



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA

PROJETO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

Avaliação da instabilidade anteroposterior e rotacional do joelho  
após lesão do LCA com um dispositivo inovador - Porto-knee  
testing device (PKTD)

Inês de Brito Malheiro

Estudante de Fisioterapia

Escola Superior de Saúde - UFP

[23541@ufp.edu.pt](mailto:23541@ufp.edu.pt)

Rogério Barbosa Pereira

Licenciado

Escola Superior de Saúde - UFP

[rogerio@ufp.edu.pt](mailto:rogerio@ufp.edu.pt)

Porto, 27 de Junho de 2014

## **Resumo**

**Introdução:** A lesão do LCA causa instabilidade anteroposterior e rotacional do joelho. O objetivo principal do trabalho é incluir no diagnóstico das rupturas do LCA um dispositivo para quantificação das instabilidades anteroposterior e rotacional, e comparar os resultados obtidos entre o joelho com lesão do LCA e o contralateral saudável.

**Metodologia:** Avaliação de 10 joelhos com ruptura total do LCA e o joelho contralateral saudável com o Porto-knee Testing Device (PKTD), em simultâneo com ressonância magnética.

**Resultados e Conclusão:** Verificou-se um aumento estatisticamente significativo em todos os parâmetros relacionados com a laxidez anteroposterior e rotatória, para o joelho com ruptura do ligamento cruzado anterior, em comparação com o joelho saudável.

**Palavras-chave:** LCA, ruptura, laxidez, avaliação instrumentada

## **Abstract**

**Introduction:** The ACL injury causes anteroposterior and rotatory instability of the knee. The main goal of the study is to include a device in the ACL ruptures diagnosis and compare the results between the knee with ACL injury and the healthy contralateral knee.

**Methodology:** Evaluation of 10 knees with total ACL rupture and the healthy contralateral knee with Porto-knee Testing Device (PKTD), simultaneously with MRI.

**Results and Conclusion:** There was statistically significant increases in all anteroposterior and rotational laxity related parameters for the knee with ACL rupture in comparison with the healthy knee.

**Keywords:** ACL, rupture, laxity, instrumented evaluation

## Introdução

O ligamento cruzado anterior (LCA) é uma banda de orientação oblíqua com inserção na superfície triangular lisa pré-espinhal e origem na face externa da chanfradura intercondilar, na sua região posterior (Zantop, 2006). Este ligamento é importante para a cinemática e biomecânica da articulação do joelho, servindo como estabilizador primário da translação anterior da tíbia e secundário da rotação interna e do *stress* em varo e valgo na extensão completa (Beasley et al., 2005; Mall, Lee, Cole, Verma, 2013 e Zantop et al., 2007).

O LCA consiste em tecidos conjuntivos moles, sendo que as fibrilas são de colagénio tipo I e o tecido conectivo é de colagénio tipo III (Giuliani, Kilcoyne e Rue, 2009). O suprimento sanguíneo do ligamento é da responsabilidade das artérias genicular medial com a contribuição da artéria genicular inferior medial e da artéria genicular lateral através da gordura de Hoffa (Mall, Lee, Cole e Verma, 2013). Apresenta também vários tipos de mecanorreceptores como terminações de Ruffini, corpúsculos de Pacini e órgãos tendinosos de Golgi que atribuem ao LCA uma função importante na proprioceptividade do joelho (Borin et al., 2010 e Markatos et al., 2003).

O LCA pode ser dividido em 2 feixes: o feixe anteromedial (AM) e o feixe posterolateral (PM) (Giuliani, Kilcoyne e Rue, 2009). A terminologia dos feixes é baseada na sua inserção na tíbia. As fibras do feixe AM têm origem na parte mais proximal da origem femoral e inserem-se na região anteromedial da inserção na tíbia. As fibras do feixe PL têm origem na parte mais distal da origem femoral e inserem-se na região posterolateral da inserção da tíbia (Zantop et al., 2007).

As alterações do comprimento das fibras dos feixes do LCA fornecem uma informação importante sobre o seu comportamento funcional sobre o controlo da translação anterior, assim como da laxidez rotatória (Amis et al., 2012). Quando o joelho é estendido, a fixação femoral do LCA está numa posição vertical, o feixe PL está tensionado e o feixe AM está moderadamente laxo. Assim que o joelho é fletido, a fixação femoral do LCA adquire uma orientação mais horizontal, conduzindo ao tensionamento do feixe AM e ao afrouxamento do feixe PL (Mall, Lee, Cole e Verma, 2013 e Zantop et al., 2007). Os feixes encontram-se paralelos no plano sagital na extensão completa, mas com a flexão do joelho, a inserção do feixe PL move-se anteriormente e os feixes cruzam-se (Mall, Lee, Cole e Verma, 2013).

O LCA é um dos ligamentos do joelho mais lesado (Muller, Hofbauer, Wongcharoenwatana e Fu, 2013) e é uma das lesões músculo-esquelética mais frequentes a atingir fisicamente os indivíduos ativos (Goobi, Mahajan, Karnatzikos e Nakamura, 2012 e Li et al., 2013). A lesão do ligamento cruzado anterior tem incidência e prevalência altas nos indivíduos desportistas (Zaffagnini et al., 2012). A rutura do LCA geralmente ocorre associada à lesão de outras estruturas como meniscos, cartilagem articular, osso subcondral e/ou rutura dos ligamentos colaterais (medial ou lateral) (Bowers, Spindler, McCarty e Arrigain, 2005 e Piasecki et al., 2003).

Os fatores de risco para a lesão do LCA podem ser divididos em ambientais, anatómicos e hormonais. Os fatores ambientais e extrínsecos ao atleta compreendem o desporto, as condições meteorológicas, o tipo de pavimento, a interação entre o calçado e o pavimento (coeficiente de fricção). Os fatores anatómicos são o índice de massa corporal, laxidez do joelho, ângulo Q, força e tamanho do LCA, largura da fossa intercondilar, anatomia do tronco e pélvis e pronação do pé. Relativamente aos fatores hormonais, parece que a toma de contraceptivos orais, aumenta a laxidez ligamentar no sexo feminino (Alentorn-Geli et al., 2009).

O tratamento conservador da rutura do LCA não está indicado para todos os casos. Assim, a cirurgia é frequentemente o método usado para o seu tratamento (Siegel, Vandenakker-Albanese e Siegel, 2012). Esta tem o objetivo de restaurar a anatomia nativa do LCA, o que inclui as dimensões individuais do ligamento, a orientação das suas fibrilas de colagénio e a inserção original (Fu e Karlsson, 2010). Desta forma, há maior aproximação à estabilidade da articulação e cinemática do joelho para o nível anterior à lesão (Mall, Lee, Cole e Verma, 2013 e Zantop, 2006).

A reconstrução *single-bundle* (SB) tem sido o tipo de cirurgia mais frequentemente utilizado (Gadikota et al., 2011). Esta utiliza um enxerto autógeno ou alogénico e como tal é feito apenas um túnel no fémur e outro na tibia (Gadikota et al., 2011 e Li et al., 2013). Esta intervenção pode restaurar a estabilidade anteroposterior do joelho mas a articulação fica incapaz de resistir a cargas rotatórias combinadas e não apresenta uma cinemática de rotação normal (Ristanis et al., 2005). Em oposição, a reconstrução *double-bundle* (DB) reproduz os dois feixes e, em teoria, permitirá aos joelhos resistirem mais eficazmente a forças externas, proporcionando mais estabilidade, devido à contribuição do feixe posterolateral. A importância deste tipo de reconstrução é visível quando o joelho fica sujeito a cargas combinadas de rotação interna e valgo. Neste caso, a cinemática e as forças exercidas no

enxerto, são bastante semelhantes à dos joelhos intactos, o que é menos visível nas reconstruções *single-bundle* (Yagi et al., 2002).

Quando não tratada convenientemente, esta lesão conduz a instabilidade, défices funcionais do joelho e incapacidade de retomar atividades que envolvam manobras de rotação e mudanças de direção rápidas (Desai et al., 2014; Muller, Hofbauer, Wongcharoenwatana e Fu, 2013 e Lubowitz et al., 2008). Aumenta também o risco de lesão dos meniscos e o aparecimento precoce de osteoartrose (Fu e Karlsson, 2010; Muller, Hofbauer, Wongcharoenwatana e Fu, 2013 e Yamamoto et al., 2008). Apesar de pouco frequentes, podem ainda surgir complicações peri-cirúrgicas e pós-cirúrgicas como infeção, trombose venosa profunda e lesões nervosas (Biau et al., 2007)

Algumas hipóteses são apontadas como causas do insucesso da cirurgia: o próprio ligamento (escolha, isometria, tensionamento, fixação e comprimento do enxerto), localização dos túneis e a heterogeneidade das lesões dos tecidos moles (Bull et al., 2002 e Markatos et al., 2013).

Para assegurar o sucesso clínico a curto e longo prazo, deve-se avaliar a laxidez antes, durante e após a reconstrução do LCA (Branch, Siebold, Freedberg e Jacobs, 2011 e Lorbach et al., 2012). Caraterizar a direção e magnitude da laxidez do joelho é complexo visto que não está apenas relacionado com a resistência das estruturas mas também com as suas posições e orientações tridimensionais (Branch, Siebold, Freedberg e Jacobs, 2011). Para avaliar a laxidez do joelho, realizam-se testes clínicos subjetivos como o teste de Lachman e o teste de pivot shift (Diermann et al., 2009). No entanto, estes não são estandardizados o suficiente para permitir uma boa reprodutibilidade e quantificação precisa (Lubowitz, Bernardini e Reid, 2008). Como tal, tornou-se necessário desenvolver a avaliação instrumentada para quantificar as instabilidades anteroposterior e rotacional, tendo sido em 1985 criado o primeiro e mais popular artrómetro designado KT-1000 (MEDmetric, San Diego, CA, US) (Collette, Courville, Forton, Gagnière, 2012; Lorbach et al., 2012 e Monaco et al., 2009).

O objetivo principal deste estudo é incluir no diagnóstico das ruturas do LCA um dispositivo novo para quantificação das instabilidades anteroposterior e rotacional, compatível com ressonância magnética, e comparar os resultados obtidos entre o joelho com lesão do LCA e o contralateral saudável.

## **Metodologia**

Foram incluídos no estudo 10 pacientes, com sinais e sintomas de rutura total do LCA, tendo sido avaliados com o Porto-knee Testing Device (PKTD), em simultâneo com a ressonância magnética (GE Healthcare Signa, EUA). Os pacientes foram também avaliados com o artrómetro KT-1000. As avaliações referidas foram realizadas no joelho lesado e no contralateral saudável, em todos os pacientes. Uma outra avaliação foi realizada sob-anestesia e incluiu o teste de Lachman com o joelhos a 25° de flexão e teste de pivot shift, apenas no joelho lesado.

Os fatores de inclusão foram: sensação de falseio (“giving-way”) unilateral no joelho e rutura total do LCA confirmada na artroscopia. Os fatores de exclusão foram: reconstrução anterior do LCA, rutura parcial do LCA, ressecção meniscal superior a 46% e outras lesões ligamentares do joelho.

O estudo foi autorizado pela Comissão de Ética da Clínica Saúde Atlântica e todos os doentes deram o seu consentimento informado por escrito.

### **Protocolo de avaliação do PKTD**

O PKTD é um dispositivo que permite quantificar a laxidez do joelho através da medição da translação anteroposterior da tíbia e da rotação interna e externa, durante o exame com ressonância magnética.

O PKTD foi ajustado para 30° de flexão do joelho. Todos os testes foram realizados nesta angulação.

Foi utilizada uma pressão de 4 bar aplicada na parte posterior da perna.

Os resultados são determinados usando quatro sequências de imagens de ressonância magnética: a primeira sem aplicação de pressão na tíbia, a segunda com aplicação de pressão anteroposterior na tíbia, a terceira com aplicação de pressão anteroposterior associada a rotação interna da tíbia e a quarta com aplicação de pressão anteroposterior associada a rotação externa da tíbia.

Para análise das imagens, traçaram-se linhas perpendiculares ao declive tibial: uma cruzando o ponto mais posterior da tíbia e outra cruzando o ponto mais posterior do côndilo femoral. A distância entre as linhas corresponde à translação tibial. Este processo foi repetido com e sem pressão para os compartimentos medial e lateral identificando os mesmos pontos.

## Análise Estatística

A análise estatística foi realizada com o *software* de estatística (SPSS versão 22) com nível de significância de  $\alpha=0.05$ .

Foram calculadas as médias e desvio padrão para caracterização sociodemográfica da amostra. As mesmas medidas estatísticas foram realizadas para os resultados obtidos nas avaliações com o KT-1000, avaliação sob-anestesia e com o PKTD.

Foi testada a normalidade da amostra. Em caso de normalidade, realizou-se o T-teste para amostras emparelhadas. Nos casos em que não se verificou normalidade realizou-se o teste não paramétrico de Wilcoxon.

## Resultados

Dos 10 pacientes avaliados (3 mulheres e 7 homens), com uma idade média de  $29.4\pm 10.8$  anos, 2 apresentavam rutura total do LCA do joelho esquerdo e 8 do joelho direito. A média do peso dos pacientes foi  $71.9\pm 13.9$  kg, da altura  $1,73\pm 0.1$ m e do índice de massa corporal (IMC) foi  $23,7\pm 2.5$ . Foi encontrada lesão do menisco lateral em 3 (3/10), do menisco medial em 3 (3/10) e de ambos os meniscos em 3 (3/10).

TABELA 1 - MÉDIAS DOS RESULTADOS OBTIDOS COM O KT-1000

	Saudáveis	Lesados	Diferença
KT-1000 (mm)	$4.4\pm 1.2$	$10.6\pm 1.3$	$6.2\pm 1.3$

TABELA 2 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO CLÍNICA SOB-ANESTESIA (LACHMAN E PIVOT SHIFT)

	0	+	++	+++
<i>Lachman</i>	-	-	1 (10%)	9 (90%)
<i>Pivot Shift</i>	-	2 (20%)	7 (70%)	1 (10%)

TABELA 3 – JOELHOS SAUDÁVEIS - MÉDIA DO POSICIONAMENTO TRANSLACIONAL DA TÍBIA COM E SEM APLICAÇÃO DE PRESSÃO

PKTD (mm)	Sem pressão	Com pressão	<i>P</i>
MP <sub>NS</sub> vs MP <sub>PA</sub>	$-1.0\pm 3.3$	$0.5\pm 2.5$	0.003
LP <sub>NS</sub> vs LP <sub>PA</sub>	$3.3\pm 3.3$	$5.8\pm 4.3$	0.011

MP<sub>NS</sub> – cômulo medial (sem pressão); MP<sub>PA</sub> – cômulo medial (com pressão); LP<sub>NS</sub> – cômulo lateral (sem pressão); LP<sub>PA</sub> – cômulo lateral (com pressão)

**TABELA 4 – JOELHOS LESADOS - MÉDIA DO POSICIONAMENTO TRANSLACIONAL DA TÍBIA COM E SEM APLICAÇÃO DE PRESSÃO**

PKTD (mm)	Saudáveis		Lesados		<i>P</i>
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	
MP <sub>PA</sub>	0.5	2.5	8.0	3.4	0.000
LP <sub>PA</sub>	5.8	4.3	14.6	3.7	0.001

MP<sub>NS</sub> – côndilo medial (sem pressão); MP<sub>PA</sub> – côndilo medial (com pressão); LP<sub>NS</sub> – côndilo lateral (sem pressão); LP<sub>PA</sub> – côndilo lateral (com pressão)

**TABELA 5 - COMPARAÇÃO DO POSICIONAMENTO TRANSLACIONAL DA TÍBIA ENTRE JOELHOS LESADOS E SAUDÁVEIS**

PKTD (mm)	Sem pressão	Com pressão	<i>P</i>
MP <sub>NS</sub> vs MP <sub>PA</sub>	2.2 ±3.6	8.0±4.4	0.000
LP <sub>NS</sub> vs LP <sub>PA</sub>	8.3 ±4.0	14.6±3.7	0.000

MP<sub>PA</sub> – côndilo medial (com pressão); LP<sub>PA</sub> – côndilo lateral (com pressão)

**TABELA 6 - COMPARAÇÃO DA INSTABILIDADE ROTACIONAL DA TÍBIA ENTRE JOELHOS LESADOS E SAUDÁVEIS**

PKTD (mm)	Saudáveis		Lesados		<i>P</i>
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	
MP <sub>IR</sub>	-1.8	5.9	5.2	6.9	0.044
LP <sub>IR</sub>	7.3	3.7	15.3	4.3	0.002
MP <sub>ER</sub>	2.1	3.2	9.8	2.6	0.000
LP <sub>ER</sub>	2.3	7.9	12.7	10.2	0.005

MP<sub>IR</sub> – rotação interna do côndilo medial; LP<sub>IR</sub> – rotação interna do côndilo lateral; MP<sub>ER</sub> – rotação externa do côndilo medial; LP<sub>ER</sub> – rotação externa do côndilo lateral



## Discussão

O principal resultado deste estudo é o aumento estatisticamente significativo da laxidez anteroposterior e rotatória verificado nos joelhos com rutura do ligamento cruzado anterior, em comparação com os saudáveis contralaterais.

Estudos biomecânicos comprovam que o LCA, especialmente o feixe AM, tem uma função importante no controlo da translação anteroposterior da tíbia (Komzak, Hart, Okal e Safi, 2013 e Zantop, 2007) Tendo em conta que a amostra do nosso estudo *in vivo* apresentava rutura total do LCA, seria expectável um aumento da instabilidade anteroposterior. Esse aumento foi significativo e está apresentado na tabela 5, na qual verificamos que a translação quer do côndilo medial ( $MP_{PA}$ ) quer do côndilo lateral ( $LP_{PA}$ ) é significativamente superior nos joelhos lesados em comparação com os saudáveis (côndilo medial:  $P= 0.000$ ; côndilo lateral:  $P=0.001$ ). Na tabela 1, encontram-se os resultados da avaliação com o KT-1000 e também se verifica um aumento da translação anterior nos joelhos lesados em comparação com os contralaterais saudáveis. Neuman et al. (2012) acompanharam 100 pacientes com lesão do LCA durante 15 anos e também verificaram elevados valores de laxidez anteroposterior após a lesão. Por sua vez, Vasconcelos et al. (2007) avaliaram 40 pacientes (20 com lesão unilateral do LCA e 20 saudáveis) tendo verificado que a translação anterior da tíbia era significativamente superior nos joelhos lesados em comparação com os saudáveis ( $P\leq 0.001$ ), resultados que alinham com o presente estudo.

O LCA, sobretudo o feixe PL, tem um papel importante no controlo da rotação tibial (Lorbach et al, 2010; Robinson, Carrat, Granchi e Colombet, 2007 e Monaco et al., 2012). Como tal, era de esperar que a nossa amostra apresentasse também alterações artrocinemáticas de natureza rotacional. Assim mesmo, na tabela 6 verifica-se que a laxidez rotatória é significativamente superior nos joelhos lesados em comparação aos saudáveis (rotação interna:  $P=0.044$  no côndilo interno e  $P=0.002$  no côndilo externo; rotação externa:  $P=0.000$  no côndilo interno e  $P=0.005$  no côndilo externo). Haughom et al. (2012) avaliaram 16 sujeitos saudáveis (8 homens e 8 mulheres) e 11 pacientes (5 homens e 6 mulheres) com rutura total do LCA e verificaram uma amplitude de rotação tibial total superior no joelho lesado em comparação ao joelho contralateral (mulheres:  $15.1^{\circ}\pm 2.3^{\circ}$  vs.  $10.0^{\circ}\pm 4.3^{\circ}$ ; homens:  $15.7^{\circ}\pm 6.9^{\circ}$  vs.  $7.7^{\circ}\pm 5.6^{\circ}$ ). Por sua vez, Branch et al. (2010) avaliaram 14 pessoas sem qualquer lesão no joelho e 65 com lesão do LCA e verificaram que nos joelhos lesados existia um aumento significativo da rotação interna da tíbia mas uma redução da rotação externa.

Aquando da aplicação de pressão na tíbia verifica-se um aumento significativo de translação anterior quer nos joelhos saudáveis quer nos joelhos lesados (saudáveis:  $P=0.003$  no côndilo interno e  $P=0.001$  no côndilo externo; lesados:  $P=0.000$  em ambos os côndilos). Nos joelhos saudáveis trata-se de um fenómeno cinemático fisiológico enquanto nos joelhos lesados corresponde a uma alteração cinemática patológica que decorre da rutura do LCA, o que justifica as diferenças superiores obtidas para os joelhos lesados (sem pressão vs. com pressão). No entanto, a translação da tíbia presente na realização de manobras de exploração passivas nem sempre repercutem na mesma medida nas tarefas dinâmicas. Os elementos de estabilização ativa podem interferir e minorar o padrão de instabilidade (Manal, Davis, Galinat e Stanhope, 2003).

No nosso estudo, quer nos joelhos lesados quer nos saudáveis, verificou-se que a translação anterior da tíbia foi superior no compartimento lateral comparativamente ao compartimento medial. Também neste sentido, Logan (2004) reporta que 9 em 10 pacientes com lesão do LCA, o movimento do côndilo lateral era significativamente superior ao côndilo medial quer existisse ou não rutura do LCA, sendo mais marcado em caso de rutura total. Este movimento diferencial entre o côndilo medial e lateral corresponde à rotação axial e está aumentado nos joelhos lesados com relação aos saudáveis. Este facto sugere que o LCA está envolvido no controlo do movimento rotacional do joelho, assim como na restrição da translação anterior da tíbia.

A presença de patologia do menisco associada à lesão do LCA é frequente (Rocha, Moraes, Rezende e Pécora, 2007; Papastergiou et al., 2007 e Piasecki et al., 2003). Alves et al. (1999) e Jones, Appleyard, Mahajan, Murrell (2003), reportaram valores compreendidos entre os 16% e os 82%, em caso de lesão aguda do LCA. Em caso de lesões crónicas verificaram até 96% de lesões associadas. No presente estudo, verificou-se uma percentagem de lesões meniscais associadas à rutura do LCA de 90%. As lesões meniscais, assim como a rutura do LCA, podem influenciar a laxidez do joelho (Lee e Fu, 2000 e Petrigliano et al., 2011). Neste sentido, é importante considerar que as lesões meniscais poderiam ser uma variável de confusão dos nossos resultados. Para evitar esta possibilidade excluímos os casos com lesões mais graves ( $> 46\%$  de ressecção prevista) (Arno et al., 2012 e Yammine, 2013).

Verifica-se na tabela 2 que 90% da amostra apresenta a graduação mais alta atribuível ao teste de *Lachman* (+++) assim como 70% da amostra apresenta o segundo grau mais alto no teste *pivot shift* (++) . Na avaliação com o PKTD também se verificaram valores elevados de laxidez anteroposterior e rotatória nos joelhos lesados. Desta forma, verifica-se uma aparente correlação entre a avaliação clínica sob-anestesia e a avaliação instrumentada.

A avaliação da laxidez pré-operatória permite estabelecer o perfil de instabilidade anteroposterior e rotacional, servindo de base de comparação à avaliação dos resultados cirúrgicos no que diz respeito à restauração da estabilidade do joelho (Lustosa, Fonseca e Andrade, 2007). Desta forma, projetamos um trabalho futuro onde serão comparados os resultados pré e pós-cirúrgicos e distinguidas as técnicas *single* e *double-bundle* na sua eficácia corretiva, quer na translação anteroposterior quer na instabilidade rotatória. Assim, este estudo prevê a possibilidade de avaliação dos resultados com um método inovador de avaliação instrumentada como forma de avaliar a eficácia da reconstrução do LCA (Bull et al., 2002; Isberg et al., 2011; Ohkawa et al., 2012 e Chouteau, Testa e Moyon, 2012). Há falta de consenso relativamente à melhor técnica cirúrgica para reconstrução do LCA. Assim, existem estudos que não encontram diferenças entre a técnica *single* e *double-bundle* na restauração da laxidez (Yamamoto et al., 2008; Ferreti et al., 2008; 2009; Kanaya et al., 2009 e Claes et al., 2011). Por outro lado, há trabalhos publicados que atribuem maior efetividade à técnica *double-bundle* na restauração da estabilidade rotatória (Hofbauer et al., 2010; Araki et al., 2011; Branch, Siebold, Freedberg e Jacobs, 2011; Lee et al., 2012; Yagi et al., 2012). Finalmente, existem ainda outras investigações que referem que nem a técnica *single* nem a *double-bundle* conseguem restaurar a laxidez rotatória e a distribuição de forças articulares como se verifica num joelho saudável (Seon et al., 2010).

O futuro da medicina ortopédica passa pelo desenvolvimento de novas tecnologias e sistemas de medida. Esses sistemas serão menos invasivos, fáceis de usar, capaz de fornecer informação detalhada das estruturas anatómicas, com uma precisão na ordem das sub-unidades do milímetro, capazes de avaliar tarefas funcionais e ter uma correlação forte com os resultados clínicos (Ahdén et al., 2012 e Musahl et al., 2012).

Este estudo apresenta algumas limitações. Uma é o tamanho amostral reduzido (n=10) e outra é a constituição da amostra com elementos do género feminino e masculino. A inclusão de ambos os géneros pode interferir com os resultados, a laxidez é significativamente superior nas mulheres, sendo a sua predisposição para lesão do LCA duas a nove vezes superior ao sexo masculino (Park et al., 2008) Além disso, a fase do ciclo menstrual nas mulheres (que pode influenciar na laxidez ligamentar) não foi monitorizado (Haughom et al., 2012). Por razões de ordem financeira e logística não se realizou um estudo de reprodutibilidade de resultados, o que também constitui uma limitação.

## **Conclusão**

Os resultados deste estudo sugerem que a rutura total do LCA conduz a um aumento estatisticamente significativo da laxidez anteroposterior e rotatória (interna e externa) em comparação com o joelho contralateral saudável. As diferenças encontradas sobre os resultados das medições obtidas pelo PKTD, i.e., sem pressão vs. com pressão para joelhos saudáveis e lesados; joelhos lesados vs. joelhos contralaterais saudáveis, sugerem que o Porto-knee testing device é um instrumento com sensibilidade e especificidade na avaliação da laxidez anteroposterior e rotatória do joelho. Assim, parece recomendável a sua inclusão no processo de diagnóstico da lesão do ligamento cruzado anterior do joelho em simultâneo com a ressonância magnética.

## Bibliografia

Ahlden, M. et al. (2012). Dynamic knee laxity measurement devices. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20(4), 621-632

Alentorn-Geli, E. et al. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 17(7), 705-729

Alves, W. et al. (1999). História das lesões meniscais na reconstrução do ligamento cruzado anterior. *Rev Bras Ortop*, 34(11/12), 569-574

Amis, A. et al. (2008). Measurement of knee laxity and pivot-shift kinematics with magnetic sensors. *Operative Techniques in Orthopaedics*, 18(3), 196-203

Araki, D. et al. (2011). A prospective randomised study of anatomical single-bundle versus double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: quantitative evaluation using an electromagnetic measurement system. *Int Orthop*, 35(3), 439-446

Arno, S. et al. (2013). The Effect of Arthroscopic Partial Medial Meniscectomy on Tibiofemoral Stability. *Am J Sports Med*, 41(1), 73-79

Beasley, L. et al. (2005). Anterior cruciate ligament reconstruction: A literature review of the anatomy, biomechanics, surgical considerations, and clinical outcomes. *Operative Techniques in Orthopaedics*, 15(1), 5-19

Biau, D. et al. (2007). ACL reconstruction: a meta-analysis of functional scores. *Clin Orthop Relat Res*, 458, 180-187

Bori, G. et al. (2010). Controle postural em pacientes com lesão do cruzado anterior. *Fisioterapia e Pesquisa*, 17(4), 342-345

Bowers, A., Spindler, K., McCarty, E. e Arrigain, S. (2005). Height, weight, and BMI predict intra-articular injuries observed during ACL reconstruction: evaluation of 456 cases from a prospective ACL database. *Clin J Sport Med*, 15(1), 9-13

Branch, T. et al. (2010). Rotational laxity greater in patients with contralateral anterior cruciate ligament injury than healthy volunteers. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 18(10), 1379-1384

Branch, T., Siebold, R., Freedberg, H. e Jacobs, C. (2011). Double-bundle ACL reconstruction demonstrated superior clinical stability to single-bundle ACL reconstruction: a matched-pairs analysis of instrumented tests of tibial anterior translation and internal rotation laxity. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 19(3), 432-440

Bull, A. et al. (2002). Intraoperative measurement of knee kinematics in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 84(7), 1075-1081

Choteau, J. Testa, R., Viste, A e Moyen, B. (2012). Knee rotational laxity and proprioceptive function 2 years after partial ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20(4), 762-764

Claes, S. et al. (2011). Tibial rotation in single- and double-bundle ACL reconstruction: a kinematic 3-D in vivo analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19, 115-121

Collette, M. et al. (2012). Objective evaluation of anterior knee laxity; comparison of the KT-1000 and GNRB® arthrometers. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 20(11), 2233-2238

Desai, N. et al. (2014). Anatomic single- versus double-bundle ACL reconstruction: a meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 22(5), 1009-1023

Diermann, N. et al. (2009). Rotational instability of the knee: internal tibial rotation under a simulated pivot shift test. *Arch Orthop Trauma Surg*, 129(3), 353-358

Ferreti, A. et al. (2008). Double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a computer-assisted orthopaedic surgery study. *Am J Sports Med*, 36(4), 760-766

Ferreti. A. et al. (2009). Double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a comprehensive kinematic study using navigation. *Am J Sports Med*, 37(8), 1548-1553

Fu, F. e Karlsson, J. (2010). A long journey to be anatomic. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 18(9), 1151-1153

Gadikota, H. et al. (2011). In vitro and intraoperative laxities after single-bundle and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *Arthroscopy*, 27(6), 849-860

Giuliani, J., Kilcoyne, K., Rue, J. (2009). Anterior cruciate ligament anatomy: a review of the anteromedial and posterolateral bundles. *J Knee Surg*, 22(2), 148-154

Goobi, A., Mahajan, V., Karnatzikos, G. e Nakamura, N. (2012). Single- versus double-bundle ACL reconstruction: is there any difference in stability and function at 3-year followup?. *Clin Orthop Relat Res*, 470(3), 824-834

Haughom, B. et al. (2012). Evaluating rotational kinematics of the knee in ACL-ruptured and healthy patients using 3.0 Tesla magnetic resonance imaging. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20(4), 663-670

- Hofbauer, M. et al. (2010). Rotational and translational laxity after computer-navigated single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 18(9), 1201-1207
- Isberg, J. et al. (2011). Will early reconstruction prevent abnormal kinematics after ACL injury? Two-year follow-up using dynamic radiostereometry in 14 patients operated with hamstring autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19(10), 1634-1642
- Jones, H., Appleyard, R., Mahajan, S. e Murrell, G. (2003). Meniscal and chondral loss in the anterior cruciate ligament injured knee. *Sports Medicine*, 33(14), 1075-1089
- Kanaya, A. et al. (2009). Intraoperative evaluation of anteroposterior and rotational stabilities in anterior cruciate ligament reconstruction: lower femoral tunnel placed single-bundle versus double-bundle reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 17(8), 907-913
- Komzak, M., Hart, R., Okal, F. e Safi, A. (2013). AM bundle controls the anterior-posterior and rotational stability to a greater extent than the PL bundle - a cadaver study. *Knee*, 20(6), 551-555
- Lee, M. e Fu, F. (2000), The meniscus: basic science and clinical applications, *Operative Techniques in Sports Medicine*, 10(3), 162-168
- Lee, M. et al. (2012), Comparison of anterior and rotatory laxity using navigation between single- and double-bundle ACL reconstruction: prospective randomized trial, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20(4), 752-761
- Li, X. et al. (2013). Single-bundle versus double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: an up-to-date meta-analysis. *Int Orthop*. 37(2), 213-226
- Logan, M. (2004). What Really Happens During the Lachman Test?: A Dynamic MRI Analysis of Tibiofemoral Motion. *American Journal of Sports Medicine*, 32(2), 369-375
- Lorbach, O. et al. (2010). Influence of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament on external and internal tibiofemoral rotation. *Am J Sports Med*, 38(4), 721-727
- Lorbach, O. et al. (2012). Static rotational and sagittal knee laxity measurements after reconstruction of the anterior cruciate ligament, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20(5), 844-855
- Lubowitz, J., Bernardini, B. e Reid, J. (2008). Current concepts review: comprehensive physical examination for instability of the knee. *Am J Sports Med*. 36(3). 577-594

- Lustosa, L., Fonseca, S. e Andrade, M. (2007). Reconstrução do ligamento cruzado anterior: impacto do desempenho muscular e funcional no retorno ao mesmo nível de atividade pré-lesão, *Acta Ortop Bras*, 15 (280-284)
- Mall, N., Lee, A., Cole, B. e Verma, N. (2013). The Functional and Surgical Anatomy of the Anterior Cruciate Ligament. *Operative Techniques in Sports Medicine*, 21(1), 2-9
- Manal, K., Davis, I., Galinat, B. e Stanhope, S. (2003). The accuracy of estimating proximal tibial translation during natural cadence walking: bone vs. skin mounted targets, *Clinical Biomechanics*, 18, 126-131
- Markatos, K. et al. (2013). The anatomy of the ACL and its importance in ACL reconstruction. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 23(7), 747-752
- Monaco, E. et al. (2009). Instrumented measurements of knee laxity: KT-1000 versus navigation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 17(6), 617-621
- Monaco, E. et al. (2012). Navigated knee kinematics after cutting of the ACL and its secondary restraint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20(5), 870-877
- Muller, B., Hofbauer, M., Wongcharoenwatana, J., Fu, F. (2013). Indications and contraindications for double-bundle ACL reconstruction. *Int Orthop*, 37(2), 239-246
- Musahl, V. et al. (2012). The role of static and dynamic rotatory laxity testing in evaluating ACL injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20(4), 603-612
- Neuman, P. et al. (2012). Knee laxity after complete anterior cruciate ligament tear: a prospective study over 15 years. *Scand J Med Sci Sports*, 22(2), 156-163
- Ohkawa, S. et al. (2012). The relationship of anterior and rotatory laxity between surgical navigation and clinical outcome after ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20(4), 778-784
- Papastergiou, S. et al. (2007). Meniscal tears in the ACL-deficient knee: correlation between meniscal tears and the timing of ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 15(12), 1438-1444
- Park, H. et al. (2008). Gender differences in passive knee biomechanical properties in tibial rotation. *J Orthop Res*, 26(7), 937-944
- Petrigliano, F. et al. (2011). Effect of meniscal loss on knee stability after single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19(1), 86-93



- Piasecki, D. et al. (2003). Intraarticular injuries associated with anterior cruciate ligament tear: findings at ligament reconstruction in high school and recreational athletes. *Am J Sports Med*, 31(4), 601-605
- Ristanis, S. et al. (2005). Excessive tibial rotation during high-demand activities is not restored by anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 21(11), 1323-1329
- Robinson, J., Carrat, L., Granchi, C. e Colombet, P. (2007). Influence of anterior cruciate ligament bundles on knee kinematics: clinical assessment using computer-assisted navigation. *Am J Sports Med*, 35(12), 2006-2013
- Rocha, I., Moraes, T. e Rezende, M. (2007). Avaliação da evolução de lesões associadas à lesão do ligamento cruzado anterior. *Acta Ortop Bras*, 15, 105-108
- Seon et al. (2010). Comparison of single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions in restoration of knee kinematics and anterior cruciate ligament forces. *Am J Sports Med*. 38(7), 1359-1367
- Siegel, L., Vandenakker-Albanese, C. e Siegel, D. (2012). Anterior cruciate ligament injuries: anatomy, physiology, biomechanics, and management. *Clin J Sport Med*, 22(4), 349-355
- Vasconcelos, R. et al. (2007). Análise da translação anterior da tíbia, pico de torque e atividade eletromiográfica do quadríceps e isquiotibiais em indivíduos com lesão do ligamento cruzado anterior em cadeia cinética aberta. *Acta Ortop Bras*, 15(1), 14-18
- Yagi, M. et al. (2012). Biomechanical analysis of an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 30(5), 660-666
- Yamamoto, Y. et al. (2008). Single – versus double-bundle anterior Cruciate ligament reconstruction results using navigation: the japanese experience, *Operative Techniques in Orthopaedics*, 18(3), 173-180
- Yammine, K. (2013). Effect of partial medial meniscectomy on anterior tibial translation in stable knees: a prospective controlled study on 32 patients, *BMC Sports Science, Medicine, and Rehabilitation*, 5(17), 1-5
- Zaffagnini, S. et al. (2012). Double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: the italian experience. *Operative Techniques in Sports Medicine*, 20(1), 23-32
- Zantop, T. et al. (2006). Anterior cruciate ligament anatomy and function relating to anatomical reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14(10), 982-992
- Zantop, T. et al. (2007). The role of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament in anterior tibial translation and internal rotation. *Am J Sports Med*, 35(2), 223-227