

Tema 1 Reabilitação do ligamento cruzado anterior do joelho (LCA) – Performance e Retoma Segura da Prática Desportiva. Elementos a não Esquecer.

Prof. Doutor João Páscoa Pinheiro

Especialista em Medicina Desportiva e em Medicina Física e de Reabilitação. Faculdade Medicina Universidade Coimbra.

RESUMO / ABSTRACT

A lesão do ligamento cruzado anterior (LCA) no âmbito da prática desportiva determina um risco elevado de perda de nível competitivo. Apresentamos três áreas de intervenção que consideramos relevantes para promover a saúde do atleta e reduzir o impacto lesional na retoma desportiva. Referimos, assim, o interesse da reabilitação pré-operatória, do condicionamento ao esforço e da gestão da cinesiofobia.

Anterior cruciate ligament (ACL) injury in sport determines a high risk of loss of competitive level. We present three areas of intervention that we consider relevant to promote the athlete's health and reduce the injury impact on the return to sports. Thus, we refer to the interest of preoperative rehabilitation, conditioning to effort and management of kinesiophobia.

PALAVRAS-CHAVE / KEYWORDS

Ligamento cruzado anterior, pré-operatório, condicionamento ao esforço, cinesiofobia.
Anterior cruciate ligament, preoperative, conditioning effort, kinesiophobia.

Introdução

A lesão do LCA é um acontecimento grave do joelho, originando instabilidade estática e dinâmica, limitando a prática do desporto e aumentando o risco de gonartrose secundária.¹⁻⁵ Com a incidência anual de 68.6 por 100 000, a lesão do LCA é uma lesão comum.⁶

A incidência é mais elevada em adultos jovens, 3% nos atletas amadores e superior a 15% em atletas de elite, conforme o gesto desportivo dominante⁷⁻⁹ e a reconstrução ligamentar é hoje entendida como um tratamento comum.¹⁰ No entanto, diversos estudos demonstraram que 35% a 45% dos atletas não retomam aos dois anos a performance pré-lesional^{11,12}, que entre 3 a 22% recidivam a rotura da plastia¹³ e que 3 a 24% rompem o LCA contralateral nos cinco anos seguintes à reconstrução ligamentar.^{14,15}

A reconstrução ligamentar, independentemente da técnica cirúrgica utilizada, não impede o aumento de incidência de gonartrose.¹⁶⁻¹⁸

A alteração do momento angular de flexão do joelho, da simetria da carga, da força muscular e da atividade propriocetiva, são elementos a considerar no retorno seguro ao desporto e na prevenção do risco artrósico.¹⁹⁻²⁴

Os doentes com mais força do quadríceps femoral e maior percepção subjetiva de função apresentam maior simetria na marcha e maior força de contacto no membro afetado. Os défices de força iguais ou maiores que 20% também justificam valorizáveis assimetrias na marcha e agravam o prognóstico desportivo.²⁵⁻²⁷

Apresentamos, assim, três elementos do programa de reabilitação do LCA pouco valorizados, mas com crescente evidência na performance e na retoma segura do desporto, nomeadamente a reabilitação pré-operatória, o condicionamento ao esforço e a condição psicológica.

Reabilitação pré-operatória

Os doentes submetidos a um programa de reabilitação pré-operatório

apresentam aos dois anos melhores resultados nos índices de confiança, na qualidade de vida e na retoma desportiva.^{28,29} O exercício pré-operatório não só impediu a atrofia do quadríceps femoral, como acelerou a recuperação da força muscular e a retoma funcional.³⁰ A força muscular pré-operatória do quadríceps femoral é um importante preditor do prognóstico funcional após reconstrução do LCA. Assim, seis semanas de trabalho pré-operatório melhoraram diferentes parâmetros funcionais, nomeadamente o *single-legged hop test*, o *score total* da escala de Cincinnati modificada, o *peak torque* do quadríceps femoral e diferentes aspetos da atividade contrátil da fibra muscular.³¹

A história clínica pré-operatória pode identificar diversos fatores de prognóstico funcional, nomeadamente a força muscular do quadríceps femoral, o défice de mobilidade do joelho, o ser fumador e um índice de massa corporal elevado.³²

A coexistência de lesão meniscal (medial ou lateral) determina de forma significativa um pior prognóstico nos índices de função³³, mas o grau de laxidez anterior não mostrou influenciar o prognóstico funcional.³⁴ Por outro lado, a coexistência de patologia condral, a lesão dos ligamentos colaterais e ainda o nível de atividade pré-operatória apresenta resultados controversos.^{33,35}

A avaliação pré-operatória das assimetrias de força no membro inferior (músculos quadríceps femoral e isquiotibiais) e a alteração do padrão da marcha (momento de flexão do joelho) podem identificar os atletas onde a retoma desportiva no nível anterior à lesão vai ser mais difícil de atingir.³⁶ Assim, a implementação de programas pré-operatórios para aumentar a força muscular e o controlo neuromuscular propriocetivo facilitam a aquisição mais precoce dos critérios funcionais necessários à retoma desportiva segura no pós-operatório.^{36,37} A evidência refere que a extensão completa do joelho no pré-operatório é uma condição importante para reduzir o risco de artrofibrose e que um défice de força do quadríceps superior a 20% antes da cirurgia compromete de forma significativa os diferentes testes funcionais.³⁸

No pré-operatório importa ainda ensinar a marcha com canadianas, o trabalho estático precoce, particularmente do aparelho extensor do joelho, a mobilização da patela e a importância do trabalho do membro contralateral do tronco e dos membros superiores. Informar o doente sobre a complexidade e exigência do programa de reabilitação aumenta a sua motivação e disponibilidade para um cumprimento rigoroso dos objetivos estabelecidos.

Condicionamento ao esforço

A capacidade aeróbia está reduzida de forma significativa nos atletas com lesão do LCA³⁹, comparativamente aos atletas de mesmo nível competitivo não lesionados.

Desconhece-se se esta condição decorre exclusivamente da inatividade pós-lesional ou se é já um fator de risco predisponente para a lesão traumática do LCA.⁴⁰

Um programa de reabilitação de seis meses não foi suficiente para que futebolistas de elite regressem aos níveis aeróbios pré-lesionais³⁹, facto que condiciona de forma significativa a sua funcionalidade e agrava o risco lesional. Existe reduzida evidência relativa às necessidades fisiológicas para uma retoma segura da exigência competitiva.⁴¹

No futebolista de elite foi sugerido a necessidade de um $VO_2\text{max}$ de 60 ml/kg/min como condição para uma prestação competitiva eficaz^{39,40}, bem como um limiar anaeróbio adequado à exigência da modalidade.⁴² Os défices de $VO_2\text{max}$ e a não recuperação do limiar anaeróbio podem justificar a discrepância entre os elevados scores funcionais do joelho e a reduzida performance competitiva do atleta na sua modalidade.^{41,43}

Os índices de fadiga devem também ser considerados no âmbito da proteção da plastia. A fadiga neuromuscular agrava diversos riscos biomecânicos⁴⁴, promovendo a diminuição da força máxima de uma cadeia muscular e a deterioração da organização do movimento nomeadamente da proprioção.⁴⁴⁻⁴⁶ Existe ainda evidência que a fadiga pode induzir deterioração da atividade

muscular voluntária nos músculos do membro não afetado.^{44,47}

A fadiga afeta a qualidade do movimento mais no joelho com plastia ligamentar que no segmento não operado.⁴⁸ Muitos dos critérios funcionais e neuromotores aplicados na retoma desportiva utilizam testes quantitativos (*Hop Test*) e qualitativos (*Landing Error Scoring System*) que devem ser aplicados em ambiente de fadiga, recriando a exigência competitiva e comparando com o atleta não traumatizados.⁴⁹ Os testes qualitativos são mais sensíveis ao ambiente de fadiga, sendo desta forma mais eficazes enquanto elementos de prognóstico.

A condição psicológica e cinesiofobia

A avaliação das características psicológicas assume uma importância crescente no âmbito da patologia traumática do LCA. Fatores como a autoeficácia, a gestão das expectativas e o medo da recidiva lesional têm influência no evoluir do programa de reabilitação e na performance desportiva.^{38,50}

A reconstrução ligamentar apresenta habitualmente índices funcionais elevados em contraste com menos de 50% dos atletas a retomarem o nível desportivo pré-lesional. A disponibilidade psicológica para retomar o desporto, sem receios e com motivação competitiva é cada vez mais identificado como um fator decisivo no prognóstico.^{11,51} No pré-operatório a perceção relativa à eficácia da funcionalidade do joelho lesado é preditiva do padrão sintomático e da atividade muscular 12 meses após a reconstrução ligamentar.⁵² O receio da recidiva lesional é sugerido como a razão mais referida para justificar a redução ou cessação da participação desportiva^{10,11} Em contextos pouco sintomáticos, o receio de ter dor pode influenciar a função articular⁵³ e menos motivação para o retorno desportivo está associada em estudos cinemáticos a assimetrias no padrão de marcha.⁵⁴ A relação entre a elevada autoeficácia e a baixa catastrofização da dor, medida na 4ª semana após ligamentoplastia, está associada a maior disponibilidade para aceitar

a exigência da reabilitação às 12 semanas.⁵⁵ A progressão do score psicométrico ACL-RSI⁵⁶ está fortemente relacionada com as características da retoma desportiva. Os valores mais elevados deste score verificam-se nos atletas que retomam o nível pré-lesional.⁵⁷ Neste estudo o score ACL-RSI de referência para retoma desportiva aos dois anos deve ser superior a 65 pontos.

A cinesiofobia, também referida como o medo ao movimento, foi definida como um estado de comportamento excessivo e não racional que promove a perceção de risco de dor ou de recidiva lesional para uma dada atividade.^{58,59} Esta condição patológica envolve fatores neurobiológicos e psicológicos relacionados com a dor e tem diversas implicações clínicas, nomeadamente a alteração do programa de reabilitação. Mais receio de fazer movimento determina maior perceção de dor durante o programa de reabilitação funcional, condicionando assim o trabalho de força e de proprioção. A cinesiofobia é identificada como uma causa de frustração tanto para o profissional da saúde como para o atleta, podendo deteriorar a sua relação, bem como a motivação para a intervenção cinesiológica.

Assim, os sintomas e sinais da cinesiofobia devem ser detetados precocemente, se possível na primeira consulta. De referir que um score elevado de dor pré-operatória está negativamente associado ao surgimento de cinesiofobia durante a reabilitação.^{55,57}

Um estudo refere que após a reconstrução ligamentar do LCA, 82% dos atletas retomam alguma forma de participação no desporto, 63% retomam ao nível pré-lesional e 44% retomam a competição.^{10,11} O medo da recidiva é referido como uma das principais razões que justificativa da redução ou do abandono competitivo.

Os estudos de evidência sugerem que todas as *guidelines* para identificação de critérios para uma retoma segura do desporto devam considerar a associação das deficiências do joelho, a função neuromotora com a componente psicológica, cognitivo-comportamental.⁶⁰

Conclusão

A introdução de um programa de reabilitação pré-operatória, o condicionamento adequado do atleta ao esforço e às exigências da modalidade e a intervenção cognitivo-comportamental são elementos importantes para melhorar o prognóstico funcional após ligamentoplastia do LCA. Neste particular, importa entender a cinesiofobia como um fator de risco modificável que deve ser precocemente identificado e tratado. Concluimos, referindo a necessidade de se poder assegurar todas as condições para conseguir uma retoma desportiva em segurança e aumentar o número de atletas que possa adquirir o nível competitivo pré-lesional.

Correspondência

J. Páscoa Pinheiro – reabmedica@hotmail.com

O autor declara ausência de conflitos, assim como a originalidade do manuscrito e a sua não publicação prévia

Bibliografia

- Dejour H. *Le ligament croisé antérieur*. J Traumatol du Sport 1989; 6:1-2.
- Scott F. *Anatomy and biomechanics of the anterior cruciate ligament*. Clinics of Sport Medicine 1988; 7(4):715-725.
- J Pinheiro, I Campos, C Amaral, J Branco, P Figueiredo, N Figueiral, P Lemos, S Ramos. *Postural stability after reconstruction of the anterior cruciate ligament*. J Traumatol du Sport 2010; 27:73-76.
- Beynonn B, Johnson R, Abate J. *Treatment of anterior cruciate ligament injuries*. Am J Sports Med. 2005; 11:1751-1766.
- Keays SL, Newcombe PA, Bullock-Saxton JE, Bullock MI, Keays AC. *Factors involved in the development of osteoarthritis after anterior cruciate ligament surgery*. Am J Sports Med 2010; 38(3):455-63.
- Sanders TL, Maradit Kremers, Bryan AJ, Larson DR, Dahm DL, Levy BA, Stuart MJ, Krych AJ. *Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears and Reconstruction: A 21-Year Population-Based Study*. Am J Sports Med 2016; 44(6):1502-7.
- Gornitzky AL, Lott A, Yellin JL, Fabricant PD, Lawrence JT, Ganley TJ. *Sport-Specific Yearly Risk and Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears in High School Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis*. Am J Sports Med 2016; 44(10):2716-2723. Epub 2015 Dec 11.
- Moses B, Orchard J, Orchard J. *Systematic review: annual incidence of ACL injury and surgery in various populations*. Res Sport Med 2012; 20:157-79.
- Prodromos CC, Han Y, Rogowski J, et al. *A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen*. Arthroscopy 2007; 23:1320-5.
- Rodriguez-Merchan EC. *Evidence-Based ACL Reconstruction*. Arch Bone Jt Surg. 2015; 3(1):9-12.
- Arderm CL, Webster KE, Taylor NF, et al. *Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play*. Br J Sports Med 2011; 45:596-606.
- Arderm CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. *Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors*. Br J Sports Med. 2014; 48: 1543-1552.
- Brophy RH, Schmitz L, Wright RW, et al. *Return to play and future ACL injury risk after ACL reconstruction in soccer athletes from the Multicenter Orthopaedic Outcomes Network (MOON) group*. Am J Sports Med 2012; 40:2517-23.
- Paterno MV, Rauh MJ, Schmitt LC, et al. *Incidence of contralateral and ipsilateral anterior cruciate ligament (ACL) injury after primary ACL reconstruction and return to sport*. Clin J Sport Med 2012; 22:116-21.
- Wright RW, Dunn WR, Amendola A, et al. *Risk of tearing the intact anterior cruciate liga-*

COVID-19 RT-PCR Testing for Elite Athletes

Recommendations for elite sport*

Rankin et al., BJSM, Dec 2020

Key symptoms of COVID-19

- High temperature
- New continuous cough
- Loss of taste or smell
- Unexplained fatigue

- 1.** Consider forming an expert group to aid in the interpretation and give advice on any unusual or unexpected results. The group should liaise with local public health officials to the sporting event.

Virologist

Infectious Disease

Sports Medicine

Public Health
- 2.** Ensure the quality of the test: The test should be sensitive and specific for COVID-19. The use of the test should be in agreement with local public health authorities (PHA).
- 3.** Testing is only an adjunct to preventative measures, which should be implemented at all times in the elite sporting environment. Minimise social contacts.

Hands

Hand hygiene

Face

Face mask use

Space

Social distancing
- 4.** Considerations for close contacts of confirmed positive cases - quarantine & monitor daily temp/symptoms. Consider RT-PCR to test 'out' of quarantine (e.g. day 7) if local PHA in agreement.

Close contact

Test:

Day 0 Day 7

If both tests are negative and athlete is asymptomatic, consider return to sport
- 5.** Prior to an athlete gathering, consider performing 2 RT-PCR swabs e.g. at 3 and 6 days prior to the event. Test regularly when together, e.g. weekly.

Example RT-PCR Test Protocol:

Athlete group together test weekly when together

Daily symptoms and temperature check: -7/7 onwards
- 6.** For an asymptomatic athlete who tests positive for COVID-19 in screening, consider an immediate retest and immediate repeat testing of the initial sample. Correlate the test result with the symptoms and the pre-test probability, as well as considering antibody testing.

Positive test

Repeat test:

If repeat test negative and asymptomatic, discuss with expert group regarding return to sport
- 7.** Interpret the result with the pre-test probability. If the athlete has COVID-19 symptoms, RT-PCR test should be positive. If symptoms present and test is negative, repeat test within 24-48 hours. If this is negative consider alternative diagnoses.

Negative test

Symptoms present

Interpret result

with pre-test probability

Consider...

Alternative diagnosis

Consider repeat

test within 24-48 hours
- 8.** For unusual test results, discuss in the expert group. Consider repeating the test as soon as possible, within 24-48 hours.

Unusual test result?

Test performed correctly?

Discuss with expert group

Repeat test within 48 hours
- 9.** Post-COVID infection, RT-PCR test may remain positive for months. Repeat testing is not recommended within 90 days after infection. Consider antibody testing 2-3 weeks after the initial infection.

Positive test

Symptom recovery

Repeat test:

Expect false positive result

Prior to re-test
- 10.** For a positive case in the sporting 'bubble', isolate the case as well as all close contacts and discuss with local public health officials. Consider further RT-PCR testing for asymptomatic contacts (point 4). Consider testing all close contacts.

Positive test in sporting bubble

Isolate case and close contacts

Consider further RT-PCR testing

*Subject to local government approval.

- ment in the contralateral knee and rupturing the anterior cruciate ligament graft during the first 2 years after anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective MOON cohort study. *Am J Sports Med* 2007; 35:1131-132.
16. Beynon B, Johnson R, Abate J. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, Part 2. *Am J Sports Med* 2005; 11:1751-1766.
 17. Holm I, Oiestad B, Risberg M, Aune A. No difference in knee function or prevalence of osteoarthritis after reconstruction of the anterior cruciate ligament with 4-strand hamstrings autograft versus patellar tendon-bone-tendon autograft. *Am J of Sports Med* 2010; 38:448-454.
 18. Neuman P, Kostogiannis I, Fridén T, Dahlberg E, Englund M. Patellofemoral osteoarthritis 15 years after anterior cruciate ligament injury: a prospective cohort study. *Osteoarthritis Cartilage* 2009; 17:284-290.
 19. Mattacola C, Perrin D, Gansnedert J, Gieck J, Saliba E, McCue F. Strength, functional outcome, and postural stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Athletic Training* 2002; 37(3):262-268.
 20. Gokeler A, Bisschop M, Benjaminse A, et al. Quadriceps function following ACL reconstruction and rehabilitation: implications for optimization of current practices. *Knee Surg Sports Traumatol* 2014; 22:1163-74.
 21. Glass R, Waddell J, Hoogenboom B. The effects of open versus closed kinetic chain exercises on patients with ACL deficient or reconstructed knees: a systematic review. *N Am J Sports Phys Ther* 2010; 5:74-84.
 22. Uçar M, Koca I, Eroglu M, et al. Evaluation of open and closed kinetic chain exercises in rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Phys Ther Sci* 2014; 26:1875-8.
 23. Lewek M, Rudolph K, Axe M, Snyder-Mackler L. The effect of insufficient quadriceps strength on gait after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Biomech* 2002; 17(1):56-63.
 24. Kapreli E, Athanasopoulos S, Gliatis J, Papatheanasiou M, Peeters, R, Strimpakos N, Sunaert L. Anterior Cruciate Ligament Deficiency Causes Brain Plasticity: A Functional MRI Study. *The American Journal of Sports Medicine* 2009; 37 (12), 2419-2426.
 25. Tagesson S, Oberg B, Good L, Kvist J. A comprehensive rehabilitation program with quadriceps strengthening in closed versus open kinetic chain exercise in patients with anterior cruciate ligament deficiency: a randomized clinical trial evaluating dynamic tibial translation and muscle function. *Am J Sports Med* 2008; 36(2):298-307.
 26. Anderson J, Lamb S, Barker K, Davies S, Dodd C, Beard D. Changes in muscle torque following anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Orthop Scand* 2002; 73(5):546-552.
 27. Kobayashi A, Higuchi H, Terauchi M, Kimura M, Takagishi K. Muscle performance after anterior cruciate ligament reconstruction. *Int Orthop* 2004 Feb; 28(1):48-51.
 28. Grindem H, Granan LP, Risberg MA, et al. How does a combined preoperative and postoperative rehabilitation programme influence the outcome of ACL reconstruction 2 years after surgery? A comparison between patients in the Delaware-Oslo ACL Cohort and the Norwegian National Knee Ligament Registry. *Br J Sports Med* 2015; 49:385-389.
 29. Failla, M. J., Logerstedt, D. S., Grindem, H., Axe, M. J., Risberg, M. A., Engebretsen, L. Snyder-Mackler, L. Does Extended Preoperative Rehabilitation Influence Outcomes 2 Years after ACL Reconstruction? A Comparative Effectiveness Study between the MOON and Delaware-Oslo ACL Cohorts. *American Journal of Sports Medicine*. 2016; 44(10):2608-2614.
 30. Kim DK, Hwang JH, Park WH. Effects of 4 weeks preoperative exercise on knee extensor strength after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Phys Ther Sci*. 2015; 27(9):2693-6.
 31. Shaarani, S. R., O'Hare, C., Quinn, A., Moyna, N., Moran, R., & O'Byrne, J. M. Effect of Prehabilitation on the Outcome of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine* 2013; 41(9),2117-2127.
 32. de Valk Eduard J, Moen M, Winters M, Bakker E, Hoeven H. Preoperative patients and injury factors of successful Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction with single-bundle techniques. *Arthroscopy*. 2013;29 (11):1879-1895.
 33. Spindler P, Huston L, Wright R, Kaeding C, Marx R, Amendola A, Dunn W. The Prognosis and Predictors of Sports Function and Activity at Minimum 6 Years after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Population Cohort Study. *The American Journal of Sports Medicine*. 2011; 39(2):348-359.
 34. Heijne A, Ang O, Wener S. Predictive factors for 12-month outcome after anterior cruciate ligament reconstruction. *Scand J Med Sci Sports* 2009; 19:842-849.
 35. Kowalchuk A, Harner D, Fu H, Irrgang J. Prediction of patient-report outcome after a single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2009; 25:457-463.
 36. Hartigan E, Zeni J, Stasi S, Axe M, Snyder-Mackler. Preoperative predictors for noncopers to pass return to sports criteria after acl reconstruction. *J Appl Bimech* 2012; 28(4):366-373.
 37. Eitzen I, Risberg A, Holm I. Preoperative quadriceps strength is a significant predictor of knee function two years after anterior cruciate ligament reconstruction. *British Journal of Sports Medicine* 2009; 43(5):371-376.
 38. van Melick N, van Cingel R, Brooijmans F, et al. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *Br J Sports Med* 2016; 50:1506-1515.
 39. Almeida A, Santos Silva P, Pedrinelli A, Hernandez AJ. Aerobic fitness in professional soccer players after anteriorcruciate ligamentreconstruction 2018; *PLoS ONE* 13(3): e0194432
 40. Tonnessen E, Hem E, Leirstein S, Haugen T, Seiler S. Maximal aerobic power characteristics of male professional soccer players, 1989–2012. *Int J Sports Physiol Perform* 2013; 8:323-329.
 41. Villa Della S, Boldrini L, Ricci M, Danelon F, Snyder-Mackler L, Nanni G, et al. Clinical Outcomes and Return-to-Sports Participation of 50 Soccer Players After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Through a Sport-Specific Rehabilitation Protocol. *Sports Health* 2012; 4:17-24.
 42. Edwards A, Clark N, Macfadyen A. Lactate and Ventilatory Thresholds Reflect the Training Status of Professional Soccer Players Where Maximum Aerobic Power is Unchanged. *J Sports Sci Med* 2003; 2:23-29.
 43. Bizzini M, Silvers H. Return to competitive football after major knee surgery: more questions than answers? *J Sports Sci* 2014; 32:1209-1216.
 44. Mclean, Scott & E Samorezov, Julia. Fatigue-Induced ACL Injury Risk Stems from a Degradation in Central Control. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2009; 41:1661-72.
 45. Gandevia SC. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol Rev* 2001; 81(4):1725-89.
 46. McLean S, Felin R, Suedekum N, Calabrese G, Passerallo A, Joy S. Impact of fatigue on gender-based high-risk landing strategies. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39(3):502-14.
 47. Martin PG, Rattety J. Central fatigue explains sex differences in muscle fatigue and contralateral cross-over effects of maximal contractions. *Pflugers Arch* 2007; 454(6):957-69.
 48. van Melick N, van Rijn L, Nijhuis-van der Sanden M; et al. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2018).
 49. Thomas AC, Lepley LK, Wojtys EM et al. Effects of neuromuscular fatigue on quadriceps strength and activation and knee biomechanics in individuals post anterior cruciate ligament reconstruction and healthy adults. *J Orthop Sports Phys Ther* 2015; 45(12):1042-1050.
 50. Everhart JS, Best TM, Flanigan DC. Psychological predictors of anterior cruciate ligament reconstruction outcomes: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015; 23:752-62.
 51. Ardern CL, Österberg A, Tagesson S, et al. The impact of psychological readiness to return to sport and recreational activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med* 2014; 48:1613-1619.
 52. Thomeé P, et al. Self-efficacy of knee function as a pre-operative predictor of outcome 1 year after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2008 Feb;16(2):118-27.
 53. Lentz T, Zeppieri G Jr, George S, Tillman S, Moser M, Farmer K, Chmielewski T. Comparison of physical impairment, functional, and psychosocial measures based on fear of reinjury / lack of confidence and return-to-sport status after ACL reconstruction. *Am J Sports Med* 2015; 43(2):345-53.
 54. Zarzycki R, Failla M, Capin J, Snyder-Mackler L. Psychological Readiness to Return to Sport Is Associated With Knee Kinematic Asymmetry During Gait Following ACL Reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 2018; 27:1-21.
 55. Chmielewski TL, George SZ. Fear avoidance and self-efficacy at 4 weeks after ACL reconstruction are associated with early impairment resolution and readiness for advanced rehabilitation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018 Jul 3. 10.1007/s00167-018-5048-6.
 56. Y Bohu, S Klouche, N Lefevre, K Webster, S Herman. Translation, cross-cultural adaptation and validation of the French version of the Anterior Cruciate Ligament-Return to Sport after Injury (ACL-RSI) scale. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014. DOI 10.1007/s00167-014-2942-4.
 57. Sadeqi M, Klouche S, Bohu Y, Herman S, Lefevre N, Gerometta A. Progression of

- the Psychological ACL-RSI Score and Return to Sport After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. A Prospective 2-Year Follow-up Study from the French Prospective Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Cohort Study (FAST). *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine* 2018; 6(12), 2325967118812819
DOI: 10.1177/2325967118812819.
58. CD. Gregg, G. McIntosh, H. Hall, H. Watson, D. Williams, C.Hoffman. *The relationship between the Tampa scale of Kinesiophobia and low back pain rehabilitation outcomes.* *Spine Journal.* 2015; 15(12):2466-2471.
59. Vlaeyen JW, Boeren RG, et al. *Fear of movement / (re)injury in chronic low back pain and its relation to behavioral performance.* *Pain,* 62, 363-372.
60. Czuppon S, Racette B, Klein S, Harris-Hayes M. *Variables Associated With Return to Sport Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review.* *Br J Sports Med* 2014; 48(5):356 – 364.