo. Através das análises cinéticas e cinemáticas foi possível por exemplo, que estudos como o realizado por (Vitasalo, Salo e Lahtinen 1998) cheguem a resultados quantitativos que demonstram com clareza a ação gravitacional em saltos em duas alturas. Esse resultado é útil tanto para a melhoria dos treinos, quanto para a prática clínica, já que com o conhecimento das forças e movimentos, programas preventivos de lesões podem ser criados, e tratamento de lesões já existentes, podem ser facilitadas através do conhecimento dos fatores causadores da lesão.

SAAR SEQUETO, Gleiverson. KINETIC AND CINEMATIC ANALYSIS OF THE DROP JUMP MOVEMENT: AND ITS IMPLICATIONS ON LOWER MEMBERS: Narrative Review

ABSTRACT

The human muscular structure has its own characteristics, among them that of adaptation to the most diverse movements and types of training. In the practice of several sports, an important element is the jump, which can be of several types. The kinematic and kinetic analysis of the movements makes possible the understanding of human biomechanics, and it is possible to demonstrate the dynamics of movement in healthy people and the changes that occur in cases of injuries or dysfunctions in this movement. Plyometric exercises, which are known as stretch reduction cycle exercises, play a key role in increasing the blast power of the lower extremities. Among these exercises, one widely used is drop jumping or deep jumping. This movement, characterized by jumping from a height and, when landing, performing a maximum vertical jump, has as main differential of other plyometric exercises, it is the action of a gravitational energy, that acts when jumping of a higher surface, besides the strength performed by the lower limbs, the potential elastic force, stored along the muscle tissues and tendons. Like all leaps, injuries can occur in the repetition of jumps, or in movements made incorrectly, and so this kinetic and kinematic analysis of movements is so important. The present research aims to present the concepts of these analyzes through a narrative review.

Keywords: Drop Jump. Kinetic analysis. Kinematic analysis. Shortening length cycle.

REFERÊNCIAS

- APLICACOESFISIOEX. **Potência Anaeróbia e Força Reativa**. [S. l.], 2018. Disponível em: <<https://aplicacoesfisioex.wordpress.com/2013/05/16/aula-10-05-2013-potencia-anaerobia-e-forca-reativa/>>. Acesso em: 11 dez. 2018.
- BARBOSA, JA. **Análise cinética, cinemática e eletromiográfica da flexão de braços**: estudo exploratório. 2015. 86 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2015.
- BACKBURN, J T; PADUA, A D. Sagittal-Plane Trunk Position, Landing Forces, and Quadriceps Electromyographic Activity. **Journal of Athletic Training**, v. 44, n 2, p. 174-179, abr. 2009.
- LEPORACE, G et al. Diferenças na cinemática entre dois tipos de aterrissagens em atletas de voleibol masculinos. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**, v. 12, n. 6, p. 464-470, 2010.
- LI, G., et al. The importance of quadriceps and hamstring muscle loading on knee kinematics land in-situ forces in the ACL. **Journal of Biomechanics**, v. 32, n. 4, p.395-400, 1999.
- HOUGLUM, P A. BERTOTI, D B. Cinesiologia clínica de Brunnstrom. **Manole**, 6ª edição, p.16, 2014.
- MALFAIT, B., et al. Knee and Hip Joint Kinematics Predict Quadriceps and Hamstrings Neuromuscular Activation Patterns in Drop Jump Landings. **Plos/one**, v. 11, n. 4, 2016.
- MARCHETTI, P, H., et al. Técnicas De Aterrissagem Afetam O Desempenho E Estresse Mecânico Durante Drop Jump. **Rev Bras Med Esporte** – Vol. 23, n 3, Mai/Jun, 2017
- MATTOS, P. de C. **Tipos de revisão de literatura**. Botucatu, 2015. Disponível em: <<http://www.fca.unesp.br/Home/Biblioteca/tipos-de-evisao-de-literatura.pdf>> Acesso em: 22 jan. 2019.
- MOSER , AD de L; MALUCELLI, MF; BUENO, SN. Cadeia cinética aberta e fechada: uma refl exão crítica. **Fisioter Mov.**, v. 23, n. 4, p. 641-650, out./dez., 2010.
- NORDIN, AD; DUFEK, J.S. Lower extremity variability changes with drop-landing height manipulations. **Research in Sports Medicine**, v. 25, n.2, p.1-12, 2017.

POLLARD, CD; SIGWARD, SM; POWERS, C. M. Limited hip and knee flexion during landing is associated with increased frontal plane knee motion and moments. **Clinical Biomechanics**, v. 25, n. 2, p. 142-146, Fev. 2010.

REABILITECH. **Análise cinemática e cinética dos movimentos humanos**. 21 mar. 2018. Disponível em: <<https://www.reabilitatech.com.br/analise-cinematica-e-cinetica-dos-movimentos-humanos/>>. Acesso em: 06 jan 2019.

RODRIGUES, CGF; CHAGAS, MH. Comparação do desempenho em saltos verticais entre jogadores de futebol de diferentes posições da categoria infantil. **Rev Bras Futebol**, v. 2, n. 2, p. 12-19, jul.-dez. 2009.

SILVA, RS. Biomecânica do salto e lesões associadas. In: **Sociedade Nacional de Fisioterapia Esportiva**; Macedo CSG, Reis FA, organizadores. PROFISIO Programa de Atualização em Fisioterapia Esportiva e Traumatologia: Ciclo 6. Porto Alegre: Artmed Panamericana; 2017. p. 37-70. Sistema de Educação Continuada a Distância, v. 4.

SHIMOKOCHI, Y, et al. The Relationships Among Sagittal-Plane Lower Extremity Moments: Implications for Landing Strategy in Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention. **Journal of Athletic Training**, v. 44, n. 1, p. 33-38, Jan-fev, 2009.

VITASALO, J.T. ; SALO, AKI; LAHTINEN, J. Neuromuscular functioning of athletes and non-athletes in the drop jump. **Eur J Appl Physiol**, v. 78, n. 5, p. 432-440, set., 1998.

ZEBIS, M.K, et al. Identification of Athletes at Future Risk of Anterior Cruciate Ligament Ruptures by Neuromuscular Screening. **American Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 10, p. 1967-1973, Out. 2009.