

MESTRADO INTEGRADO

MEDICINA

Avaliação dos Fatores de Risco da Rotura do Ligamento Cruzado Anterior

Paulo Castro Silva

M

2019



Artigo de Revisão Bibliográfica

Mestrado Integrado em Medicina

Avaliação dos Fatores de Risco da Rotura do Ligamento Cruzado Anterior

Estudante

Paulo Alexandre Castro Dias Oliveira Silva

6º ano do Mestrado Integrado em Medicina do ICBAS-CHUP

Nº do aluno: 201200010

Correio eletrónico: alexandresilva1994@gmail.com

Orientador

Manuel André dos Santos Gomes

Assistente Graduado Sénior de Ortopedia do Centro Hospitalar do Porto

Professor Catedrático do ICBAS-CHUP

Coorientador

Pedro Filipe Ferreira Cardoso

Assistente Graduado de Ortopedia do Centro Hospitalar do Porto

Professor Auxiliar Convidado do ICBAS-CHUP

Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar

Universidade do Porto

Rua de Jorge Viterbo Ferreira, nº228, 4050-313, Portugal

Porto, maio de 2019

Artigo de Revisão Bibliográfica

Mestrado Integrado em Medicina

Avaliação dos Fatores de Risco da Rotura do Ligamento Cruzado Anterior

Assinatura do Estudante

Paulo Castro Silva

Assinatura do Orientador

Manuel André de Santa Comba

Assinatura do Coorientador

José Filipe Sousa Cavaleiro

Agradecimentos

As minhas sinceras palavras de agradecimento são dirigidas:

Ao Prof. Dr. André Gomes, o meu orientador, e ao Prof. Dr. Pedro Cardoso, o meu coorientador, por toda a disponibilidade, confiança e conselhos que me deram durante a realização da tese.

À minha família, por todo o carinho e alento transmitidos e por me incentivarem a ir mais além.

À Marta, pelo constante apoio, amor e paciência que demonstrou ao longo destes anos, estando ao meu lado sempre que preciso para me dar força nos bons e maus momentos.

Aos meus amigos, por todos os cafés, saídas e serões em casa do Luís a jogar.

Aos meus colegas de curso, por todo o convívio e amizade demonstrada.

A todos, o meu sincero obrigado.

Resumo

A rotura do ligamento cruzado anterior é uma lesão incapacitante que tem elevada prevalência em atletas entre os 20 e 30 anos. O mecanismo de rotura pode ser com ou sem contacto, ou seja, pode ser por trauma direto ou por movimentos forçados do joelho. A rotura sem contacto é associada a movimentos de hiperextensão ou de torção e existem diversos fatores de risco relacionados com esta lesão. O diagnóstico é clínico, com recurso a testes de mobilidade articular (teste de Lachman, sinal de gaveta anterior e pivot shift), sendo usados exames de imagem para confirmar. O tratamento pode ser conservador ou cirúrgico, dependendo da idade do indivíduo, profissão, atividade física e comorbilidades.

O presente trabalho tem o objetivo de analisar os fatores de risco desta lesão; para tal foram pesquisadas publicações em revistas científicas indexadas na PubMed, e em revistas de grande relevância na área de Ortopedia e Medicina Desportiva. Os fatores de risco estudados podem ser considerados intrínsecos ou extrínsecos. Entre os intrínsecos estão os fatores modificáveis (controlo neuromuscular e biomecânico) e os não modificáveis (sexo feminino, inclinação posterior do prato tibial, largura da chanfradura intercondilar femoral, história familiar, laxidez generalizada articular e rotura prévia do ligamento cruzado anterior). Os fatores extrínsecos são a meteorologia, o tipo de solo e a interação entre o membro inferior e o solo. Estes fatores atuam em combinação para aumentar o risco de rotura deste ligamento, e apesar de alguns dificilmente serem modificáveis, é pertinente serem conhecidos e estudados porque, através de programas de controlo neuromuscular e biomecânico, é possível diminuir as taxas de rotura em indivíduos que naturalmente estejam mais suscetíveis a esta lesão.

Palavras Chave

Fatores de Risco, Rotura, Ligamento Cruzado Anterior

Abstract

Anterior cruciate ligament rupture is a disabling injury that has a high prevalence in athletes between the ages of 20 and 30. The mechanism of rupture can be with or without contact, that is, it's either linked to direct trauma or to forced movements of the knee. Non-contact rupture is associated with hyperextension or torsion movements there being several risk factors related to this lesion. The diagnosis is clinical, using articular mobility tests (Lachman test, anterior drawer signal and pivot shift), and imaging tests are used to confirm it. Treatment may be conservative or surgical, depending on the individual's age, occupation, physical activity, and comorbidities.

The present study aims to analyze the risk factors of this lesion; to that end, I surveyed the literature pertaining to this topic through relevant publications in scientific journals indexed in PubMed, and in journals of great focus in the area of Orthopedics and Sports Medicine. The risk factors studied can be considered either intrinsic or extrinsic. Among the intrinsic factors are modifiable factors (neuromuscular and biomechanical control) and non-modifiable factors (female sex, posterior inclination of the tibial plateau, femoral intercondylar notch width, family history, general joint laxity and anterior cruciate ligament re-rupture). The extrinsic factors are the weather, the soil type and the interaction between the lower limb and the soil. These factors act in combination to increase the risk of rupture of this ligament, and even though some are hardly modifiable, it is pertinent for them to be known and studied because, through neuromuscular and biomechanical control programs, it is possible to decrease the rupture rates in individuals who naturally are more likely to suffer from this injury.

Key-Words

Risk Factors, Injury, Anterior Cruciate Ligament

Lista de Abreviaturas

AM – Antero-medial

IMC – Índice de Massa Corporal

HJ – Hiperextensão do Joelho

LCA – Ligamento Cruzado Anterior

LGA – Laxidez Generalizada das Articulações

PM – Postero-lateral

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Lista de Abreviaturas	iv
Lista de Tabelas	vi
Lista de Figuras	vii
Introdução.....	1
Objetivos.....	5
Metodologia	5
Fatores de Risco Intrínsecos	6
Sexo Feminino	6
Inclinação Posterior do Prato Tibial	7
Largura da Chanfradura Intercondilar femoral	8
História Familiar	9
Laxidez Generalizada das Articulações e Hiperextensão do Joelho	10
Rotura Prévia	11
Joelho Valgo	12
Controlo Neuromuscular e Prevenção.....	13
Fatores de Risco Extrínsecos	15
Conclusão.....	17
Bibliografia.....	18

Lista de Tabelas

Tabela I – Fatores de risco da rotura do LCA.....	23
Tabela II – Score de Beighton – Avaliar a Laxidez Generalizada das Articulações.....	24
Tabela III - Critérios de alta após cirurgia de reconstrução do LCA.....	25

Lista de Figuras

Figura 1 – Teste de Lachman.....	26
Figura 2 – Medição do ângulo da inclinação posterior do prato tibial.....	27
Figura 3 - Exercício efetuado para demonstrar o efeito da posição do pé durante uma aterragem na rotação interna do fêmur e adução da anca.....	28

Introdução

O ligamento cruzado anterior (LCA) é uma banda de tecido conjuntivo que se encontra dentro da cavidade articular e fora da cavidade sinovial e insere-se na tíbia e no fémur¹. Na tíbia insere-se transversal e anteriormente à espinha tibial anterior. Depois atravessa a chanfradura intercondilar e insere-se na face medial do côndilo femoral externo². O LCA é um ligamento estabilizador da articulação do joelho, com o principal objetivo de impedir a translocação anterior da tíbia (Sinal de Gaveta Anterior) e rotação da mesma³. É unanimemente aceite que o LCA é composto por dois feixes - o ântero-medial (AM) e o póstero-lateral (PL) - designados assim de acordo com a sua inserção distal relativamente às espinhas tibiais^{2, 4}. Ambos os feixes ficam sob tensão quando o joelho está em extensão, que reduz com a flexão, redução esta que é mais acentuada no feixe PL², uma vez que, durante a flexão, o feixe AM é o maior responsável pelo impedimento da translocação anterior da tíbia¹. Acima de 45° de flexão, o feixe AM passa a suportar 90% da tensão².

Este é o ligamento do joelho que mais sofre rotura, sendo imediatamente incapacitante, com um processo de reabilitação longa⁵. Nos Estados Unidos da América, a prevalência é de 1 em 3000 indivíduos. São estimadas mais de 120.000 lesões anualmente⁶, com uma frequência elevada em atletas entre os 20 e 30 anos. Existem dois mecanismos principais de rotura: por trauma direto ou por movimentos forçados do joelho, sendo este último muito mais comum, responsável por 85% das lesões⁷. A rotura ocorre maioritariamente por mudanças de direção repentinas ou desacelerações de movimento, em apoio monopodal, que condicionam a rotação interna do fémur sobre a tíbia ou o movimento em valgo do joelho, normalmente com pequeno ângulo de flexão, tornando a articulação do joelho instável e limitando a mobilidade^{2, 8, 9}.

Para o diagnóstico é necessário realizar a anamnese detalhada ao doente e executar o exame físico dirigido à lesão. No momento da rotura, o indivíduo ouve normalmente um estalido proveniente de dentro do joelho, conhecido como "pop", que significa que o limiar de resistência das fibras do LCA foi ultrapassado, seguido de dor severa e edema, resultante da hemartrose que ocorre em 70% dos casos, uma hora após a lesão. A ausência de hemartrose torna a hipótese de diagnóstico de uma rotura crónica ou parcial mais plausível, ou numa rotura silenciosa em que o LCA foi lentamente rompido, regularmente devido a uma estenose da chanfradura intercondilar do fémur². As roturas parciais são mais difíceis de diagnosticar através do exame físico e ocorrem em 10% a 27% dos casos¹⁰, habitualmente apresentando o LCA intacto em pelo menos um exame de imagem. Lesões parciais que afetam menos de 25% do

ligamento não apresentam instabilidade articular aguda nem crónica, e, nestes casos, é considerado tratamento conservador com ênfase na reabilitação motora. Nos casos em que atinge mais de 50% do ligamento os sintomas são semelhantes a uma rotura completa, principalmente se o feixe AM estiver danificado, sendo o tratamento ideal a cirurgia^{1, 10}.

No exame físico existem três testes para identificar a rotura: o teste de Lachman, o teste de *pivot shift* e o sinal de gaveta anterior da tibia. O Teste de Lachman é o mais sensível (85%)¹¹ e o mais usado numa fase aguda, uma vez que a dor impede a realização de outros testes. Este consiste em realizar o movimento de translocação anterior da tibia com o doente em decúbito dorsal, com o fémur imobilizado e o joelho entre 15° e 30° de flexão. O teste é positivo quando existe uma laxidez ou translocação da tibia maior do que o lado contralateral. O teste de *pivot shift* tem uma especificidade de 98%, mas apenas uma sensibilidade de 24%¹¹. O teste realiza-se colocando o doente em decúbito dorsal, com o joelho estendido e a tibia com rotação interna, e aplicando uma força em valgo na articulação enquanto o joelho é fletido lentamente. A manobra é considerada positiva se a tibia sofrer luxação anterior entre os 20° e 40° de flexão do joelho¹. O teste de gaveta anterior é menos sensível que o teste de Lachman e avalia principalmente a integridade do feixe AM. Realiza-se colocando o joelho em 90° de flexão e fazendo a translocação anterior da tibia. O teste é positivo quando existe um movimento anterior maior do que o lado contralateral¹. Apesar do diagnóstico poder ser efetuado apenas com os métodos supramencionados, o recurso à imagiologia é de grande utilidade em certos casos. A ressonância magnética nuclear é extremamente vantajosa para diferenciar entre roturas totais e parciais do LCA, com uma sensibilidade entre 92% e 100% e uma especificidade entre 85% e 100%, assim como demonstrar danos meniscais, ligamentares e osteocondrais¹.

Vários fatores de risco foram identificados na literatura. Podem-se dividir em duas categorias principais: intrínsecos e extrínsecos (Tabela I). Os extrínsecos são aqueles que podem ser alvos de correção e que nem sempre dependem do indivíduo. Estão frequentemente relacionados com a prática de desporto, em específico com a execução inadequada de atividade física, a interação entre o calçado e o solo e as condições meteorológicas. Os fatores de risco intrínsecos podem ser anatómicos, que dificilmente são modificáveis, ou neuromusculares e biomecânicos, que, por sua vez, podem ser prevenidos com treino adequado. Entre os fatores intrínsecos estão documentados a laxidez articular, hiperextensão do joelho, joelho valgo, rotura previa do LCA, sexo feminino, história familiar e morfologia dos componentes do joelho (largura da chanfradura intercondilar diminuída e inclinação posterior do prato tibial)^{9, 12, 13}. Estes fatores correlacionam-se entre si influenciando assim o risco de rotura do LCA.

Independentemente do mecanismo, a rotura do LCA cria alterações biomecânicas na articulação e é habitualmente associada a lesões meniscais, cartilagíneas e com osteoartrite pós-traumática do joelho, em que não existem medidas conservadoras eficazes para indivíduos jovens e ativos¹⁴.

O tratamento agudo consiste em aliviar a dor com recurso a analgésicos, imobilizar e elevar o membro afetado, colocar gelo e compressão no local para reduzir a hemartrose¹⁵. Após estas medidas, pode ser decidido realizar tratamento conservador ou cirúrgico.

O tratamento conservador consiste em imobilização do membro inferior, na realização de fisioterapia e na educação do doente para melhorar a estabilidade do joelho¹⁶. É considerado em roturas menos severas do LCA que não apresentam instabilidade, em doentes que têm uma vida sedentária, em doentes que consigam prescindir de grande atividade física e em crianças, devido à probabilidade de existirem distúrbios de crescimento relativos ao dano na placa fisária provocado pela cirurgia¹⁶⁻¹⁸. É relevante mencionar que grande parte dos doentes submetidos a este tratamento poderão necessitar de cirurgia ligamentar devido a instabilidade articular ou dano meniscal¹⁵. Estes pacientes têm um risco relativo significativamente maior de vir a ter qualquer grau de osteoartrite do que os que foram tratados cirurgicamente¹⁹.

A decisão para tratamento cirúrgico também se baseia na gravidade da lesão, na idade do indivíduo, na sua profissão, na sua atividade física e outras comorbilidades presentes. Não existem critérios definidos, mas é aconselhada a cirurgia aos indivíduos que apresentam instabilidade do joelho nas atividades da vida diária e a atletas que colocam elevada tensão nesta articulação²⁰, como, por exemplo, jogadores de futebol, basquetebol e voleibol. A cirurgia tem a vantagem de aumentar a estabilidade articular, diminuir o risco de subluxação e assim prevenir dano meniscal e cartilagíneo¹⁷. O tratamento cirúrgico é efetuado por artroscopia, e pode ser realizado por plastia intra-articular ou extra-articular, com recurso a diferentes tipos de enxertos, ou por uma combinação destas técnicas². A sutura do LCA foi o primeiro procedimento cirúrgico realizado em lesões deste ligamento, reportado por Mayo Robson em 1903¹⁵. A sutura tem melhores resultados se for nos primeiros oito dias da lesão, sendo a grande vantagem deste procedimento a preservação da propriocetividade, algo que é mais difícil de alcançar com as plastias ligamentares². No entanto, a cirurgia com recurso a sutura do ligamento caiu em desuso devido à elevada taxa de insucesso deste procedimento^{16, 21}. Num estudo de 2018 publicado por Mahapatra e colaboradores são estudadas várias técnicas de sutura do LCA, e foi descrito que o uso de bandas intraligamentares de modo a estabilizar o ligamento e assim melhorar a cicatrização têm

aumentado o sucesso desta cirurgia²¹. No entanto os autores afirmam que é necessária mais investigação para determinar os benefícios desta técnica.

Na reconstrução do LCA podem ser usados enxertos sintéticos, autólogos ou alógenos. Os sintéticos já quase não são usados devido à elevada taxa de rotura e complicações. Os aloenxertos seriam uma boa escolha, pois não causariam morbidade ao indivíduo relacionada com a colheita e não teriam limitações de dimensão em relação ao autoenxerto. No entanto, como são provenientes de cadáveres, existe dificuldade de colheita devido à sua disponibilidade inconstante, pode haver uma resposta imunológica inadequada e existe um risco de transmissão de doenças como VIH, hepatite e sífilis¹⁶. Numa meta-análise realizada por Wasserstein D. et al (2015)²² foi constatado que o risco de insucesso da cirurgia é maior na utilização dos aloenxertos comparativamente com os autoenxertos. Os autoenxertos são os mais utilizados, podendo ser usado os tendões dos músculos isquiotibiais, o tendão quadricipital e o tendão rotuliano. Uma revisão sistemática publicada em 2010 por Foster e colaboradores reportou que não havia um autoenxerto que demonstrasse um *outcome* funcional significativamente superior em relação aos outros; refere também que a técnica cirúrgica usada é um dos fatores principais para o sucesso da cirurgia²³. O principal problema destes enxertos é o dano causado ao indivíduo devido à remoção dos tecidos. A vantagem teórica do uso do tendão rotuliano é a cicatrização mais eficaz, pois o enxerto colhido tem osso nas extremidades e proporciona uma melhor fixação do enxerto. No entanto, existe morbidade significativa associada à colheita e uso do enxerto de tendão rotuliano, como, por exemplo, tendinite, artrofibrose, condropatia rotuliana, dor patelar e fratura da rótula². Por esta razão tem vindo a aumentar o interesse pelo uso do tendão quadricipital, com técnicas recentes de colheita minimamente invasivas de modo a diminuir a morbidade do procedimento²⁴. Os enxertos de tendão dos músculos isquiotibiais também são muito usados. Individualmente apresentam baixa rigidez e, por esta razão, são combinados vários tendões para formar um filamento mais resistente. Comparativamente ao tendão rotuliano não apresentam tanta morbidade para o indivíduo, mas têm uma capacidade de fixação menor e, portanto, um tempo de recuperação maior²⁵.

Após a cirurgia é aconselhada a realização de fisioterapia, para tornar a recuperação mais eficaz e mais rápida. A reabilitação através de fisioterapia consiste numa progressão de atividades específicas que proporcionam a aquisição ou reaquisição de capacidades motoras de modo a tornar a atividade física segura e eficaz para o indivíduo. Após a intervenção cirúrgica, a extensão completa do joelho deve ser atingida gradualmente, mas o mais precocemente possível, de modo a evitar alterações biomecânicas na articulação tibiofemoral e patelofemoral, e posteriormente a atrofia do

quadricípites²⁶. São também realizados exercícios para reforço muscular e articular, com recurso a electroestimulação, colocação gradual de carga na articulação e treino neuromuscular²⁷.

Cavanaugh J.T. e Powers M. afirmam que o tempo após a intervenção cirúrgica não deve ser o único fator para determinar se o indivíduo se encontra apto para retornar à atividade física. Deve ser também avaliada a força, a propriocepção e a amplitude de movimentos da articulação. Estes autores relatam que mesmo após 2 anos da cirurgia estes parâmetros ainda não estão normalizados, tornando difícil estimar quando é que o indivíduo poderá voltar ao desporto²⁷.

Objetivos

O objetivo desta revisão bibliográfica é clarificar os fatores de risco modificáveis e não modificáveis da rotura do ligamento cruzado anterior, e o que é conhecido e desconhecido sobre os mesmos.

Metodologia

De modo a cumprir os objetivos, foram pesquisadas publicações em revistas científicas indexadas na PubMed, assim como em revistas prestigiadas e de particular destaque na área da ortopedia e medicina desportiva: *Revista Portuguesa de Ortopedia e Traumatologia*, *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, *American Journal of Sports Medicine*, *British Journal of Sports Medicine*, *New England Journal of Medicine* e *British Medical Journal*. Foram utilizadas como palavras-chave para pesquisa de artigos os termos ou combinação de termos, em inglês “*anterior cruciate ligament*”, “*ACL*”, “*injury*”, “*knee injury*”, “*knee joint*”, “*risk factors*”, “*prevention*” e em português “ligamento cruzado anterior”, “*LCA*”, “fatores de risco”, “lesão joelho” e “prevenção”. Os artigos selecionados abordam os objetivos a que o presente trabalho se propõe, tendo sido incluídos artigos de investigação original e revisão bibliográfica, com texto completo disponível, publicados entre 1996 e 2018, escritos em inglês, espanhol e português.

Fatores de Risco Intrínsecos

Sexo Feminino

Os atletas do sexo feminino têm maior risco de sofrer rotura do LCA do que atletas do sexo masculino, com taxas de lesão 3,5 vezes maiores em basquetebol e 2,7 vezes maiores em futebol²⁸. O risco de rotura por lesão sem contacto é duas a nove vezes mais provável de acontecer em mulheres, sendo este mecanismo responsável por 70-78% das roturas do LCA no sexo feminino^{3, 29}. Há vários estudos que tentam justificar esta discrepância, tentando identificar e estudar potenciais fatores de risco, como o facto do LCA feminino ser de menor comprimento, largura e volume comparando com o ligamento masculino³⁰, a diminuição da largura intercondilar, maior ângulo de joelho valgo e hiperextensão do joelho, maior laxidez articular e efeitos hormonais^{3, 31}.

Beynon et al.(2006)²⁹ e Ruedl G. et al (2009)³² realizaram estudos caso-controlo em que concluíram que as mulheres têm mais risco de rotura do LCA em períodos pré-ovulatórios. Estes autores propuseram que o aumento do estrogénio nesta fase do ciclo menstrual exerce um efeito de diminuição do tónus muscular e laxidez articular. Para corroborar esta hipótese, numa revisão sistemática realizada em 2017, Herzberg SD et al.³³ afirmam que a fase pré-ovulatória é a fase que está mais associada à rotura do LCA, e que a laxidez deste ligamento é maior nesta fase do que na fase pós-ovulatória. Shultz SJ et al. (2010)³¹ referem que existem recetores de estrogénio no LCA, assim como de relaxina (hormona responsável pelo relaxamento do útero e articulações pélvicas na gravidez). Como as hormonas sexuais femininas variam de acordo com o ciclo menstrual, alguns autores colocaram como hipótese que as mesmas afetem o LCA em certos períodos do ciclo, alterando assim a sua composição e propriedades biomecânicas. No entanto, não foram efetuados estudos que comprovem que tanto a presença destes recetores no LCA ou a concentração de hormonas sexuais modifiquem as propriedades do ligamento, e que apesar destes artigos reportarem os mesmos achados, é importante realçar que existe alguma dificuldade inerente à dosagem das hormonas durante a rotura, sendo assim necessário mais investigação para determinar uma medida eficaz de caracterizar o ciclo menstrual na altura da lesão³⁴. O uso de contraceptivos orais influencia as concentrações de estrogénio e pode bloquear o efeito hormonal no controlo neuromuscular e na laxidez e integridade do LCA, e assim exercer um efeito protetor da rotura deste ligamento³⁵. Num estudo de 2002 realizado por Wojtisz E.M. e colaboradores foi relatado que as mulheres que não estavam sob o efeito de contraceptivos orais tinham uma taxa de rotura maior na fase de ovulação³⁶. No entanto, apesar deste estudo sugerir um efeito protetor com o uso de contraceptivos orais, Bell

D.R. et al (2011)³⁷ relatam o contrário: que estes fármacos não alteram a predisposição para rotura do LCA. A literatura sugere uma associação entre a lesão do LCA e a concentração de hormonas durante a fase menstrual, e a maior parte de estudos recentes apontam para um efeito protetor do uso de contraceptivos orais^{33, 38}. Contudo, trata-se de um tema controverso que necessita de mais investigação com níveis de evidência maiores.

Inclinação Posterior do Prato Tibial

A inclinação posterior do prato tibial é definida como o ângulo formado pela linha paralela à inclinação posterior da tibia e a linha perpendicular à diáfise da tibia, num exame radiográfico no plano sagital³⁹ (figura 2).

Esta inclinação influencia a distribuição das cargas através da articulação do joelho: uma inclinação aumentada resulta numa maior translocação anterior da tibia durante atividades de carga, o que coloca o LCA em mais estiramento do que o normal⁴⁰. Brandon et al. (2006)³⁹ realizaram um estudo caso-controlo em que mediram radiograficamente o ângulo da inclinação tibial posterior de 200 indivíduos, 100 com rotura do LCA e 100 controlos. Também compararam a diferença do ângulo entre sexos. Este autor reportou que os indivíduos que sofreram rotura do LCA tinham uma inclinação posterior tibial maior do que os indivíduos controlo, e que, estatisticamente, o ângulo era igual no sexo feminino e masculino. Foi estudado por Christensen e colaboradores (2015)⁴¹ que o ângulo de inclinação posterior influencia o insucesso da cirurgia de reconstrução: o ângulo era significativamente maior em pacientes que sofreram rotura do enxerto (8,4°) do que no grupo controlo (6,5°), ou seja, a taxa de insucesso aumenta proporcionalmente ao tamanho do ângulo.

Em 2014, Brandon et al. estudaram o ângulo de inclinação lateral tibial como fator de risco, comparando entre sexos, e concluíram que existe um aumento do risco de 21,7% por cada grau de aumento da inclinação lateral, apenas para as mulheres. Esta associação não se verificou no sexo masculino⁴². Dare DM. et al. (2015)⁴³ também estudaram a inclinação tibial, mas em idade pediátrica, e relatou que a inclinação lateral estava relacionada com um aumento do risco, mas com igual prevalência entre ambos os sexos, e que a inclinação medial não estava associada à lesão do LCA.

Em 2018 Yamaguchi K.T. e colaboradores puseram como hipótese que a osteotomia de redução da inclinação do prato tibial poderia reduzir a tensão aplicada no LCA. Para tal, realizaram um estudo laboratorial em joelhos de cadáveres, medindo a força exercida no LCA durante a flexão entre 0 e 50 graus, antes e depois do procedimento cirúrgico. Concluíram de que a osteotomia realizada diminuía a força

exercida no LCA e reduzia a translação anterior da tíbia, mas apenas quando não era aplicada força de rotação interna do fémur sobre a tíbia. Os autores explicam que a osteotomia não altera o ângulo de rotação do joelho, e quando está a ser aplicada uma força de rotação interna os benefícios da cirurgia não se verificam, porque a maior parte da tensão exercida no LCA resulta desta torção e não da inclinação tibial⁴⁴.

Largura da Chanfradura Intercondilar femoral

A chanfradura intercondilar femoral é uma região anatómica que tem um papel importante na estabilização da articulação do joelho. Ivar Palmer, em 1938, foi o primeiro a realizar um estudo que sugere que uma largura diminuída da chanfradura intercondilar aumenta o risco de rotura ligamentar⁴⁵. Shaw, K. A. et al. (2015)⁴⁶ afirmam que as características morfológicas desta região têm importância para determinar o risco da rotura do LCA, e Kizilgoz, V. et al. (2018)⁴⁷ relatam que em pacientes que sofreram rotura do mesmo, a largura da chanfradura intercondilar era menor do que em pacientes sem rotura. Fernández-Jaén T. et al. publicaram um estudo com caso-controlo em 2015, com o total de 530 pacientes, em que 308 sofreram rotura do LCA. Os autores mediram a largura intercondilar por ressonância magnética e relataram que esta era significativamente menor nos indivíduos que tinham sofrido lesão do LCA do que nos indivíduos controlo⁴⁸.

A ligação entre a largura intercondilar e a rotura do LCA parece ser tópico de debate por vários autores: alguns que afirmam que não há relação, e outros idealizam algumas hipóteses para explicar esta associação.

Uma teoria afirma que uma largura diminuída da chanfradura intercondilar constituiu um obstáculo mecânico ao LCA durante a rotação interna e hiperextensão do joelho, enquanto que outros autores afirmam que uma chanfradura de pequeno tamanho irá conter um ligamento menor, e, por consequência, mais fraco e suscetível a rotura⁴⁷.

No entanto, outros autores relatam que não há associação, como Lombardo S. et al. (2015)⁴⁹, que realizaram um estudo caso-controlo ao longo de 11 anos, com o objetivo de determinar se existia relação entre a largura da chanfradura intercondilar e a rotura do LCA em atletas profissionais de basquetebol, chegando à conclusão que não havia diferença significativa entre as populações estudadas.

De modo a prevenir a rotura nestes indivíduos poderá ser efetuada a cirurgia de alargamento da chanfradura intercondilar femoral. No entanto, é maioritariamente realizada como complemento à reconstrução do LCA para diminuir a obstrução do enxerto e em cirurgias de revisão⁵⁰. Numa revisão sistemática publicada por Ranuccio F. et al (2017)⁵⁰ foram estudados os efeitos clínicos da cirurgia de alargamento para

determinar se é vantajosa a sua realização. Os autores relatam que os outcomes a longo prazo deste tipo de procedimento ainda não são inteiramente conhecidos, e que é apenas vantajoso a sua realização em cirurgias de revisão da reconstrução do LCA em que existe artrofibrose e presença de esporões ósseos, de modo a preservar o enxerto. Os autores também afirmam que a realização deste procedimento durante a reconstrução do LCA pode não ser benéfica, devido ao efeito deletério na cartilagem quando a cirurgia é demasiado agressiva e ao crescimento ósseo que poderá acontecer na chanfradura, afetando o posicionamento do enxerto e alterando a sua biomecânica. Assim, o uso desta cirurgia como medida preventiva não é muito benéfico e deve ser reservada para cirurgias de revisão.

História Familiar

Em 2005, Kevin Flynn e colaboradores realizaram um estudo caso-controlo em que questionaram 171 indivíduos que sofreram rotura do LCA sobre a história familiar de roturas do mesmo, e concluíram que para aquela amostra existia duas vezes mais probabilidade dos indivíduos com lesão do LCA terem familiares de primeiro, segundo ou terceiro grau com roturas prévias do que na população controlo¹².

A predisposição familiar para a rotura do LCA é multifatorial, através da transmissão das características anatómicas, neuromusculares e biomecânicas do joelho⁵¹. Michael Posthumus foi o primeiro a identificar a variante genética COL1A1 como fator de risco familiar para rotura do LCA. Este gene desempenha um papel importante na formação da molécula de colagénio tipo 1, que é a principal componente estrutural dos ligamentos. Foi verificado que mutações neste gene causam alterações ao nível do tecido conjuntivo e alterações ósseas, tornando assim o LCA mais suscetível a rotura⁵². Num outro estudo realizado por Michael Posthumus, foi identificado que uma diminuição da expressão no gene COL5A1 estava associado a um aumento do risco de rotura do LCA apenas no sexo feminino⁵³. Num artigo mais recente (2011), este autor estudou ainda a relação entre a região cromossómica 11q22 e o risco de rotura do LCA. É nesta região que estão presentes certos genes que codificam proteínas que interferem na formação da matriz de colagénio. Nos indivíduos estudados que sofreram lesão do LCA, existiam variações genéticas nesta região cromossómica⁵⁴. Numa meta-análise publicada em 2017 foi descrito que existia evidência conflitua entre a associação da rotura com a variante genética COL1A1, e que havia evidência limitada sobre a variante COL5A1. Os autores desta meta-análise afirmam que é necessária maior evidência para ser possível determinar com segurança quais genes estão envolvidos na predisposição para a rotura do LCA⁵⁵. Em 2017 foi publicado um trabalho de

investigação que determinou que os indivíduos de descendência europeia tinham maior predisposição familiar para a rotura do LCA do que indivíduos de descendência africana e americana, através da medição de marcadores genéticos INDEL (polimorfismo de inserção e deleção). Os autores afirmam que estes marcadores têm potencial para serem usados para rastrear indivíduos em risco e assim criar um teste específico de rastreio familiar⁵⁶.

Laxidez Generalizada das Articulações e Hiperextensão do Joelho

A presença de Laxidez Generalizada das Articulações (LGA) está relacionada com um aumento da translação anterior da tibia em relação ao fémur, elevando o risco da rotura do LCA em movimentos e atividades que aumentam a carga nesta articulação. Esta patologia é avaliada segundo o Score de Beighton, que varia entre zero e nove, atribuindo um ponto a cada um dos seguintes movimentos caso sejam positivos, à direita ou à esquerda: hiperextensão passiva do joelho, hiperextensão passiva do cotovelo, capacidade de tocar passivamente com o polegar no antebraço, extensão passiva do quinto metacarpo acima de 90 graus, e a capacidade de colocar ambas as palmas das mãos no chão com os joelhos em extensão (Tabela II)⁵⁷. Com uma pontuação acima de 4 pode-se considerar hiper-mobilidade articular.

A Hiperextensão do Joelho, ou *Genu Recurvatum*, é diagnosticada comumente em pessoas com LGA. A hiperextensão normal do joelho varia entre três a cinco graus e amplitudes superiores a estas são patológicas, significando hiperextensão do joelho⁵⁸. Ramesh R. et al. (2005) e Kramer L.C. et al. (2007) realizaram estudos caso-controlo entre indivíduos com história de rotura do LCA, em que recolheram dados anatómicos do joelho, e ambos concluíram que um aumento da laxidez articular, assim como a hiperextensão do joelho, estavam associadas à rotura do LCA^{58, 59}.

Num outro estudo, feito por Bell R.B. e colaboradores, foi proposto que, como a laxidez articular tem um carácter hereditário, os genes envolvidos nesta patologia poderiam ser os mesmos envolvidos no risco familiar para a rotura do LCA. Após a investigação, foi concluído que as variantes genéticas COL1A1 e COL5A1, cuja associação com a rotura do LCA já foi previamente descrita, estavam também em grande parte associadas à laxidez generalizada das articulações e à hiperextensão do joelho⁶⁰.

Rotura Prévia

Numa revisão sistemática realizada por Nicholas Crawford e colaboradores concluiu-se que, em indivíduos que realizaram reconstrução do LCA, 1 em cada 9 irá sofrer uma nova rotura⁶¹.

Orchard J. et al. (2001) afirmam que pessoas que foram sujeitas a reconstrução do LCA têm mais risco de ter nova rotura, quer seja do ligamento contralateral ou daquele que foi reconstruído⁶². Este autor realizou um estudo em que analisou 1643 jogadores de futebol ao longo de vários jogos. 120 jogadores sofreram rotura do LCA, sendo que em 63 jogadores a lesão foi sem contacto. Depois de questionar os jogadores sobre lesões passadas, os autores concluíram que existia 11,3% de risco de rotura em indivíduos que tiveram reconstrução do LCA nos 12 meses passados, e 4,4% de risco de rotura em indivíduos que tiveram reconstrução há mais de 12 meses. Esta diferença no risco dever-se-á ao incumprimento do tempo de recuperação⁶² e à falta de critérios de alta clínica (tabela III)⁶³, sendo importante cumprir estes parâmetros para reduzir o risco de nova lesão. Este autor também analisou roturas do ligamento contralateral após cirurgia e verificou que existia um aumento de incidência. Para justificar afirma que os jogadores que sofreram lesão prévia poderão ter fatores morfológicos que predispõem à rotura e tendem a apoiar-se mais no membro contralateral, aumentando assim a probabilidade de nova lesão. Myklebust G. et al. (2003)⁶⁴ realizaram um *follow up* de 6 a 11 anos em jogadores de andebol que sofreram rotura do LCA, e reportou que 11 dos 50 jogadores (22%) que foram sujeitos a reconstrução do LCA e continuaram a jogar tiveram uma nova rotura do LCA previamente lesionado, enquanto que 6 (9%) dos jogadores lesionaram o ligamento contralateral.

Relativamente à diferença de sexos, uma revisão sistemática publicada por Ryan J et al. relata que a probabilidade de nova rotura é igualmente prevalente no sexo masculino e feminino⁶⁵. Num outro estudo, Maria Velázquez-Rueda relata um maior risco no sexo masculino⁹, no entanto este último estudo incluía apenas de 34 indivíduos que sofreram nova rotura, podendo não ser uma amostra significativa.

Atualmente a reconstrução cirúrgica do LCA é o tratamento de escolha para a maior parte dos indivíduos que sofreram esta lesão. Normalmente os resultados desta cirurgia são satisfatórios, com uma taxa de integridade mecânica do enxerto de mais de 95% aos 5 anos⁶⁶. Kamien PM et al. (2013)⁶⁷ afirmam que pessoas com menos de 25 anos têm maior risco de sofrer nova rotura do LCA, numa amostra de 98 pacientes. Para corroborar este achado, Andernord D. et al. (2015)⁶⁸ realizaram um estudo para avaliar o risco de um doente vir a necessitar de revisão cirúrgica do LCA, num universo de 16,930 indivíduos, e referem que existe 2,5 vezes maior risco em adolescentes (entre

13 a 19 anos) do que em indivíduos mais velhos. Maletis GB et al. (2015)⁶⁶ também publicaram um artigo com os mesmos achados: avaliaram 21,304 indivíduos que foram sujeitos a cirurgia de reconstrução do LCA e concluíram que existe um risco 7,8 vezes maior de necessitar de revisão cirúrgica em indivíduos com menos de 21 anos. Os autores, para justificar este achado, colocam como hipótese que em idades mais jovens os indivíduos apresentam maior atividade física, aumentando o risco de insucesso da cirurgia. Neste estudo, os tipos de enxerto usados também foram identificados como fatores de risco para a revisão da cirurgia reconstrutiva do LCA. Em indivíduos com menos de 40 anos, aqueles que foram submetidos a reconstrução com aloenxertos tinham um maior risco de insucesso, e em pacientes com menos de 21 anos o risco era maior quando eram usados autoenxertos do tendão isquiotibial⁶⁶.

Num estudo de 2018 o Índice de Massa Corporal (IMC) foi estudado para determinar se influenciava a reabilitação em indivíduos que foram submetidos a cirurgia de reconstrução do LCA com enxerto do tendão isquiotibial. Um IMC acima de 24,9 demonstrou efeitos adversos na performance e força do músculo quadricípite⁶⁹, podendo ser uma causa de insucesso da cirurgia.

Uhorchak JM et al. (2003)⁷⁰ investigaram a hipótese do Índice de Massa Corporal ser um fator de risco. Numa população de 895 indivíduos, em que 24 sofrera rotura do LCA, concluiu que aqueles que tinham um IMC acima do normal (normal entre 18,5 - 24,9 kg/m²) tinham risco aumentado. Este autor propôs uma explicação para este achado, dizendo que um IMC maior normalmente indica uma pessoa menos ativa fisicamente e mais fraca, e assim mais suscetível a rotura. No entanto o IMC nem sempre reflete a condição física de um indivíduo, pois aqueles que têm mais massa magra e estão em boa condição física têm habitualmente um IMC elevado.

Joelho Valgo

Joelho Valgo é o nome que se dá a uma deformidade do membro inferior, que pode ser estrutural ou dinâmica. Nesta patologia o joelho encontra-se desalinhado, numa posição medial a uma linha que intersecta a articulação da anca e o pé. Joelho valgo estrutural é idealmente identificado numa radiografia e resulta de deformidades na articulação da anca e do joelho, enquanto valgo dinâmico está associado a uma musculatura fraca e laxidez articular, sendo um dos fatores biomecânicos responsáveis pela rotura do LCA⁷¹. Este último pode ser corrigido com exercícios de fortalecimento muscular e articular. Seria importante distinguir entre o tipo estrutural e dinâmico na avaliação como fator de risco, porém existe dificuldade em verificar individualmente

como cada um afeta a rotura do LCA, e verifica-se uma associação entre os dois, sabendo que em alguns indivíduos pode existir correção e noutros não³.

Verificou-se que o movimento de rotação interna do fémur está associado a uma maior taxa de rotura do LCA^{31, 72}. A lesão por este mecanismo é, na maior parte das vezes, sem contacto: acontece maioritariamente em desportistas e ocorre na mudança de direção de movimento^{35, 73}. Para este movimento acontecer não tem de existir a patologia de base de joelho valgo, mas, nos indivíduos que apresentem esta deformidade, é expectável que sejam mais suscetíveis a rotura do LCA do que indivíduos saudáveis. Hewett TE et al. (2005)⁷⁴ reportaram que em indivíduos do sexo feminino que sofreram rotura do LCA, o ângulo de abdução do joelho durante o contacto com o solo após um salto era maior 8 graus do que em indivíduos sem rotura.

Em 2016, Tran AA. et al. estudaram o efeito da posição do pé, durante o contacto com o solo após um salto, nos fatores biomecânicos do joelho associados com a rotura do LCA, nomeadamente a rotação interna do fémur e adução da anca. Os autores analisaram três posições de aterragem diferentes: com o pé para dentro, neutro ou com o pé para fora (figura 3), e relataram que a posição do pé para dentro exacerba o movimento em valgo do joelho e adução da articulação da anca, aumentando o risco de rotura do LCA, ao contrário da posição do pé para fora, que diminui o stress da articulação e o risco da mesma⁷¹. Um outro fator que reduz o risco de lesão é aumentar o ângulo de flexão do joelho durante o contacto com o solo após um salto, diminuindo a tensão exercida no LCA⁷⁵.

Controlo Neuromuscular e Prevenção

Vários fatores neuromusculares estão associados com a rotura do LCA e podem ser modificados com programas de prevenção, ao contrário dos fatores de risco anatómicos e hormonais. Entre os fatores neuromusculares estão a diminuição de força dos músculos isquiotibiais, a dominância do musculo quadricipital e a fraqueza dos abdutores e rotadores externos da anca. Estes fatores estão mais associados à rotura em indivíduos do sexo feminino, no entanto a sua prevenção pode ser essencial para reduzir o risco de lesão em ambos os sexos⁷⁶. Durante o contacto com o solo após um salto, o músculo quadricipital é de extrema importância na desaceleração. A contração deste músculo provoca a translação anterior da tibia, e como referido anteriormente este movimento coloca o LCA em maior tensão. Esta ação é equilibrada pelos músculos isquiotibiais. No caso de existir um desequilíbrio na contração, como, por exemplo, existir uma predominância de força do grupo muscular anterior ou uma diminuição de força na cadeia isquiotibial, a tendência é o aumento do estiramento do LCA e assim a

elevação da probabilidade de rotura. É de elevada importância o treino destes músculos para prevenir a lesão do LCA. Num artigo publicado por Liederbach M. et al. (2008)⁷⁷, foi descrito que os indivíduos que praticam dança e ballet profissional têm baixas taxas de rotura do LCA, e que se deve ao aperfeiçoamento da técnica de salto, devido ao treino rigoroso efetuado por estes atletas. O joelho valgo dinâmico, como descrito anteriormente, é outro fator a ter em conta que pode ser prevenido. Assim, o controlo neuromuscular é de elevada importância na prevenção desta lesão.

Existem vários programas de prevenção de rotura do LCA. É de particular interesse aplicar em indivíduos que já tenham sofrido uma rotura do LCA e em indivíduos que pratiquem desportos de alto risco para a rotura, que envolvam saltos, movimentos de mudança de direção repentinos e desacelerações, como, por exemplo, futebol, basquetebol, voleibol e ski. Muitos destes treinos têm como objetivo aumentar o controlo neuromuscular dos atletas e aumentar a performance. Estes programas abrangem diversos exercícios de força, agilidade e flexibilidade, aliados ao treino neuromuscular, que consiste em desenvolver respostas motoras involuntárias através da estimulação da via aferente (sensitiva) e dos mecanismos centrais responsáveis pelo controlo dinâmico da articulação⁷⁸. Deste modo, os atletas ficam menos suscetíveis a movimentos que possam colocar o LCA em risco de rotura. Numa meta-análise realizada em 2018 foi constatado que os programas de prevenção reduzem em 67% o risco de rotura sem contacto em indivíduos do sexo feminino⁷⁹. Outro estudo reporta redução deste mesmo risco em indivíduos do sexo masculino em 85%⁸⁰.

Fatores de Risco Extrínsecos

Os fatores de risco extrínsecos incluem a meteorologia, as condições do solo e o calçado. Estes fatores influenciam a interação entre o solo e o membro inferior. Está descrito na literatura que um aumento da fricção entre o solo e o sapato aumenta o risco de rotura do LCA^{62, 81, 82}.

O aumento do atrito entre o calçado e o solo pode estar a ser produzido pelo número de pitões presentes no calçado do atleta, pela forma do calçado, pelo tipo de relvado usado e pelo clima quente, tornando o solo duro⁸³. Em 2010, Dowling AV. Et al. publicaram um artigo de investigação laboratorial em que puseram como hipótese que um maior coeficiente de fricção entre o solo e o calçado aumentava o risco de rotura do LCA. Assim, avaliaram a interação entre diferentes tipos de solo e o calçado de 22 indivíduos, durante movimentos padronizados e constantes, e relataram que o ângulo de rotação interna do fémur era maior, o centro de massa estava desviado medialmente e a flexão do joelho era menor na superfície que tinha um maior coeficiente de atrito, aumentando assim o risco de rotura do LCA⁸⁴.

As condições meteorológicas têm sido relacionadas com o risco de rotura do LCA. Um tempo húmido ou chuvoso torna o solo mole, e pode reduzir a fricção entre o calçado do atleta e o solo, diminuindo as forças transmitidas à articulação do joelho e diminuindo o risco de rotura do LCA. Orchard et al. publicaram dois estudos em que relacionam as condições meteorológicas com a rotura do LCA. O primeiro, em 1999, foi um estudo prospetivo observacional, entre 1992 e 1999, em que avaliam as condições meteorológicas presentes em 2280 jogos da Liga de Futebol Australiana. O segundo, em 2001, também um estudo prospetivo observacional entre 1989 e 1998, analisaram 5910 jogos da Liga de Futebol Americana. Em ambos os artigos os autores relatam que taxas de evaporação de água elevadas no mês anterior aos jogos, e que pouca precipitação anteriormente aos jogos aumentam o risco de rotura do LCA, pelo mecanismo descrito previamente^{82, 83}. Num artigo mais recente publicado pelos mesmos autores, foi analisado o tipo de relvado usado nos jogos da Liga de Futebol Australiana como fator de risco. Orchard et al. descrevem que o relvado tipo “Rey” oferece proteção contra a rotura do LCA, comparando com o relvado “Bermuda”. Esta proteção acontece porque o relvado tipo “Rey” é mais macio, reduzindo assim a fricção entre o solo e o calçado do jogador, ao contrário do relvado tipo “Bermuda” que é mais duro e mais usado devido às suas características mais duradouras⁸¹.

O tipo de calçado usado por atletas pode estar relacionado com um maior risco desta lesão. Em 1996 Lambson RB et al. estudaram o modo em que os pitões presentes no calçado desportivo afetavam o risco de rotura do LCA. Estes autores analisaram

diferentes configurações de pitões no calçado e a sua interação com o solo, e relataram que pitões de maior dimensão e inseridos na lateral da sola estavam associados a um maior risco de lesão do LCA, por aumentar a tensão transmitida ao joelho, ao invés de configurações com pitões mais pequenos, em menor quantidade ou rotacionais⁸⁵. Apesar dos achados supramencionados, é necessária investigação adicional, uma vez que a literatura sobre a interação entre o tipo de calçado e o solo é escassa.

Conclusão

Vários fatores anatómicos atuam em combinação de modo a aumentar o risco de rotura do LCA, particularmente aumentando o risco em indivíduos do sexo feminino. De modo a prevenir a rotura do LCA em indivíduos que apresentem estes fatores anatómicos existem procedimentos cirúrgicos que visam diminuir a inclinação do prato tibial e a largura da chanfradura intercondilar femoral. No entanto, há poucos relatos destas cirurgias e os estudos existentes ainda não demonstram evidência suficiente para ser possível afirmar que as cirurgias são benéficas como medida de prevenção.

Também são descritos fatores hormonais para justificar a discrepância entre sexos, como a fase do ciclo menstrual em que a mulher se encontra e a sua correlação com a laxidez articular. Porém, alguns autores relatam dados controversos e é necessária investigação adicional com métodos mais confiáveis de dosagem hormonal para ser possível estabelecer uma melhor relação causal.

A predisposição familiar para a rotura do LCA também está descrita na literatura, destacando variantes genéticas que alteram a codificação das moléculas de colagénio, que, por sua vez, influenciam a laxidez do ligamento. No entanto, existe evidência contraditória e limitada sobre esta associação em vários estudos. Os mesmos genes envolvidos na predisposição familiar também foram descritos em indivíduos que apresentam Laxidez Generalizada das Articulações, sendo esta patologia também um fator de risco para a rotura do LCA. Assim, é importante a criação de um plano de rastreio familiar, sendo que existem marcadores genéticos que têm potencial para no futuro serem usados para determinar os indivíduos em risco.

A rotura prévia do ligamento é o fator que poderá ser mais preditivo de uma nova rotura. Isto deve-se à presença de fatores de risco que possam ter influenciado a rotura prévia, assim como o incumprimento de critérios de alta e de programas de reabilitação. A falta de controlo neuromuscular e biomecânico é um fator de risco que pode ser modificável com programas de prevenção específicos. Tais programas têm demonstrado reduzir substancialmente o risco em ambos os sexos, sendo de elevada importância serem aplicados transversalmente aos desportos de risco.

Os fatores de risco extrínsecos são aqueles que são externos ao indivíduo e incluem as condições meteorológicas, o tipo de calçado usado e o tipo de solo. Estes fatores influenciam o atrito entre o membro inferior e o solo, estando descrito que um aumento da fricção, quer seja provocada por falta de humidade no solo ou por elevada aderência do calçado, aumenta o risco de rotura do LCA. Uma vez que a literatura sobre este tema é limitada, induzo que investigações futuras deveriam de estudar o tipo de calçado utilizado em acréscimo aos restantes fatores de risco já documentados.

Bibliografia

1. Stevens KJ, Dragoo JL. Anterior cruciate ligament tears and associated injuries. *Topics in magnetic resonance imaging : TMRI*. 2006;17(5):347-62.
2. Noronha JC. *Ligamento Cruzado Anterior*. 1º ed. Porto2013.
3. Price MJ, Tuca M, Cordasco FA, Green DW. Nonmodifiable risk factors for anterior cruciate ligament injury. *Current opinion in pediatrics*. 2017;29(1):55-64.
4. Duthon VB, Barea C, Abrassart S, et al. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*. 2006;14(3):204-13.
5. Smith HC, Vacek P, Johnson RJ, et al. Risk factors for anterior cruciate ligament injury: a review of the literature - part 1: neuromuscular and anatomic risk. *Sports health*. 2012;4(1):69-78.
6. Kiapour AM, Murray MM. Basic science of anterior cruciate ligament injury and repair. *Bone & joint research*. 2014;3(2):20-31.
7. Roth TS, Osbahr DC. Knee Injuries in Elite Level Soccer Players. *American journal of orthopedics (Belle Mead, NJ)*. 2018;47(10).
8. Goldstein J, Bosco JA, 3rd. The ACL-deficient knee: natural history and treatment options. *Bulletin (Hospital for Joint Diseases (New York, NY))*. 2001;60(3-4):173-8.
9. Velazquez-Rueda ML, Martinez-Avila JP, Perez-Serna AG, Gomez-Garcia F. [Risk factors and frequency in re-ruptures of the anterior cruciate ligament in adults]. *Acta ortopedica mexicana*. 2016;30(2):61-6.
10. Temponi EF, de Carvalho Júnior LH, Sonnery-Cottet B, Chambat P. Partial tearing of the anterior cruciate ligament: diagnosis and treatment. *Revista brasileira de ortopedia*. 2015;50(1):9-15.
11. Benjaminse A, Gokeler A, van der Schans CP. Clinical diagnosis of an anterior cruciate ligament rupture: a meta-analysis. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 2006;36(5):267-88.
12. Flynn RK, Pedersen CL, Birmingham TB, et al. The Familial Predisposition toward Tearing the Anterior Cruciate Ligament:A Case Control Study. *The American journal of sports medicine*. 2005;33(1):23-8.
13. Laible C, Sherman OH. Risk factors and prevention strategies of non-contact anterior cruciate ligament injuries. *Bulletin of the Hospital for Joint Disease (2013)*. 2014;72(1):70-5.
14. Lohmander LS, Ostenberg A, Englund M, Roos H. High prevalence of knee osteoarthritis, pain, and functional limitations in female soccer players twelve years after anterior cruciate ligament injury. *Arthritis and rheumatism*. 2004;50(10):3145-52.
15. Raines BT, Naclerio E, Sherman SL. Management of Anterior Cruciate Ligament Injury: What's In and What's Out? *Indian journal of orthopaedics*. 2017;51(5):563-75.
16. Giaconi JC, Allen CR, Steinbach LS. Anterior cruciate ligament graft reconstruction: clinical, technical, and imaging overview. *Topics in magnetic resonance imaging : TMRI*. 2009;20(3):129-50.
17. Alazzawi S, Sukeik M, Ibrahim M, Haddad FS. Management of anterior cruciate ligament injury: pathophysiology and treatment. *British journal of hospital medicine (London, England : 2005)*. 2016;77(4):222-5.
18. Joseph SM, Huleatt JB, Vogel-Abernathie LA, Pace JL. Treatment of ACL Tears in the Skeletally Immature Patient. *Sports medicine and arthroscopy review*. 2018;26(4):153-6.
19. Ajuied A, Wong F, Smith C, et al. Anterior cruciate ligament injury and radiologic progression of knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *The American journal of sports medicine*. 2014;42(9):2242-52.
20. Beynon BD, Johnson RJ, Abate JA, Fleming BC, Nichols CE. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I. *The American journal of sports medicine*. 2005;33(10):1579-602.

21. Mahapatra P, Horriat S, Anand BS. Anterior cruciate ligament repair - past, present and future. *Journal of experimental orthopaedics*. 2018;5(1):20.
22. Wasserstein D, Sheth U, Cabrera A, Spindler KP. A Systematic Review of Failed Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Autograft Compared With Allograft in Young Patients. *Sports health*. 2015;7(3):207-16.
23. Foster TE, Wolfe BL, Ryan S, Silvestri L, Kaye EK. Does the graft source really matter in the outcome of patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction? An evaluation of autograft versus allograft reconstruction results: a systematic review. *The American journal of sports medicine*. 2010;38(1):189-99.
24. Fink C, Herbolt M, Abermann E, Hoser C. Minimally invasive harvest of a quadriceps tendon graft with or without a bone block. *Arthroscopy techniques*. 2014;3(4):e509-13.
25. Dhammi IK, Rehan UI H, Kumar S. Graft choices for anterior cruciate ligament reconstruction. *Indian journal of orthopaedics*. 2015;49(2):127-8.
26. Shelbourne KD, Gray T. Minimum 10-year results after anterior cruciate ligament reconstruction: how the loss of normal knee motion compounds other factors related to the development of osteoarthritis after surgery. *The American journal of sports medicine*. 2009;37(3):471-80.
27. Cavanaugh JT, Powers M. ACL Rehabilitation Progression: Where Are We Now? Current reviews in musculoskeletal medicine. 2017;10(3):289-96.
28. Prodromos CC, Han Y, Rogowski J, Joyce B, Shi K. A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*. 2007;23(12):1320-5.e6.
29. Beynon BD, Johnson RJ, Braun S, et al. The relationship between menstrual cycle phase and anterior cruciate ligament injury: a case-control study of recreational alpine skiers. *The American journal of sports medicine*. 2006;34(5):757-64.
30. Chandrashekar N, Slaughterbeck J, Hashemi J. Sex-based differences in the anthropometric characteristics of the anterior cruciate ligament and its relation to intercondylar notch geometry: a cadaveric study. *The American journal of sports medicine*. 2005;33(10):1492-8.
31. Shultz SJ, Schmitz RJ, Nguyen AD, et al. ACL Research Retreat V: an update on ACL injury risk and prevention, March 25-27, 2010, Greensboro, NC. *Journal of athletic training*. 2010;45(5):499-508.
32. Ruedl G, Ploner P, Linortner I, et al. Are oral contraceptive use and menstrual cycle phase related to anterior cruciate ligament injury risk in female recreational skiers? *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*. 2009;17(9):1065-9.
33. Herzberg SD, Motu'apuaka ML, Lambert W, et al. The Effect of Menstrual Cycle and Contraceptives on ACL Injuries and Laxity: A Systematic Review and Meta-analysis. *Orthopaedic journal of sports medicine*. 2017;5(7):2325967117718781.
34. Smith HC, Vacek P, Johnson RJ, et al. Risk factors for anterior cruciate ligament injury: a review of the literature-part 2: hormonal, genetic, cognitive function, previous injury, and extrinsic risk factors. *Sports health*. 2012;4(2):155-61.
35. Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. *The American journal of sports medicine*. 2006;34(2):299-311.
36. Wojtys EM, Huston LJ, Boynton MD, Spindler KP, Lindenfeld TN. The effect of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injuries in women as determined by hormone levels. *The American journal of sports medicine*. 2002;30(2):182-8.
37. Bell DR, Blackburn JT, Ondrak KS, et al. The effects of oral contraceptive use on muscle stiffness across the menstrual cycle. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*. 2011;21(6):467-73.

38. Gray AM, Gugala Z, Baillargeon JG. Effects of Oral Contraceptive Use on Anterior Cruciate Ligament Injury Epidemiology. *Medicine and science in sports and exercise*. 2016;48(4):648-54.
39. Brandon ML, Haynes PT, Bonamo JR, et al. The association between posterior-inferior tibial slope and anterior cruciate ligament insufficiency. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*. 2006;22(8):894-9.
40. Weinberg DS, Williamson DF, Gebhart JJ, Knapik DM, Voos JE. Differences in Medial and Lateral Posterior Tibial Slope: An Osteological Review of 1090 Tibiae Comparing Age, Sex, and Race. *The American journal of sports medicine*. 2017;45(1):106-13.
41. Christensen JJ, Krych AJ, Engasser WM, et al. Lateral Tibial Posterior Slope Is Increased in Patients With Early Graft Failure After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *The American journal of sports medicine*. 2015;43(10):2510-4.
42. Beynon BD, Hall JS, Sturnick DR, et al. Increased slope of the lateral tibial plateau subchondral bone is associated with greater risk of noncontact ACL injury in females but not in males: a prospective cohort study with a nested, matched case-control analysis. *The American journal of sports medicine*. 2014;42(5):1039-48.
43. Dare DM, Fabricant PD, McCarthy MM, et al. Increased Lateral Tibial Slope Is a Risk Factor for Pediatric Anterior Cruciate Ligament Injury: An MRI-Based Case-Control Study of 152 Patients. *The American journal of sports medicine*. 2015;43(7):1632-9.
44. Yamaguchi KT, Cheung EC, Markolf KL, et al. Effects of Anterior Closing Wedge Tibial Osteotomy on Anterior Cruciate Ligament Force and Knee Kinematics. *The American journal of sports medicine*. 2017;46(2):370-7.
45. Palmer I. On the injuries to the ligaments of the knee joint: a clinical study. 1938. *Clinical orthopaedics and related research*. 2007;454:17-22; discussion 14.
46. Shaw KA, Dunoski B, Mardis N, Pacicca D. Knee morphometric risk factors for acute anterior cruciate ligament injury in skeletally immature patients. *Journal of children's orthopaedics*. 2015;9(2):161-8.
47. Kizilgoz V, Sivrioglu AK, Ulusoy GR, et al. Analysis of the risk factors for anterior cruciate ligament injury: an investigation of structural tendencies. *Clinical imaging*. 2018;50:20-30.
48. Fernandez-Jaen T, Lopez-Alcorocho JM, Rodriguez-Inigo E, et al. The Importance of the Intercondylar Notch in Anterior Cruciate Ligament Tears. *Orthopaedic journal of sports medicine*. 2015;3(8):2325967115597882.
49. Lombardo S, Sethi PM, Starkey C. Intercondylar notch stenosis is not a risk factor for anterior cruciate ligament tears in professional male basketball players: an 11-year prospective study. *The American journal of sports medicine*. 2005;33(1):29-34.
50. Ranuccio F, Familiari F, Tedesco G, La Camera F, Gasparini G. Effects of Notchplasty on Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review. *Joints*. 2017;5(3):173-9.
51. Goshima K, Kitaoka K, Nakase J, Takahashi R, Tsuchiya H. Clinical evidence of a familial predisposition to anterior cruciate ligament injury. *British journal of sports medicine*. 2011;45(4):350.
52. Posthumus M, September AV, Keegan M, et al. Genetic risk factors for anterior cruciate ligament ruptures: COL1A1 gene variant. *British journal of sports medicine*. 2009;43(5):352-6.
53. Posthumus M, September AV, O'Cuinneagain D, et al. The COL5A1 gene is associated with increased risk of anterior cruciate ligament ruptures in female participants. *The American journal of sports medicine*. 2009;37(11):2234-40.
54. Posthumus M, Collins M, van der Merwe L, et al. Matrix metalloproteinase genes on chromosome 11q22 and the risk of anterior cruciate ligament (ACL) rupture. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2012;22(4):523-33.

55. Kaynak M, Nijman F, van Meurs J, Reijman M, Meuffels DE. Genetic Variants and Anterior Cruciate Ligament Rupture: A Systematic Review. *Sports medicine (Auckland, NZ)*. 2017;47(8):1637-50.
56. Astur DC, Andrade E, Arliani GG, et al. The potential European genetic predisposition for non-contact anterior cruciate ligament injury. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*. 2018;26(12):3532-6.
57. Smits-Engelsman B, Klerks M, Kirby A. Beighton score: a valid measure for generalized hypermobility in children. *The Journal of pediatrics*. 2011;158(1):119-23, 23.e1-4.
58. Kramer LC, Denegar CR, Buckley WE, Hertel J. Factors associated with anterior cruciate ligament injury: history in female athletes. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2007;47(4):446-54.
59. Ramesh R, Von Arx O, Azzopardi T, Schranz PJ. The risk of anterior cruciate ligament rupture with generalised joint laxity. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 2005;87(6):800-3.
60. Bell RD, Shultz SJ, Wideman L, Henrich VC. Collagen gene variants previously associated with anterior cruciate ligament injury risk are also associated with joint laxity. *Sports health*. 2012;4(4):312-8.
61. Crawford SN, Waterman BR, Lubowitz JH. Long-term failure of anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*. 2013;29(9):1566-71.
62. Orchard J, Seward H, McGivern J, Hood S. Intrinsic and extrinsic risk factors for anterior cruciate ligament injury in Australian footballers. *The American journal of sports medicine*. 2001;29(2):196-200.
63. Kyritsis P, Bahr R, Landreau P, Miladi R, Witvrouw E. Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture. *British journal of sports medicine*. 2016;50(15):946-51.
64. Myklebust G, Holm I, Maehlum S, Engebretsen L, Bahr R. Clinical, functional, and radiologic outcome in team handball players 6 to 11 years after anterior cruciate ligament injury: a follow-up study. *The American journal of sports medicine*. 2003;31(6):981-9.
65. Ryan J, Magnussen RA, Cox CL, et al. ACL reconstruction: do outcomes differ by sex? A systematic review. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2014;96(6):507-12.
66. Maletis GB, Chen J, Inacio MC, Funahashi TT. Age-Related Risk Factors for Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Cohort Study of 21,304 Patients From the Kaiser Permanente Anterior Cruciate Ligament Registry. *The American journal of sports medicine*. 2016;44(2):331-6.
67. Kamien PM, Hydrick JM, Replogle WH, Go LT, Barrett GR. Age, graft size, and Tegner activity level as predictors of failure in anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring autograft. *The American journal of sports medicine*. 2013;41(8):1808-12.
68. Andernord D, Desai N, Bjornsson H, et al. Patient predictors of early revision surgery after anterior cruciate ligament reconstruction: a cohort study of 16,930 patients with 2-year follow-up. *The American journal of sports medicine*. 2015;43(1):121-7.
69. Harput G, Guney-Deniz H, Ozer H, Baltaci G, Mattacola C. Higher Body Mass Index Adversely Affects Knee Function After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Individuals Who Are Recreationally Active. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*. 2018.
70. Uhorchak JM, Scoville CR, Williams GN, et al. Risk factors associated with noncontact injury of the anterior cruciate ligament: a prospective four-year evaluation of 859 West Point cadets. *The American journal of sports medicine*. 2003;31(6):831-42.

71. Tran AA, Gatewood C, Harris AH, Thompson JA, Dragoo JL. The effect of foot landing position on biomechanical risk factors associated with anterior cruciate ligament injury. *Journal of experimental orthopaedics*. 2016;3(1):13.
72. McLean SG, Huang X, van den Bogert AJ. Association between lower extremity posture at contact and peak knee valgus moment during sidestepping: implications for ACL injury. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*. 2005;20(8):863-70.
73. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Bahr R. Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. *The American journal of sports medicine*. 2004;32(4):1002-12.
74. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *The American journal of sports medicine*. 2005;33(4):492-501.
75. Favre J, Clancy C, Dowling AV, Andriacchi TP. Modification of Knee Flexion Angle Has Patient-Specific Effects on Anterior Cruciate Ligament Injury Risk Factors During Jump Landing. *The American journal of sports medicine*. 2016;44(6):1540-6.
76. Pfeifer CE, Beattie PF, Sacko RS, Hand A. RISK FACTORS ASSOCIATED WITH NON-CONTACT ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT INJURY: A SYSTEMATIC REVIEW. *International journal of sports physical therapy*. 2018;13(4):575-87.
77. Liederbach M, Dilgen FE, Rose DJ. Incidence of anterior cruciate ligament injuries among elite ballet and modern dancers: a 5-year prospective study. *The American journal of sports medicine*. 2008;36(9):1779-88.
78. Risberg MA, Mork M, Jenssen HK, Holm I. Design and implementation of a neuromuscular training program following anterior cruciate ligament reconstruction. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 2001;31(11):620-31.
79. Webster KE, Hewett TE. Meta-analysis of meta-analyses of anterior cruciate ligament injury reduction training programs. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society*. 2018;36(10):2696-708.
80. Nessler T, Denney L, Sampley J. ACL Injury Prevention: What Does Research Tell Us? *Current reviews in musculoskeletal medicine*. 2017;10(3):281-8.
81. Orchard JW, Chivers I, Aldous D, Bennell K, Seward H. Rye grass is associated with fewer non-contact anterior cruciate ligament injuries than bermuda grass. *British journal of sports medicine*. 2005;39(10):704-9.
82. Orchard J, Seward H, McGivern J, Hood S. Rainfall, evaporation and the risk of non-contact anterior cruciate ligament injury in the Australian Football League. *The Medical journal of Australia*. 1999;170(7):304-6.
83. Orchard JW, Powell JW. Risk of knee and ankle sprains under various weather conditions in American football. *Medicine and science in sports and exercise*. 2003;35(7):1118-23.
84. Dowling AV, Corazza S, Chaudhari AM, Andriacchi TP. Shoe-surface friction influences movement strategies during a sidestep cutting task: implications for anterior cruciate ligament injury risk. *The American journal of sports medicine*. 2010;38(3):478-85.
85. Lambson RB, Barnhill BS, Higgins RW. Football cleat design and its effect on anterior cruciate ligament injuries. A three-year prospective study. *The American journal of sports medicine*. 1996;24(2):155-9.
86. Lam MH, Fong DT, Yung P, et al. Knee stability assessment on anterior cruciate ligament injury: Clinical and biomechanical approaches. *Sports medicine, arthroscopy, rehabilitation, therapy & technology : SMARTT*. 2009;1(1):20.
87. Huleatt J, LaPrade R. Role of Osteotomy for Knee Cartilage, Meniscus, and Ligament Injuries. 2015. p. 1537-53.

Lista de Tabelas

Tabela I – Fatores de risco da rotura do LCA.

Intrínsecos	Modificáveis	Controlo Neuromuscular (Dominância Quadríceps; Fraqueza Isquiotibiais) Controlo Biomecânico (Joelho Valgo)
	Não Modificáveis	Sexo Feminino Inclinação Posterior do Prato Tibial Largura da Chanfradura Intercondilar Femoral História Familiar Laxidez Generalizada das Articulações e Hiperextensão do Joelho Rotura Prévia do LCA
Extrínsecos		Meteorologia Tipo de Solo Interação Solo – Membro Inferior

Tabela II – Score de Beighton – Avaliar a Laxidez Generalizada das Articulações.

Descrição	Esquerda	Direita
Hiperextensão passiva cotovelo > 10°	1	1
Hiperextensão passiva joelho >10°	1	1
Dorsiflexão passiva 5° Metacarpo > 90°	1	1
Oposição passiva do polegar até ao antebraço	1	1
Colocar ambas as palmas das mãos no chão com os joelhos em extensão		1
Total		9
Hipermobilidade articular		>4

Tabela III - Critérios de alta após cirurgia de reconstrução do LCA apresentados por Kyritsis P. et al (2016)⁶³. O não cumprimento dos seguintes critérios está associado com um aumento até 4 vezes do risco de re-rotura.

Testes	Critérios de Alta
Teste de Isocinética em 60º, 180º e 300º/s	Défice do Quadríceps <10% em 60º/s
Salto Monopodal	Índice Simetria dos Membros > 90%
Salto Triplo Monopodal	Índice Simetria dos Membros > 90%
Salto Triplo Monopodal Modificado	Índice Simetria dos Membros > 90%
Reabilitação específica em cada desporto	Completada
Teste de Corrida	<11s

Lista de Figuras



Figura 1 – Teste de Lachman. Imagem pertence a Lam M.H. et al (2009)⁸⁶.



Figura 2 – Medição do ângulo da inclinação posterior do prato tibial. Imagem pertence a Huleatt, J. et al (2015)⁸⁷.

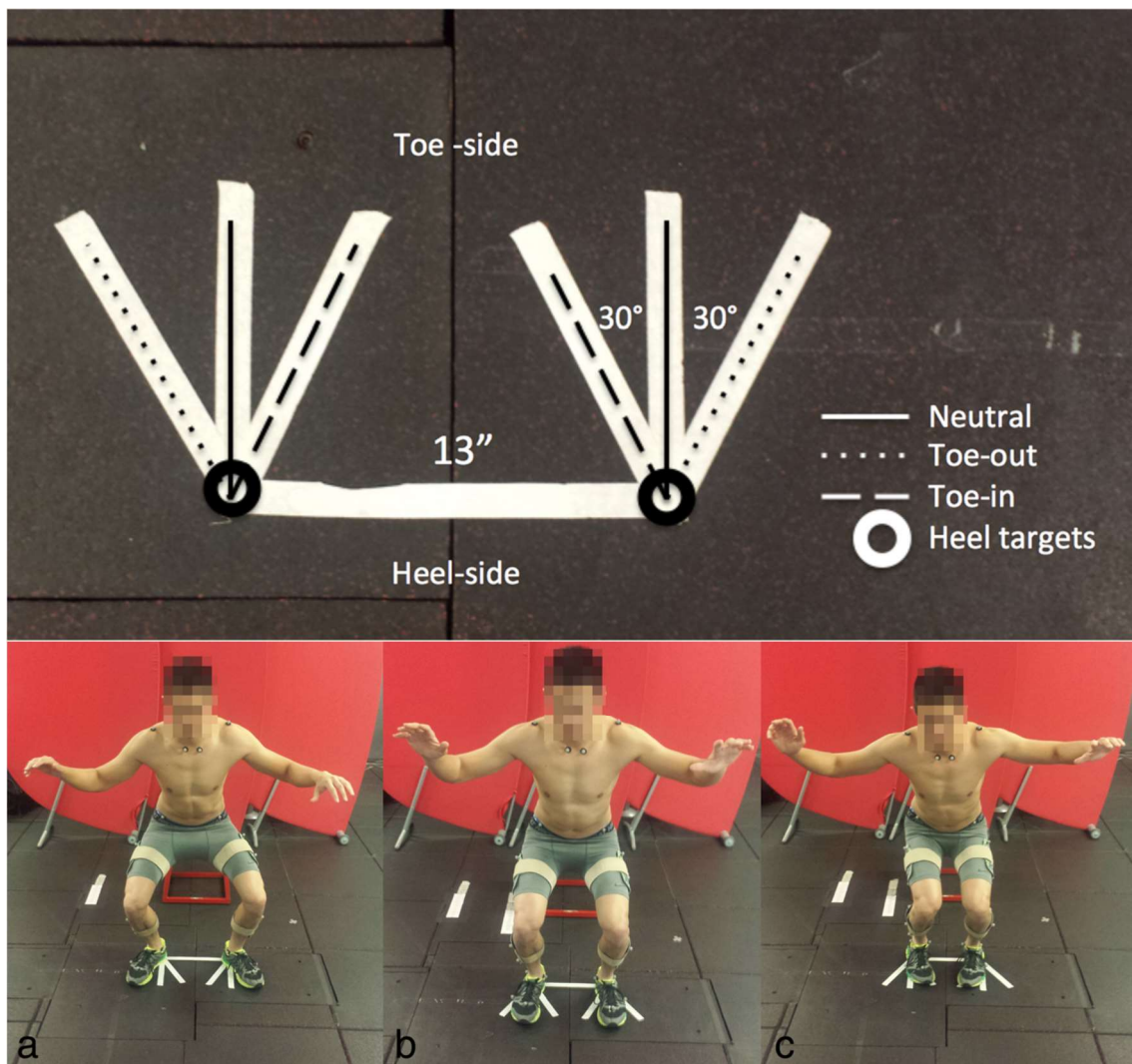


Figura 3 - Exercício efetuado para demonstrar o efeito da posição do pé durante uma aterragem na rotação interna do fêmur e adução da anca. Imagem pertence a Tran A.A. et al (2016)⁷¹.