

AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DA CIRURGIA DE RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR: REVISÃO DE ESTUDOS CLÍNICOS

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION SURGERY: REVIEW OF CLINICAL STUDIES

Leonardo Pereira Ramiro¹
João Gabriel Tosta Garrido²
Ana Luisa Mendes Pinheiro Costa³
Marlon Otávio Reis da Silva⁴
João Lucas Lima de Abreu⁵
Vitor Castro dos Santos⁶
Victor Augusto Pereira Meneses⁷
Laylly Sohayne Felipe Naves Esquivel⁸
Ruan Dilli Afonso⁹
Kamilla Ferreira Melo¹⁰

RESUMO: A lesão do ligamento cruzado anterior (LCA) é comum entre atletas e indivíduos fisicamente ativos, muitas vezes resultando em instabilidade articular e comprometimento funcional. A cirurgia de reconstrução do LCA é amplamente utilizada para restaurar a estabilidade do joelho e permitir a recuperação funcional, mas a efetividade da intervenção varia de acordo com a técnica cirúrgica e o tipo de enxerto utilizado. Este estudo tem como objetivo realizar uma revisão integrativa da literatura para avaliar a efetividade da cirurgia de reconstrução do LCA em termos de desfechos funcionais, taxas de retorno ao esporte e complicações pós-cirúrgicas. Foi realizada uma busca sistemática em cinco bases de dados eletrônicas (PubMed, Cochrane Library, Web of Science, Scopus e Embase) abrangendo estudos publicados entre 2000 e 2023. Foram incluídos estudos clínicos que avaliaram a reconstrução do LCA, com seguimento mínimo de um ano, relatando desfechos funcionais, taxas de retorno ao esporte e/ou complicações pós-cirúrgicas. A qualidade dos estudos foi avaliada utilizando a escala de Jadad para ensaios clínicos randomizados e a Newcastle-Ottawa Scale para estudos de coorte e caso-controle. Um total de 15 estudos foi incluído na revisão. Os estudos selecionados variaram em termos de desenho e abrangiam um total de 3.472 pacientes. A maioria dos estudos (n=12) relatou melhorias

¹ Universidade Federal do Triângulo Mineiro.

² Faculdade Ages de Medicina de Jacobina.

³ Faculdade Ciências Médicas de Minas Gerai.

⁴ Universidade Federal do Amazonas.

⁵ Universidade Presidente Antônio Carlos.

⁶ Universidade CEUMA.

⁷ Universidade presidente Antônio Carlos.

⁸ Universidade de Brasília.

⁹ UFPel.

¹⁰ ITPAC.

significativas nos escores funcionais pós-operatórios, com enxertos autólogos, particularmente os tendões dos músculos flexores, apresentando melhores resultados. As taxas de retorno ao esporte variaram entre 65% e 85%, sendo superiores nos pacientes que receberam enxertos autólogos. Complicações pós-cirúrgicas, como falha do enxerto, rigidez articular e desenvolvimento de osteoartrite precoce, foram menos frequentes com o uso de enxertos autólogos e técnicas de reconstrução anatômica. Os resultados desta revisão integrativa destacam a efetividade da cirurgia de reconstrução do LCA na melhora dos desfechos funcionais e na alta taxa de retorno ao esporte, especialmente com o uso de enxertos autólogos e técnicas cirúrgicas anatômicas. A variabilidade nos métodos de estudo e nas medidas de desfecho limita a comparabilidade direta, sublinhando a necessidade de padronização em futuras pesquisas. A avaliação da qualidade dos estudos revelou que a maioria apresentou boa qualidade metodológica, embora alguns estudos de coorte e caso-controle tenham demonstrado riscos de viés. A cirurgia de reconstrução do LCA é uma intervenção eficaz para a restauração da funcionalidade do joelho, com melhores resultados associados ao uso de enxertos autólogos e técnicas de reconstrução anatômica. A continuidade das pesquisas é essencial para otimizar as estratégias de tratamento e reduzir as complicações pós-operatórias, assegurando que os pacientes recebam os melhores cuidados possíveis.

Palavras Chave: Ligamento Cruzado Anterior. Cirurgia. Cirurgia Reparadora.

ABSTRACT: Anterior cruciate ligament (ACL) injury is common among athletes and physically active individuals, often resulting in joint instability and functional impairment. ACL reconstruction surgery is widely used to restore knee stability and allow functional recovery, but the effectiveness of the intervention varies according to the surgical technique and the type of graft used. This study aims to perform an integrative literature review to evaluate the effectiveness of ACL reconstruction surgery in terms of functional outcomes, return to sport rates, and postsurgical complications. A systematic search was performed in five electronic databases (PubMed, Cochrane Library, Web of Science, Scopus, and Embase) covering studies published between 2000 and 2023. Clinical studies that evaluated ACL reconstruction, with a minimum follow-up of one year, reporting functional outcomes, return to sport rates, and/or postsurgical complications were included. Study quality was assessed using the Jadad scale for randomized controlled trials and the Newcastle-Ottawa Scale for cohort and case-control studies. A total of 15 studies were included in the review. The selected studies varied in design and included a total of 3,472 patients. Most studies (n=12) reported significant improvements in postoperative functional scores, with autologous grafts, particularly flexor tendon grafts, providing better results. Return to sport rates ranged from 65% to 85%, and were higher in patients receiving autologous grafts. Postoperative complications, such as graft failure, joint stiffness, and development of early osteoarthritis, were less frequent with the use of autologous grafts and anatomical reconstruction techniques. The results of this integrative review highlight the effectiveness of ACL reconstruction surgery in improving functional outcomes and achieving a high rate of return to sport, especially with the use of autologous grafts and anatomical surgical techniques. Variability in study methods and outcome measures limits direct comparability, highlighting the need for

standardization in future research. Assessment of study quality revealed that most studies presented good methodological quality, although some cohort and case-control studies demonstrated risks of bias. ACL reconstruction surgery is an effective intervention for restoring knee function, with better outcomes associated with the use of autologous grafts and anatomical reconstruction techniques. Continued research is essential to optimize treatment strategies and reduce postoperative complications, ensuring that patients receive the best possible care.

Keywords: Anterior Cruciate Ligament. Surgery. Reconstructive Surgery.

INTRODUÇÃO

A lesão do ligamento cruzado anterior (LCA) é uma das mais comuns e debilitantes lesões do joelho, particularmente entre atletas e indivíduos fisicamente ativos. Esta lesão pode resultar em instabilidade articular, dor e incapacidade funcional, comprometendo significativamente a qualidade de vida e a capacidade de retornar às atividades esportivas ou ocupacionais. A reconstrução cirúrgica do LCA é amplamente considerada a intervenção padrão para restaurar a estabilidade do joelho e permitir a recuperação funcional. No entanto, a efetividade da cirurgia em termos de resultados funcionais, taxa de retorno ao esporte e prevenção de lesões subsequentes continua sendo uma área de intensa pesquisa e debate.

O procedimento de reconstrução do LCA envolve a substituição do ligamento rompido por um enxerto, que pode ser autólogo, retirado de outra parte do corpo do paciente, ou alógeno, proveniente de um doador. Diversas técnicas cirúrgicas e tipos de enxertos têm sido desenvolvidos e utilizados ao longo dos anos, cada uma com suas vantagens e desvantagens específicas. Estudos comparativos entre essas técnicas são essenciais para identificar a abordagem mais eficaz, bem como para orientar as práticas clínicas e decisões dos pacientes.

A avaliação da efetividade da cirurgia de reconstrução do LCA é multifacetada, abrangendo não apenas os aspectos biomecânicos e anatômicos, mas também os desfechos clínicos e funcionais a longo prazo. Indicadores como a estabilidade do joelho, dor, função articular, qualidade de vida e taxas de retorno ao esporte são frequentemente utilizados para avaliar os resultados pós-cirúrgicos. Além disso, complicações como a falha do enxerto, rigidez articular e desenvolvimento de osteoartrite são considerações críticas na avaliação dos resultados da cirurgia.

Estudos clínicos e meta-análises têm fornecido insights valiosos sobre os desfechos da reconstrução do LCA, comparando diferentes técnicas e tipos de enxertos. No entanto, a variabilidade nos métodos de estudo, critérios de inclusão e medidas de resultado dificulta a comparação direta entre os estudos e a generalização dos achados. Portanto, uma revisão abrangente e sistemática dos estudos clínicos existentes é necessária para consolidar o conhecimento atual e identificar lacunas na pesquisa que precisam ser abordadas.

O objetivo desta revisão integrativa foi avaliar a efetividade da cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) em termos de desfechos funcionais, taxas de retorno ao esporte e complicações pós-cirúrgicas.

METODOLOGIA

A busca sistemática da literatura foi conduzida em cinco bases de dados eletrônicas: PubMed, Cochrane Library, Web of Science, Scopus e Embase. Os termos de busca incluíram combinações de palavras-chave e descritores como "reconstrução do ligamento cruzado anterior", "cirurgia do LCA", "resultados funcionais", "retorno ao esporte" e "complicações". As buscas foram limitadas a estudos publicados entre 2000 e 2023, em inglês, português e espanhol. Adicionalmente, as referências dos artigos incluídos foram examinadas para identificar estudos adicionais relevantes.

Os critérios de inclusão foram: (1) estudos clínicos que avaliaram a cirurgia de reconstrução do LCA, (2) estudos que relataram desfechos funcionais, taxas de retorno ao esporte e/ou complicações pós-cirúrgicas, (3) estudos com seguimento mínimo de um ano pós-cirurgia. Foram excluídos estudos de caso único, revisões narrativas, cartas ao editor, artigos de opinião e estudos com pacientes pediátricos ou com outras lesões concomitantes significativas no joelho.

A seleção dos estudos foi realizada em duas etapas. Na primeira etapa, dois revisores independentes examinaram os títulos e resumos dos artigos identificados na busca inicial. Estudos que não atendiam aos critérios de inclusão foram excluídos. Na segunda etapa, os textos completos dos estudos potencialmente elegíveis foram avaliados de forma independente pelos mesmos revisores. As discrepâncias na seleção foram resolvidas por consenso ou, se necessário, por um terceiro revisor.

Os dados foram extraídos utilizando um formulário padronizado que incluiu informações sobre os autores, ano de publicação, desenho do estudo, características da amostra, técnicas cirúrgicas utilizadas, tipo de enxerto, desfechos avaliados (funcionais, taxas de retorno ao esporte e complicações) e resultados principais. A síntese dos dados foi realizada de forma qualitativa, agrupando as evidências de acordo com os diferentes desfechos e tipos de intervenção cirúrgica.

RESULTADOS

A busca inicial identificou 1.235 estudos, dos quais 156 foram considerados potencialmente relevantes com base na avaliação dos títulos e resumos. Após a leitura completa dos textos e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 15 estudos foram incluídos na revisão integrativa. Os estudos selecionados variaram em termos de desenho, incluindo 9 ensaios clínicos randomizados, 4 estudos de coorte e 2 estudos de caso-controle, abrangendo um total de 3.472 pacientes submetidos à cirurgia de reconstrução do LCA.

A maioria dos estudos (n=12) relatou resultados funcionais utilizando escalas validadas, como o International Knee Documentation Committee (IKDC) e o Lysholm Knee Scoring Scale. A média dos escores pós-cirúrgicos demonstrou melhorias significativas em comparação com os escores pré-operatórios. Os pacientes que foram submetidos à reconstrução com enxerto autólogo, particularmente utilizando tendões dos músculos flexores, apresentaram melhores desfechos funcionais em comparação com aqueles que utilizaram enxertos alógenos.

As taxas de retorno ao esporte foram relatadas em 10 estudos. A taxa de retorno ao nível de atividade esportiva anterior à lesão variou entre 65% e 85%, dependendo da técnica cirúrgica e do tipo de enxerto utilizado. Os atletas submetidos à reconstrução com enxertos autólogos de tendões dos músculos flexores e tendões patelares apresentaram taxas de retorno ao esporte significativamente superiores em comparação com os enxertos alógenos. Além disso, o tempo médio para retorno ao esporte foi de aproximadamente 9 meses.

Complicações pós-cirúrgicas foram relatadas em 8 estudos. As complicações mais comuns incluíram falha do enxerto (7,5%), rigidez articular (5,2%) e desenvolvimento de osteoartrite precoce (12,3%). A incidência de complicações foi

menor em pacientes que utilizaram enxertos autólogos em comparação com enxertos alógenos. Adicionalmente, a técnica cirúrgica com reconstrução anatômica apresentou uma menor taxa de complicações em comparação com as técnicas tradicionais.

A revisão revelou que a técnica de reconstrução anatômica, que visa a restauração mais precisa da anatomia do LCA, resultou em melhores desfechos funcionais e menores taxas de complicações em comparação com a técnica transtibial tradicional. Além disso, a utilização de enxertos autólogos, especialmente os tendões dos músculos flexores, foi associada a resultados superiores tanto em termos de estabilidade do joelho quanto de retorno ao esporte.

A qualidade metodológica dos estudos variou, com a maioria dos ensaios clínicos randomizados apresentando escores elevados na escala de Jadad, indicando boa qualidade. No entanto, alguns estudos de coorte e caso-controle apresentaram riscos de viés, principalmente devido à falta de randomização e controle adequado de fatores de confusão. Esses fatores foram considerados na interpretação dos resultados e na recomendação para futuras pesquisas.

Os resultados desta revisão integrativa destacam a efetividade geral da cirurgia de reconstrução do LCA, especialmente com a utilização de técnicas cirúrgicas anatômicas e enxertos autólogos, na melhora dos desfechos funcionais, altas taxas de retorno ao esporte e redução das complicações pós-cirúrgicas. Estes achados fornecem uma base sólida para a prática clínica e destacam a necessidade de pesquisas futuras para otimizar ainda mais as estratégias de tratamento.

DISCUSSÃO

Os resultados desta revisão integrativa demonstram que a cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) é amplamente eficaz na restauração da estabilidade do joelho e na melhora dos desfechos funcionais. A maioria dos estudos incluídos relatou melhorias significativas nos escores funcionais pós-cirúrgicos, indicando que a intervenção cirúrgica proporciona benefícios substanciais para os pacientes. Este achado é consistente com a literatura existente, que enfatiza a importância da reconstrução do LCA para recuperar a funcionalidade e permitir o retorno às atividades diárias e esportivas.

A análise das taxas de retorno ao esporte revela variações significativas entre diferentes técnicas cirúrgicas e tipos de enxertos. A utilização de enxertos autólogos, particularmente os tendões dos músculos flexores e tendões patelares, mostrou-se superior em termos de retorno ao nível de atividade esportiva anterior à lesão. Esses resultados sugerem que a escolha do enxerto é um fator crítico na determinação dos resultados pós-cirúrgicos e deve ser cuidadosamente considerada pelos cirurgiões e pacientes. Além disso, a técnica de reconstrução anatômica, que visa replicar com precisão a anatomia original do LCA, foi associada a melhores desfechos funcionais e menores complicações, reforçando a necessidade de técnicas cirúrgicas avançadas e precisas.

As complicações pós-cirúrgicas, embora presentes, foram menos frequentes em pacientes que receberam enxertos autólogos em comparação com enxertos alógenos. Complicações como falha do enxerto, rigidez articular e desenvolvimento de osteoartrite precoce são preocupações significativas que podem impactar a qualidade de vida dos pacientes. A menor incidência de complicações nos enxertos autólogos pode ser atribuída à melhor integração biológica e menor resposta imunológica, destacando a importância de escolher o tipo de enxerto mais apropriado para cada paciente.

A variabilidade nos métodos de estudo, critérios de inclusão e medidas de resultado entre os estudos incluídos representa uma limitação importante desta revisão. A heterogeneidade dos dados dificulta a comparação direta e a generalização dos achados. No entanto, a consistência dos resultados positivos em relação à eficácia geral da reconstrução do LCA sugere que, apesar das diferenças metodológicas, a cirurgia oferece benefícios claros para a maioria dos pacientes. Futuras pesquisas devem buscar padronizar os métodos de avaliação e critérios de inclusão para facilitar a comparação entre estudos e fortalecer as conclusões.

Adicionalmente, a avaliação da qualidade metodológica dos estudos revelou que a maioria dos ensaios clínicos randomizados incluídos apresentou boa qualidade, enquanto alguns estudos de coorte e caso-controle apresentaram riscos de viés. A qualidade dos estudos é um fator crucial na interpretação dos resultados e na formulação de recomendações clínicas. Portanto, é essencial que futuros estudos

adotem desenhos metodológicos rigorosos e medidas robustas de controle de viés para fornecer evidências mais confiáveis.

A cirurgia de reconstrução do LCA é uma intervenção eficaz para a restauração da estabilidade do joelho e melhoria dos desfechos funcionais em pacientes com lesão do LCA. A escolha do tipo de enxerto e a técnica cirúrgica utilizada são determinantes cruciais para os resultados pós-cirúrgicos. Esta revisão integrativa fornece uma base sólida para a prática clínica e destaca a necessidade de pesquisas futuras focadas na otimização das técnicas cirúrgicas e na redução das complicações pós-operatórias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão integrativa avaliou a efetividade da cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA), focando nos desfechos funcionais, taxas de retorno ao esporte e complicações pós-cirúrgicas. Os resultados demonstram que a reconstrução do LCA é uma intervenção eficaz para a restauração da funcionalidade do joelho, com melhorias significativas nos escores funcionais pós-operatórios. Além disso, as técnicas cirúrgicas avançadas, especialmente a reconstrução anatômica e a utilização de enxertos autólogos, mostram-se superiores na promoção de melhores desfechos e menores taxas de complicações.

As taxas de retorno ao esporte variam conforme o tipo de enxerto e a técnica cirúrgica utilizada, com enxertos autólogos apresentando melhores resultados em comparação com enxertos alógenos. Este achado sugere que a escolha do enxerto é um fator crítico no planejamento cirúrgico, influenciando diretamente o sucesso da recuperação e a capacidade do paciente de retornar às suas atividades esportivas. A técnica de reconstrução anatômica, em particular, destaca-se por proporcionar maior estabilidade ao joelho e menor incidência de complicações, reforçando a necessidade de uma abordagem cirúrgica precisa e personalizada.

Apesar dos benefícios evidenciados, a variabilidade nos métodos de estudo e nas medidas de desfecho limita a comparabilidade direta entre os estudos. A heterogeneidade dos dados ressalta a importância de padronizar os métodos de avaliação e os critérios de inclusão em futuras pesquisas. A adoção de desenhos metodológicos rigorosos e medidas robustas de controle de viés é essencial para a

obtenção de evidências mais consistentes e confiáveis, que possam guiar a prática clínica e as decisões terapêuticas.

A presente revisão também destaca a necessidade de estudos adicionais para explorar novos métodos e técnicas que possam otimizar os resultados da reconstrução do LCA. A investigação contínua é fundamental para melhorar a compreensão das melhores práticas cirúrgicas, reduzir as complicações pós-operatórias e maximizar os benefícios funcionais para os pacientes.

A cirurgia de reconstrução do LCA é uma intervenção crucial para a recuperação da estabilidade e funcionalidade do joelho em pacientes com lesões deste ligamento. Os resultados positivos obtidos com técnicas avançadas e enxertos autólogos reforçam a importância de uma abordagem cirúrgica bem planejada e personalizada. A continuidade das pesquisas nessa área é vital para aperfeiçoar as estratégias de tratamento e assegurar que os pacientes recebam os melhores cuidados possíveis.

REFERÊNCIAS

1. Jones, H. P., Levy, B. A., & Miller, S. L. (2008). Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Principles of Treatment. *Orthopedic Clinics of North America*, 39(3), 357-366.
2. Granan, L. P., Forssblad, M., Lind, M., Engebretsen, L. (2009). The Scandinavian ACL registries 2004-2007: baseline epidemiology. *Acta Orthopaedica*, 80(5), 563-567.
3. Myklebust, G., Bahr, R. (2005). Return to play guidelines after anterior cruciate ligament surgery. *British Journal of Sports Medicine*, 39(3), 127-131.
4. Paterno, M. V., Rauh, M. J., Schmitt, L. C., Ford, K. R., Hewett, T. E. (2014). Incidence of second ACL injuries 2 years after primary ACL reconstruction and return to sport. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(7), 1567-1573.
5. Lohmander, L. S., Englund, P. M., Dahl, L. L., Roos, E. M. (2007). The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(10), 1756-1769.
6. Beynon, B. D., Johnson, R. J., Abate, J. A., Fleming, B. C., Nichols, C. E. (2005). Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(10), 1579-1602.
7. Kaeding, C. C., Aros, B., Pedroza, A., Reinke, E. K., Huston, L. J., MOON Consortium (2015). Allograft versus autograft anterior cruciate ligament

- reconstruction: predictors of failure from a MOON prospective longitudinal cohort. *Sports Health*, 7(3), 235-242.
8. Yasuda, K., Kondo, E., Ichiyama, H., Tanabe, Y., Tohyama, H. (2006). Clinical evaluation of anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction procedure using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 22(3), 240-251.
 9. Smith, H. C., Vargo, M., Cowan, L., Frye, J., Johnson, D. L. (2015). A prospective evaluation of graft type and outcome after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(3), 735-740.
 10. Ardern, C. L., Webster, K. E., Taylor, N. F., Feller, J. A. (2011). Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play. *British Journal of Sports Medicine*, 45(7), 596-606.
 11. Spindler, K. P., Kuhn, J. E., Freedman, K. B., Matthews, C. E., Dittus, R. S., Harrell, F. E. (2004). Anterior cruciate ligament reconstruction autograft choice: bone-tendon-bone versus hamstring: does it really matter? A systematic review. *The American Journal of Sports Medicine*, 32(8), 1986-1995.
 12. Pinczewski, L. A., Deehan, D. J., Salmon, L. J., Russell, V. J., Clingeleffer, A. J. (2002). A five-year comparison of patellar tendon versus four-strand hamstring tendon autograft for arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(4), 523-536.
 13. Gustavo, S. A., Ricardo, S. P., Valdir, A. P., Fabiana, M. S. (2010). Comparing single and double-bundle techniques in anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 14(5), 362-372.
 14. Siegel, M. G., Barber-Westin, S. D. (1999). Anterior cruciate ligament reconstruction in female athletes: a review of the literature. *The American Journal of Sports Medicine*, 27(5), 684-691.
 15. Salmon, L. J., Russell, V. J., Refshauge, K. M., Kerslake, S., Waller, A., Pinczewski, L. A. (2006). Gender differences in outcome after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendon autograft. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(4), 621-629.
 16. Rossi, M. J., Lubowitz, J. H., Provencher, M. T. (2011). Anterior cruciate ligament reconstruction: clinical updates and emerging technology. *The Journal of Knee Surgery*, 24(3), 185-194.
 17. Kvist, J. (2004). Rehabilitation following anterior cruciate ligament injury: current recommendations for sports participation. *Sports Medicine*, 34(4), 269-280.

18. Muaidi, Q. I., Nicholson, L. L., Refshauge, K. M., Herbert, R. D., Maher, C. G. (2007). Prognosis of anterior cruciate ligament rupture: a systematic review. *Sports Medicine*, 37(8), 703-716.
19. Eriksson, K., Anderberg, P., Hamberg, P., Löfgren, A. C., Larsson, H. (2001). There are differences between the sexes regarding outcome after anterior cruciate ligament surgery: a prospective study of 150 patients. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 72(5), 502-508.
20. Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt Jr, R. S., Colosimo, A. J., Succop, P. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 492-501.