Artigo original Recebido em: 16/05/2025 Parecer emitido em: 18/07/2025

ALMEIDA, F.D. de; REBELO, T.R.; MENDES, A.L. da S.; GOMES, S. da S.; Avaliação da simetria unilateral e bilateral após a reconstrução do ligamento cruzado anterior no movimento de aterrizagem. **Coleção Pesquisa em Educação Física**, Várzea Paulista, v.24, n.01, p.55-63, 2025. ISSN; 1981-4313.

# AVALIAÇÃO DA SIMETRIA UNILATERAL E BILATERAL APÓS A RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR NO MOVIMENTO DE ATERRIZAGEM

# EVALUATION OF UNILATERAL AND BILATERAL SYMMETRY AFTER RECONSTRUCTION OF THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT IN THE LANDING MOVEMENT

Fabrício Duarte de Almeida[1]
Thaisa Roxo Rebelo[2]
André Luiz da Silva Mendes[1]
Sandro da Silva Gomes[3]
[1]Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (Brasil)
[2]Universidade Anhembi Morumbi/SP(Brasil)
[3]Hospital Pró-Cardíaco - Rio de Janeiro(Brasil)

**RESUMO**

O estudo tem como objetivo a análise dos parâmetros de salto unilateral e salto bilateral durante a fase de aterrissagem em pacientes atletas amadores submetidos a cirurgia de ligamentoplastia de Cruzado Anterior (LCA). Um total de 20 pacientes do sexo masculino submetidos a cirurgia de ligamentoplastia e reabilitação fisioterapeutica durante 4 estágios de tratamento. Foi utilizada uma plataforma de força para mensuração das forças de reação vertical do solo (FRS) durante os movimentos de saltos unilaterais e bilaterais em membros inferiores operados e não operados. Os valores máximos e médios da Força de Reação do Solo vertical e os maiores números encontrados nos seis melhores saltos realizados foram registrados após 15, 25 e 35 semanas consecutivas após a cirurgia de reconstrução do LCA analisados e comparados durante as semanas seguidas de testes. Após 15 semanas de pós cirurgia de LCA, a FRS durante os saltos foi significativamente menor entre os saltos unilaterais e saltos bilaterais em membros submetidos a cirurgia quando comparados com membros não operados. Tais valores aumentaram após 25 semanas de tratamento, com diferenças significativas entre os parâmetros analisados no estudo diminuindo a discrepância entre membros. O déficit de FRS entre os membros diminuiu para os saltos unilaterais e para os saltos bilaterais, além da melhora considerável da média dos seis melhores saltos bilaterais. Após as 35 semanas de tratamento consecutivos após a cirurgia de reconstrução do LCA os valores da FRS foram aproximados entre os membros, porém sem relevância estatisticamente significativa. Entre 25 e 35 semanas de reabilitação fisioterápica após reconstrução do LCA, os pacientes obtiveram valores da FRS simétricos durante os testes físicos durante os saltos unilaterais e bilaterais para membros submetidos a cirurgia e não submetidos a cirurgia.
**Palavras-chave:** Reabilitação. Saltos. Simetria.

**ABSTRACT**

The study aims to analyze the parameters of unilateral and bilateral jumps during the landing phase in amateur athletes undergoing anterior cruciate ligament (ACL) surgery. A total of 20 male patients underwent ligament surgery and physiotherapy rehabilitation during 4 stages of treatment. A force platform was used to measure vertical ground reaction forces (GRF) during unilateral and bilateral jump movements in operated and non-operated lower limbs. The maximum and average values of vertical GRF and the highest numbers found in the six best jumps performed were recorded after 15, 25 and 35 consecutive weeks after ACL reconstruction surgery and analyzed and compared during the following weeks of testing. After 15 weeks post-ACL surgery, GRF during jumps was significantly lower between unilateral jumps and bilateral jumps in limbs undergoing surgery when compared with non-operated limbs. These values increased after 25

weeks of treatment, with significant differences between the parameters analyzed in the study, reducing the discrepancy between limbs. The GRF deficit between limbs decreased for unilateral and bilateral jumps, in addition to a considerable improvement in the average of the six best bilateral jumps. After 35 consecutive weeks of treatment after ACL reconstruction surgery, the GRF values were similar between limbs, but without statistical significance. Between 25 and 35 weeks of physical therapy rehabilitation after ACL reconstruction, patients obtained symmetrical GRF values during physical tests during unilateral and bilateral jumps for limbs that underwent surgery and those that did not undergo surgery.
**Keywords:** Rehabilitation. Jumps. Symmetry.

## INTRODUÇÃO

Toda atividade esportiva, seja de forma profissional ou recreativa, demanda habilidades específicas e a aplicação de várias técnicas de corrida, incluindo alterações de direção e saltos, tanto unilaterais quanto bilaterais. Frequentemente, as lesões relacionadas à prática esportiva surgem durante movimentos que envolvem troca de direção em uma perna, desaceleração, além de ações como aterrissagens de saltos e giros (Della Villa *et al.*, 2020).

Durante uma queda dinâmica na fase de aterrissagem, os pés tocam o chão, resultando em um aumento nas forças exercidas sobre os componentes da reação do solo. As cargas que atuam na cartilagem das articulações, nos tecidos moles e nos ossos variam conforme as características desses tecidos, a gravidade, o tipo de movimento realizado e a altura da queda. A magnitude da carga também é influenciada pela coordenação neuromuscular do indivíduo, pelo ângulo e pela estabilidade das articulações, pelo tipo de superfície onde ocorre a aterrissagem, além de fatores biológicos e físicos que desempenham um papel importante (Mikesky, 2000).

Lesão é definida como o afastamento de atividades de treinamento ou competição, requerendo atendimento médico ou fisioterapêutico, e envolve um diagnóstico de dano nos tecidos, além de quaisquer subdivisões relacionadas a esses critérios. Esse tipo de ocorrência é mais frequente entre homens adultos atletas do que entre mulheres e adolescentes. Os saltos alternados e as aterrissagens são exemplos de movimentos pliométricos, que se caracterizam por um alongamento intenso (fase excêntrica) seguido de um encolhimento muscular (fase concêntrica) (Nosiadek, 2007).

A prática de saltos verticais é uma maneira simples e eficaz de mensurar a potência mecânica. Durante a aterrissagem após um salto, há um impacto que gera forças de reação do solo muito elevadas, especialmente na direção vertical, ocorrendo em um intervalo de tempo muito curto. Nos saltos verticais, a força vertical de reação do solo pode variar de 300% a 800% do peso corporal da pessoa. Além disso, os valores máximos individuais das forças de reação vertical do solo em quedas de 1 metro podem alcançar até 14 vezes o peso corporal dos indivíduos (Fantini, 2001).

A habilidade de executar essa prova pode ainda ajudar na avaliação do estado de progressão de um atleta ou na determinação de um programa de treinamento efetivo. Outro estudo demonstrou que os valores da força de reação vertical do solo máximo pode ser reduzido pela atividade muscular, alterações na coordenação de movimento articular e do ângulo, além da própria técnica adequada de pouso amortecendo o impacto do corpo no solo (Aerts, 2013).

Os testes funcionais objetivos da extremidade inferior ajudam a determinar as capacidades funcionais das articulações durante atividades esportivas. Usados para determinar as limitações funcionais, que não podem ser determinadas apenas com testes musculares. Alguns autores têm se concentrado na avaliação da simetria do valor do parâmetro técnico durante a execução de saltos unilaterais e bilaterais e o significado dos testes de avaliação de risco de lesão (McElveen, 2010). A correlação entre os resultados encontrados de testes físicos e a habilidade de realizar saltos tem sido uma estratégia adotada para avaliação de saltos verticais unilaterais e bilaterais, sendo útil na avaliação funcional dos membros inferiores de pacientes após reconstrução do LCA. A relação entre os tipos de saltos e análise das forças de reação e equilíbrio muscular em pacientes após a cirurgia também tem sido avaliada.

As lesões esportivas estão frequentemente associadas a uma série de fatores e variáveis, que vão muito além das disfunções articulares nos membros. A presença de desequilíbrios na contração muscular, fadiga e alterações inflamatórias pode impactar significativamente a coordenação neuromuscular, resultando em dor e, consequentemente, comprometendo a função física do atleta. Além disso, elementos como a idade, o sexo e o nível de treinamento, assim como lesões preexistentes, desempenham um papel crucial na predisposição desses tipos de lesões. Portanto, é essencial que os atletas recebam treinamento e atenção especial a essas variáveis para minimizar o risco de lesões durante a prática esportiva.

Durante a fase final de reabilitação após a cirurgia de reconstrução do ligamento, a reabilitação foca em especial nos exercícios de fortalecimento muscular, exercícios proprioceptivos e de coordenação neuromuscular alternando os tipos de movimentos, em especial as atividades de saltos unilaterais e bilaterais ou treino de corrida associado com mudanças de direção (Risberg *et al*., 2007).

A análise da simetria dos membros durante os saltos unilaterais e bilaterais representa um importante teste funcional que pode complementar a avaliação ortopédica em pacientes que se submeteram a uma cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA). A maior parte dos exames, entretanto, é conduzida em esportistas cuja faixa etária varia entre 15 e 30 anos. Dessa maneira, propõe-se a investigação da recuperação do equilíbrio durante os saltos verticais em atletas com mais de 30 anos, além de procurar delinear um prognóstico referente ao retorno das atividades após a realização de cirurgia do ligamento cruzado anterior.

A restauração da capacidade de salto é importante, pois as rupturas do LCA são mais comuns em atletas devido ao mecanismo de lesão, na maioria das vezes durante uma aterrissagem inadequada, durante a queda associada a uma flexão e abdução da articulação do joelho com rotação excessiva em valgo do mesmo ou ainda em casos de extensão excessiva do joelho (Agel, 2007), evidenciando sua importância nos diferentes movimentos balísticos do cotidiano dos atletas como ocorre nos saltos e na corrida.

O presente estudo teve como finalidade analisar a simetria dos saltos verticais, tanto unilaterais quanto bilaterais, levando em consideração os parâmetros da força de reação vertical do solo. A pesquisa foi realizada com pacientes na faixa etária de 30 a 40 anos que estavam submetidos ao processo de reabilitação fisioterápica após a cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) do joelho.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Todos os envolvidos no estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, no qual estavam detalhadas informações relevantes sobre o experimento, além de garantias relacionadas à proteção de sua privacidade. O presente estudo foi desenvolvido no laboratório de biomecânica do movimento, localizado no Centro Integrado de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Este projeto recebeu a aprovação do comitê de ética em pesquisas da Universidade Anhembi Morumbi, em São Paulo, Brasil. O estudo foi conduzido em conformidade com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) do Ministério da Saúde brasileiro. Foram escolhidos para integrar a pesquisa atletas amadores do sexo masculino que passaram por uma cirurgia de ligamentoplastia do ligamento cruzado anterior. Para o enxerto, foram utilizados os tendões do músculo semitendinoso e do músculo grácil, ambos localizados na coxa. No total, foram realizados procedimentos em 10 membros direitos (articulação do joelho) e 10 membros esquerdos. Em média, o intervalo entre a ocorrência da lesão e a realização da cirurgia foi de cerca de 60 dias.

Para integrar-se ao estudo, os voluntários precisaram atender a uma série de critérios de inclusão, que são os seguintes:

1) Ser praticante regular de atividade física regular;
2) Ser submetido a cirurgia de correção do ligamento cruzado anterior (LCA) e utilizar o mesmo tipo de enxerto ligamentar;
3) Não apresentar quaisquer histórico de lesões musculoesqueléticas nos últimos seis meses que afetem os membros inferiores, a pelve ou a coluna lombar;
4) Concordar em participar de todas as fases de tratamento e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Os critérios estabelecidos para exclusão foram os seguintes:

1) Indivíduos que apresentem qualquer tipo de condição patológica nos membros inferiores ou na coluna vertebral;
2) Aqueles que não consigam realizar o tratamento proposto e os movimentos exigidos para o protocolo de testes de avaliação;
3) Voluntários que tenham passado por intervenções cirúrgicas nos últimos seis meses e/ou que estejam em tratamento para outras condições nos membros inferiores;

Os pacientes participaram de um programa de reabilitação fisioterapêutica imediatamente após a cirurgia de correção do ligamento cruzado anterior. Todos os indivíduos foram integrados a cada uma das etapas do tratamento, abrangendo as fases inicial, intermediária e final. Todos os participantes da pesquisa eram envolvidos em atividades esportivas recreativas, como futebol, basquete ou vôlei, com uma frequência média de pelo menos três vezes por semana. Todos os pacientes completaram as fases do programa de avaliação clínica e fisioterapêutica, bem como as etapas de reabilitação que foram realizadas tanto antes quanto após a cirurgia.

Os pacientes avaliados tinham uma idade média de 33 anos, com uma variação de 10,7 anos. Além disso, a altura média registrada foi de 181,6±7,9 cm, enquanto a massa corporal média dos participantes foi de 80,2±11,1 kg. Os pacientes estiveram envolvidos em todas as etapas do tratamento, assim como nas avaliações programadas para os períodos estabelecidos de 15, 25 e 35 semanas após a cirurgia de correção do ligamento cruzado anterior (LCA). A quantificação das forças de reação vertical do solo durante os saltos dos pacientes foi acompanhada por um médico Ortopedista durante todo processo de recuperação.

A restauração de parâmetros musculares, proprioceptivos, além das capacidades de realizar saltos unilaterais e bilaterais são um importante padrão de referência e de evolução do ponto de vista neuromuscular para o retorno da prática desportiva. Antes da primeira etapa de mensuração as amplitudes de movimento articular do joelho e as medidas das circunferências foram semelhantes entre os joelhos operados e o membro contralateral, além de serem capazes de realizar todas suas atividades funcionais diárias como por exemplo a realização de caminhada e trote.

Conforme o intuito da pesquisa, o componente vertical das forças de reação do solo foi registrado durante os saltos na fase de aterrissagem, quando os pés entram em contato com o solo. Esse registro foi realizado em uma plataforma de força mtd-balance Basic, localizada em Neunburg vorm Wald, Alemanha. Essa plataforma é equipada com dois sensores de captação dos sinais de força, possuindo uma capacidade máxima de medição vertical de até 3000N e uma área de detecção ativa de 65x65cm. Os dados obtidos foram, posteriormente, filtrados e processados utilizando o software Physiofeedback NX.

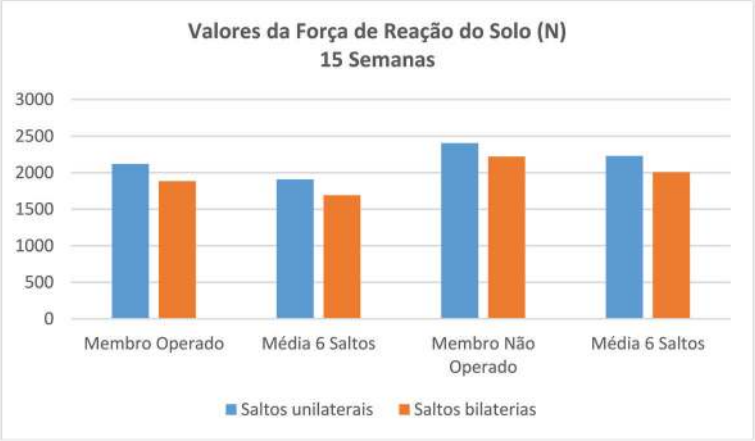
Os pacientes passaram por um processo de preparação, que incluiu um aquecimento por 10 minutos em uma bicicleta ergométrica antes do início das atividades programadas. Nas semanas de testes consecutivas, cada paciente participou de um total de seis atividades de saltos bilaterais, intercaladas com períodos de descanso. Esses exercícios foram seguidos por saltos unilaterais, alternando entre o membro que foi operado e o membro não afetado. Os pacientes executaram os saltos com as mãos colocadas na altura da região dos quadris. Durante a fase de aterrissagem, era necessário que cada paciente tocasse a base da plataforma com os pés, o que sinalizava o início do próximo salto. As medições foram suspensas sempre que o paciente expressou alguma queixa ou desconforto, a fim de preservar a rotina e a qualidade dos testes de saltos. Além disso, a interrupção também ocorreu em casos de fadiga ou qualquer manifestação de dor. Os dados captados e analisados descrevem os valores máximos e mínimos da força de reação do solo durante a aterrissagem e a média desses valores captados foi calculada considerando os valores mais altos dos seis saltos realizados entre o membro operado e não operado.

A análise dos dados foi conduzida utilizando como métricas principais a média e o desvio padrão. Para analisar a familiarização dos voluntários, foi empregada a técnica de ANOVA com medidas repetidas. Para avaliar as discrepâncias bilaterais entre as condições, foi empregado o teste não paramétrico de Wilcoxon. Todos os cálculos das variáveis foram efetuados utilizando o software SPSS 18.0, com um nível de significância estabelecido em $p<0,05$.

## RESULTADOS

A análise inicial foi realizada após 15 semanas de reabilitação fisioterápica decorrente da reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA).

**Gráfico 1** – Análise das FRS durante aterrissagem para saltos unilaterais e bilaterais após 15 semanas em membro operado e não operado.

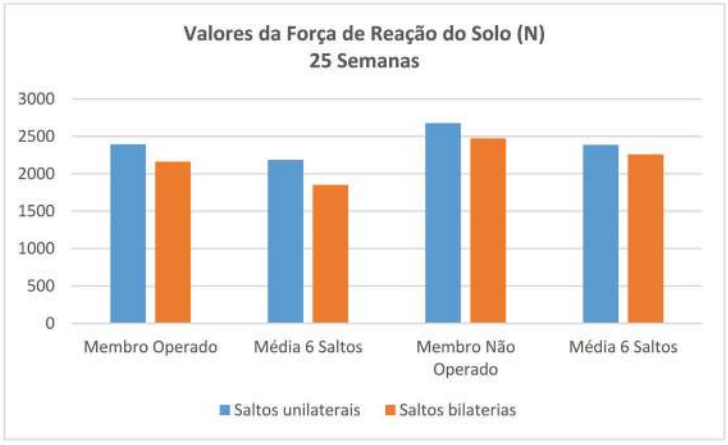



Fonte: elaborado pelos autores.

Os resultados indicaram que os valores mais altos e a média dos seis maiores valores da força de reação do solo (FRS) foram significativamente inferiores nos membros que passaram por cirurgia quando comparados aos membros não operados. Em outras palavras, os membros que não foram submetidos à cirurgia (sem lesão) apresentaram valores superiores, tanto em saltos unilaterais quanto bilaterais, em relação aos membros operados. Esses dados foram corroborados pelo gráfico 1, que demonstrou resultados com significância estatística ($p<0,05$).

Na segunda avaliação, realizada 25 semanas após a cirurgia de correção, observou-se que os valores da força de reação vertical (FRS) apresentaram um aumento médio significativo. Esse incremento foi identificado tanto nos saltos unilaterais quanto nos saltos bilaterais, quando comparados aos resultados obtidos na primeira semana de testes. De acordo com os dados apresentados ($p<0,05$) no Gráfico 2, os pacientes continuam a exibir, embora em menor grau, uma deficiência em relaçãop as variáveis analisadas neste estudo em comparação com os membros operados. Os valores obtidos para a Força de Reação no Solo (FRS) vertical revelaram-se inferiores, e a média dos seis saltos mais altos foi significativamente menor em comparação com os membros não operados, tanto nos testes de saltos unilaterais quanto bilaterais.

**Gráfico 2** – Análise das FRS vertical durante aterrissagem para saltos unilaterais e bilaterais após 25 semanas em membro operado e não operado.

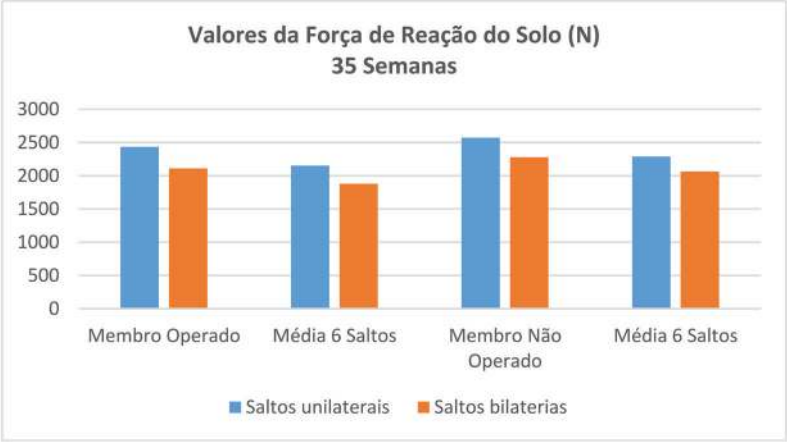



Fonte: elaborado pelos autores.

As assimetrias dos membros inferiores identificadas nos dados e relatadas entre os grupos de membros operados e não operados nos resultados dos testes realizados após 25 semanas de recuperação ainda se faziam presentes. No entanto, foi possível observar uma tendência ascendente na redução desses valores relacionados às deficiências nos saltos unilaterais, considerando a evolução dos processos de reabilitação fisioterápica dos pacientes. Os dados analisados da FRS vertical nos saltos bilaterais revelaram uma redução significativa na assimetria entre os membros. Essa diminuição foi especialmente notável ao comparar os membros que passaram por intervenção cirúrgica com aqueles que não foram operados. Entretanto, os dados referentes aos seis melhores saltos bilaterais realizados pelos indivíduos revelaram uma elevação significativa na média dos valores obtidos.

Os dados obtidos na terceira avaliação e última fase das análises comparativas entre os saltos unilaterais e bilaterais revelam informações significativas sobre os resultados captados dos pacientes submetidos à cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA). Após um período prolongado de reabilitação fisioterápica, esses pacientes demonstraram uma simetria notável entre os membros inferiores submetidos a cirurgia e não submetidos a cirurgia. Essa comparação foi feita com base nos dados de registros mais altos referente a força de reação do solo (FRS) vertical e nas médias dos seis maiores saltos realizados. Os resultados indicam que um tratamento mais extenso e consistente contribui para a recuperação da funcionalidade do membro tratado, refletindo uma melhoria nas capacidades físicas dos pacientes. De acordo com os dados apresentados no gráfico 3, os resultados indicam que não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois membros inferiores durante essas avaliações ($p>0,05$).

**Gráfico 3** - Análise das FRS vertical durante a aterrissagem para saltos unilaterais e bilaterais após 35 semanas em membro operado e não operado.




Fonte: elaborado pelos autores.

Conforme os dados obtidos na terceira fase de avaliações, observou-se um significativo aprimoramento nos valores relacionados à assimetria dos membros entre os indivíduos. Após 35 semanas de tratamento fisioterápico, os resultados demonstraram melhorias tanto nos saltos unilaterais quanto nos saltos bilaterais. As deficiências relacionadas à força de reação vertical do solo nos membros operados, em comparação com os não operados, apresentaram uma redução aproximadamente duas vezes maior durante a execução de saltos unilaterais e bilaterais. Essa análise leva em conta os resultados encontrados nos dados da primeira fase de testes em comparação com os dados obtidos na terceira fase, nas avaliações realizadas com os atletas.

A avaliação das médias referentes ao número de saltos unilaterais realizados com os membros inferiores que foram submetidos a cirurgia revela um aumento significativo na quantidade de saltos verticais unilaterais realizados. Essa comparação se baseia na análise dos dados obtidos entre o início da fase de testes, que ocorreu após 15 semanas de tratamento, e a fase final, que foi realizada após 35 semanas de reabilitação fisioterápica. De acordo com os dados obtidos e analisados, as avaliações relacionadas com os números de saltos bilaterais realizados nas semanas 15, 25 e 35 revelam uma menor variação entre os resultados obtidos nas três semanas consecutivas de teste. Isso indica que os resultados foram mais consistentes e uniformes ao longo desse período de avaliação.

## DISCUSSÃO

Um dos principais objetivos nas etapas finais da reabilitação da articulação do joelho após a cirurgia de ligamentoplastia do ligamento cruzado anterior é recuperar a capacidade funcional para a execução de saltos verticais, tanto unilaterais quanto bilaterais, além de outros movimentos funcionais. Diversas diferenças identificadas nos membros inferiores, relacionadas ao controle neuromuscular da articulação do joelho durante atividades atléticas dinâmicas, têm sido apontadas como um possível fator de risco para lesões do ligamento cruzado anterior (LCA) em atletas. A compreensão da força máxima gerada por um paciente é fundamental para a elaboração ou a adequação de um programa de reabilitação apropriado (Danneskiold-Samsøe *et al.*, 2009).

As rupturas tendem a acontecer com mais frequência durante as etapas de aterrissagem ou quedas. Dessa forma, é fundamental fortalecer a musculatura que dá suporte a articulação do joelho, com ênfase nos músculos do quadríceps e nos músculos ísquiotibiais. O objetivo é alcançar, no mínimo, 90% da força muscular em comparação ao lado contralateral não afetado (Nogueira *et al.*, 2024).

O estudo em questão realiza uma análise aprofundada dos saltos verticais, tanto unilaterais quanto bilaterais, focando nas forças de reação do solo. Além disso, a pesquisa inclui uma avaliação sobre a simetria dos membros inferiores, estabelecendo padrões de comparações entre os dados encontrados dos membros que passaram por cirurgia de correção ligamentar e aqueles que não foram operados. A pesquisa foi conduzida ao longo das duas etapas finais (terceira e quarta) do processo de reabilitação fisioterapêutica, após a realização de uma ligamentoplastia do ligamento cruzado anterior em praticantes amadores de esportes. Nos últimos anos, observou-se um crescimento significativo na ocorrência de lesões e procedimentos cirúrgicos de reconstrução do ligamento cruzado anterior entre atletas amadores com mais de 30 anos. Durante a primeira avaliação (15 semanas após Cirurgia) os pacientes realizaram um número aproximado de saltos unilaterais e bilaterais com os membros operados e não operados indicsndo similaridade nos dados obtidos.

Os dados referentes as forças de reação do solo durante os saltos, no entanto, revelou uma discrepância (um déficit do lado operado) para saltos unilaterais e os dados que apontam uma deficiência maior para os saltos bilaterais quando comparado com membros não submetidos a cirurgia de correção. Possíveis intervenções que reduzam tal assimetria na capacidade de produção de força podem resultar em menor incidência de lesões (Croisier *et al.*, 2008)**.** Tal assimetria aproximada de até 7% pode ser considerada normal em pessoas de diferentes idades no que diz respeito aos parâmetros de marcha e atividades funcionais.

Estudos analisaram a simetria das forças de reação do solo entre outros parâmetros de membros dominante e não dominantes durante os saltos realizados por homens e mulheres atletas jovens sem histórico de lesões musculoesqueléticas. Nestes estudos, essa assimetria também foi estimada em menos de 10% entre os membros inferiores. Os valores relacionados com a força de reação vertical do solo no grupo controle (sem lesões no joelho) revelaram uma assimetria entre os membros inferiores direito e esquerdo na subida e descida de escadas que não ultrapassavam 5%. Outros estudos demonstraram que em atletas sem histórico de lesões articulares no joelho, apresentavam diferenças significativas na avaliação dos dados durante saltos verticais com carga estimada de cerca de 3 vezes o peso corporal próximo de 10% (Myer *et al.*, 2008).

A força da reação vertical do solo, em conjunto com as amplitudes de movimento obtidas dos testes de saltos unilaterais e bilaterais, deve ser empregada para avaliar os dados referentes ao torque em condições estáticas em diferentes fases do tratamento fisioterapêutico após a cirurgia de correção do ligamento cruzado anterior. Estudos indicam que é necessário considerar um mínimo de 24 semanas aproximadamente de tratamento de reabilitação fisioterapêutica contínua para restabelecer o equilíbrio dos parâmetros avaliados, como as simetrias, entre os membros operados e os não operados. Contudo, a avaliação individual evidenciou que foram necessárias 28 semanas em média de reabilitação fisioterapêutica para recuperar a simetria das forças de reação do solo durante os saltos lateraisnos membros. As avaliações realizadas após as 35 semanas de tratamento pós operatório, obtiveram um aumento na força de reação vertical do solo seguido de aumento no número de saltos unilaterais no membro inferior operado em questão.

Os dados encontrados relacionados com os déficits nos membros operados comparados com membros inferiores não operados variaram tanto para os saltos verticais unilaterais como nos saltos bilaterais, respectivamente. Portanto, presume-se que os dados relacionados ao resultado se encontram dentro da faixa de assimetria aceitável para os parâmetros de saltos captados nos testes e registrados normalmente em homens sem histórico de lesões no joelho. Outros estudos realizados anteriormente, constataram tal efeito após tratamento de reabilitação fisioterapêutica satisfatório obtido num total de 11 pacientes entre 23 e 36 semanas após reconstrução do ligamento cruzado anterior, ou seja, 55% dos valores iniciais. **É** possível afirmar que resultados positivos foram alcançados após a comparação da restauração das outras valências físicas de capacidade, conforme mencionado por Eerkes (2012).

Os pacientes em tratamento de reabilitação fisioterápica já haviam sido capazes de realizar saltos verticais uni e bilaterais como demonstrado na primeira avaliação por volta de 15 semanas após cirurgia de correção do ligamemento, o que pode ser considerado um resultado satisfatório após cirurgia de reconstrução ligamentar associado a reabilitação fisioterápica. Contudo, as análises destes tipos de testes **físicos** com base somente na quantidade de saltos realizados se apresenta como insuficiente para a compreensão dos dados de forma mais acertiva dos resultados encontrados na pesquisa, especialmente para os atletas com objetivo de retomar a prática das atividades de treinamento como saltos e corrida com alternância de direção. Mensurações objetivas permitem uma avaliação quantitativa e qualitativa de saltos possibilitando uma análise mais crítica dos dados encontrados nos testes e durante o tratamento fisioterápico com objetivo de alcançar maior simetria nos saltos.

Um estudo realizado apontou o risco de lesões recorrentes do ligamento cruzado anterior em joelhos de pessoas que retornaram a praticar esporte com déficits nos parâmetros físicos de saltos e função neuromuscular. O movimento de salto e aterrissagem requer boa coordenação, bom controle neuromuscular dinâmico e boa flexibilidade (Myer *et al*., 2008).

Um estudo de Paterno *et al*. (2010) observou que os déficits neuromusculares relacionados com as habilidades de salto e força muscular, foi capaz de aumentar consideravelmente o risco de lesões após ligamentoplastia de cruzado anterior. Outros estudos demonstraram que os atletas com deficiência mais acentuados nas valências físicas de membros inferiores durante as aterrissagens apresentam um risco maior de rompimento do ligamento cruzado anterior quando comparados com atletas com assimetria menos evidente.

Outros estudos são necessários, afim de elucidar melhor a capacidade relacionada com a simetria entre os membros inferiores e o melhor tratamento relacionado com as incapacidades dos pacientes submetidos a cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior.

## CONCLUSÃO

Atletas que passam por cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior demonstram a necessidade de um tratamento de reabilitação eficaz para garantir a execução correta de movimentos como saltos e aterrissagens. A recuperação da amplitude de movimento articular e do condicionamento neuromuscular, juntamente com os mecanismos proprioceptivos, deve ser considerada uma prioridade, assim como a implementação de um tratamento anti-inflamatório. As análises realizadas evidenciaram que o protocolo de saltos, tanto unilaterais quanto bilaterais, demonstrou ser um método confiável para mensurar as deficiências dos membros inferiores, em comparação aos parâmetros da força de reação vertical do solo. Essa condição desempenha um papel crucial na reabilitação após a ligamentoplastia do ligamento cruzado anterior, contribuindo para a diminuição do risco de lesões e promovendo uma melhoria no desempenho físico global.

## REFERÊNCIAS


AERTS, I. et al. A systematic review of different jump-landing variables in relation to injuries. **British Journal of Sports Medicine**, v.53, n.5, p.509-519, 2013.

AGEL, J. et al. Descriptive epidemiology of collegiate men's soccer injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988–1989 through 2002–2003. **Journal of Athletic Training**, v.42, p.270-277, 2007.

CROISIER, J-L. et al. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. **American Journal of Sports Medicine**, v.36, n.8, p.1469-1475, 2008.

DELLA VILLA, F. et al. Systematic video analysis of ACL injuries in professional male football (soccer): injury mechanisms, situational patterns and biomechanics study on 134 consecutive cases. **British Journal of Sports Medicine**, v.54, n.23, p.1423-1432, 2020.

EERKES, K. Volleyball injuries. **Current Sports Medicine Reports**, v.11, n.5, p.251-256, 2012.

FANTINI, C.H.; MENZEL, H-J. Análise de impactos em aterrissagens após saltos máximos em diferentes grupos de atletas e não atletas. In: **Anais** ... CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA. Porto Alegre: UFRGS, p.89-93, 2001

DANNESKIOLD-SAMSØE, B. et al. Isokinetic and isometric muscle strength in a healthy population with special reference to age and gender. **Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine**, v.197, p.1-68, 2009.

MCELVEEN, M. et al. Bilateral comparison of propulsion mechanics during single-leg vertical jumping. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, p.375-381, 2010.

MIKESKY, A.E. et al. Relationship between quadriceps strength and rate of loading during gait in women. **Journal of Orthopaedic Research**, v.18, p.171-175, 2000.

MYER, G. et al. Neuromuscular training techniques to target deficits before return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v.22, n.3, p.987-1014, 2008.

NOGUEIRA, R.A. et al. Rehabilitation of surgical patients for correction of complete rupture of the anterior cruciate ligament: a multidisciplinary analysis. **International Journal of Health Sciences**, v.4, n.17, p.1-11, 2024.

NOSIADEK, L. et al. Surface strength and kinematic parameters of the body in the landing phase after jumping from different heights. In: URBANIK, C. (ed.). Selected problems of biomechanics of human movement. Warsaw: **AWF,** p.143-161, 2007.

PATERNO, M. et al. Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. **American Journal of Sports Medicine**, v.38, n.10, p.1968–1978, 2010.

RISBERG, M.A. et al. Neuromuscular training versus strength training during the first 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized clinical trial. **Physical Therapy**, v.87, p.737–747, 2007.

UFRRJ - Centro Integrado de Ciências da Saúde
Departamento de Anatomia Humana
Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde
BR-465, Km 7
Seropédica
Rio de Janeiro/RJ
23890-000