



FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

**TRABALHO FINAL DO 6º ANO MÉDICO COM VISTA À ATRIBUIÇÃO DO
GRAU DE MESTRE NO ÂMBITO DO CICLO DE ESTUDOS DE MESTRADO
INTEGRADO EM MEDICINA**

MARGARIDA ISABEL DE SÁ FERNANDES

***A MORFOLOGIA ÓSSEA COMO FATOR DE RISCO
NA ROTURA DO LIGAMENTO CRUZADO
ANTERIOR***

ARTIGO CIENTÍFICO

ÁREA CIENTÍFICA DE ORTOPEDIA

**TRABALHO REALIZADO SOB A ORIENTAÇÃO DE:
PROF. DR. JOÃO ESPREGUEIRA-MENDES
PROF. DR. JOÃO PÁSCOA PINHEIRO**

[FEVEREIRO/2012]

Margarida Isabel de Sá Fernandes

***A MORFOLOGIA ÓSSEA COMO
FATOR DE RISCO NA ROTURA DO
LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR***

Trabalho realizado sob orientação de:

Prof. Dr. João Espregueira Mendes e

Prof. Dr. João Páscoa Pinheiro

Estudante do Curso de Mestrado Integrado em Medicina da

Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Praça Flávio Sá Leite, nº4 – 2º andar, 4715-028 Braga

margarida.mi@gmail.com

*Dissertação apresentada à Universidade de Coimbra para
cumprimento dos requisitos necessários para obtenção do
grau de Mestre em Medicina, sob orientação científica do
Prof. Dr. João Espregueira Mendes e co-orientação
do Prof. Dr. João Páscoa Pinheiro.*

ÍNDICE

ÍNDICE	1
ÍNDICE DE TABELAS E FIGURAS	2
LISTAGEM DE ABREVIATURAS	3
RESUMO	4
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO	10
HIPÓTESES	12
METODOLOGIA	13
RESULTADOS	19
DISCUSSÃO	31
CONCLUSÃO	36
AGRADECIMENTOS	37
BIBLIOGRAFIA	38

ÍNDICE DE TABELAS E FIGURAS

Fig. 1: Parâmetros absolutos anatomo-morfologicos aferidos na radiografia de perfil do joelho	16
Fig. 2: Representação gráfica da distribuição da variável pêntada nos 2 grupos.....	21
Tabela I: Características demográficas.	19
Tabela II: Médias e intervalos de todos os parametros medidos em radiografia.	20
Tabela III: Apresentação e descrição dos parametros inerentes à compração de medias entre homens e mulheres do grupo de controle, sobre os quais se observaram diferenças estatisticamente significativas.	22
Tabela IV: Apresentação e descrição dos parametros inerentes à compração de medias entre mulheres do grupo de controle e mulheres com rotura do LCA, sobre os quais se observaram diferenças estatisticamente significativas.....	23
Tabela V: Apresentação e descrição dos parametros inerentes à comparação de médias entre homens e mulheres com rotura do LCA, sobre os quais se observaram diferenças estatisticamente significativas.	25
Tabela VI: Apresentação dos parametros inerentes à comparação de médias entre homens do grupo de controle e homens com rotura do LCA, sobre os quais se observaram diferenças estatisticamente significativas.	27
Tabela VII: Apresentação e descrição dos resultados inerentes aos parametros analisados sob regressão logística.	29
Tabela VIII: Apresentação e descrição dos resultados inerentes à comparações dos parâmetros estatisticamente significativos entre indivíduos com rotura do LCA e indivíduos do grupo de controle e associação com exame clínico: Lackman e Jerk.	31

LISTAGEM DE ABREVIATURAS

A: Diâmetro da diáfise do fêmur.

AB: Diâmetro antero-posterior dos pratos tibiais.

B: Diâmetro antero-posterior do côndilo externo.

C: Altura do côndilo externo.

LCA: Ligamento cruzado anterior.

MP: Medida Ponderada.

MP1: xy/AB .

MP2: B/AB .

MP3: B/xy .

Pêntada - Pêntada da tíbia é definida pelo ângulo formado pelo eixo que passa no centro da diáfise e o eixo que corresponde aos pratos tibiais.

SPSS: Statistical Package for the Social Sciences.

Xy: Limite inferior do fêmur que é aplanado.

Xw e yz: Procedeu-se ao desenho de duas corticais que limitam o fêmur a nível da diáfise anteriormente e posteriormente. Medimos a distância de y à cortical anterior - yz; e de x à cortical posterior - xw.

RESUMO

Objetivo

O objetivo deste estudo foi analisar diferentes parâmetros identitários da morfologia ósteo-articular entre indivíduos normais e com rotura do LCA, em radiografias convencionais do joelho em perfil, com o intuito de encontrar eventuais associações que possam definir-se como fatores de risco morfológicas.

Metodologia

Foram estudados 36 doentes (média 28,6 anos; intervalo, 14-55) – 29 homens e 7 mulheres, com rotura recente do LCA (inferior a 6 meses) e radiografia convencional dos seus joelhos. Foram comparados com 36 indivíduos (média 37,9 anos; intervalo 14-58) – 29 homens e 7 mulheres, que funcionaram como grupo de controlo e que tinham radiografias de perfil do joelho sem qualquer patologia osteoarticular. Os parâmetros anatomo-morfológicos das epífises distal do fémur e proximal da tibia foram medidos na radiografia através do *software Corel Draw (Versão 11 © Corel Corporation, 2002, CA)*. Relativamente aos parâmetros avaliados ao nível do fémur, medimos o diâmetro da diáfise (A), a altura (C) e o diâmetro antero-posterior do côndilo externo (B), o limite inferior da epífise que é aplanado (xy), assim como a distância deste último às corticais anterior e posterior da diáfise, às quais chamamos yz e xw. Quanto aos parâmetros medidos na tibia, averiguámos o diâmetro antero-posterior dos pratos tibiais (AB), assim como a pentada da tibia. Procedeu-se à análise estatística dos parâmetros em estudo (comparação de médias e regressão logística).

Resultados

Quando comparámos homens sem rotura com mulheres sem rotura identificámos uma altura e um diâmetro ântero-posterior do côndilo externo do fémur maior nos homens sem rotura. Na comparação de mulheres sem rotura com mulheres com rotura do LCA encontrámos uma maior altura do côndilo externo e maior comprimento de xw no fémur, assim como maior diâmetro ântero-posterior dos pratos tibiais, nas primeiras. Na comparação de mulheres com rotura do LCA com homens com rotura do LCA encontrámos no fémur do género masculino maior diâmetro da diáfise, maior diâmetro ântero-posterior do côndilo externo e maior altura do côndilo externo; quanto à tibia o diâmetro antero-posterior dos pratos tibiais também é maior no género masculino. Quando comparámos homens sem rotura com homens com rotura do LCA encontrámos no fémur dos primeiros uma maior altura do côndilo externo e maior comprimento de yz e xw ; no que refere à tibia, identificámos um diâmetro antero-posterior dos pratos tibiais superior nos indivíduos normais.

Conclusão

Através deste estudo encontrámos nos homens do grupo de controle diferenças estatisticamente significativas nos parâmetros C , xw , yz e AB comparando com os homens com rotura do LCA. Nos homens do grupo de controle estes parâmetros têm em média um valor superior. Nas mulheres há diferenças estatisticamente significativas nos parâmetros C , xw e AB quando comparámos as mulheres do grupo de controle com as mulheres com rotura do LCA. Nas mulheres do grupo de controle estes parâmetros tem em média um valor superior. Quanto à comparação entre mulheres com rotura do LCA e homens com rotura do LCA, encontrámos diferenças significativas nos parâmetros A , B , C e AB , sendo estes sempre superiores no género masculino. A regressão logística sugere que os parâmetros C , xw , yz ,

AB e MP2 podem constituir-se como fatores de risco na rotura do LCA. Nesse sentido deverão ser alvo de novos estudos e eventualmente integrados na análise abrangente do perfil de risco lesional para os atletas.

Palavras-chave: ligamento cruzado anterior; morfologia; radiologia; fator de risco.

ABSTRACT

Goal

The goal of this study was to analyze different parameters of osteoarticular morphology between normal individuals and in individuals with anterior cruciate ligament rupture on conventional lateral knee radiographs, in order to identify possible associations that can be defined as morphological risk factors.

Methods

We studied 36 patients (mean 28.6 years; range, 14-55) - 29 men and 7 women, with recent rupture of the ACL (less than 6 months) and with conventional radiography of the knees. We compared them with other 36 subjects (mean 37.9 years, range 14-58) - 29 men and 7 women, who acted as control group and had lateral knee radiographs without any osteoarticular pathology. The anatomomorphological parameters of the distal epiphysis of the femur and proximal epiphysis of the tibia were measured on radiographs using the Corel Draw software (*Version 11 © Corel Corporation, 2002, CA*). In relation to the femur's parameters we measured the diameter of the shaft (A), height (C), and anteroposterior diameter of the external condyle (B), the flattened lower limit of the epiphysis and the distance of the latter to the anterior and posterior cortical diaphysis, which we called yz and xw. As for the parameters measured in the tibia, we ascertained the anteroposterior diameter of the tibial plates (AB), as well as the tibial slope. We carried out the statistical analysis of the parameters under study (comparison of means and logistic regression).

Results

When comparing men with women without rupture we found an increased height and anteroposterior diameter of the external condyle of the femur in men. In comparison between women without rupture with women with rupture of ACL we found a greater height of the external condyle, and a greater length of the xw in the femur, as well as increased anteroposterior diameter of the tibial plates in the control group. When comparing women with ACL rupture with men with ACL rupture we found a largest diameter of the diaphysis, a largest anteroposterior diameter of the external condyle and a largest height of the external condyle in men's femurs; the tibia and the anteroposterior diameter of the tibial plates are also higher in the men. When comparing men without rupture with men with rupture of ACL we found a largest height of the external condyle and a largest length of the yz and xw in first group's femurs; in relation to the tibia we found a largest anteroposterior diameter of the tibial plates in normal individuals.

Conclusions

Through this study we found statistically significant differences in parameters C, xw, yz and AB between control group and men with rupture of ACL. In men of the control group these parameters have on average a higher value. Among women there are statistically significant differences in parameters C, xw and AB when comparing women of the control group with women with ruptured ACL. In women of the control group these parameters have on average a higher value. When comparing women with ruptured ACL and men with ACL rupture, we found significant differences in parameters A, B, C and AB, which are always higher in men.

The logistic regression suggests that the parameters C, xw, yz, AB and MP2 can be risk factors for the ACL rupture. This parameters should be targets of further studies and eventually integrated in the analysis of athletes's injury risk profile.

Key Words: anterior cruciate ligament; morphology; radiology; risk factor.

INTRODUÇÃO

O Ligamento Cruzado Anterior (LCA) é um importante estabilizador do joelho. É frequentemente lesado em atletas sendo a causa mais frequente de hemartrose aguda no joelho (Stanitski 1993; Prodromos CC 2007). Há entre 100.000 e 200.000 roturas do LCA por ano nos Estados Unidos da América sendo a incidência anual na população em geral aproximadamente de 1 para 3000 (Ristic, Ninkovic et al. 2010). Existem estudos que reportam maior ocorrência no sexo feminino comparativamente com o sexo masculino (Huston, Greenfield et al. 2000; Harmon and Ireland 2000), 2 a 9 vezes mais, dependendo do desporto praticado (Ristic, Ninkovic et al. 2010).

O mecanismo de lesão mais frequente ocorre durante uma mudança rápida de direção, apoio no solo depois de um salto ou paragem brusca durante corrida (lesões de não-contacto) (Boden BP 2000; Krosshaug T 2007). Estas situações impõem particulares condições de *stress* sobre o LCA. Os mecanismos frequentes de lesão combinam leve flexão, varo e rotação externa do fémur e ainda leve flexão, valgo e rotação interna do fémur (Noronha J. 2006). Os desportos com maior risco são o esqui, futebol, basquetebol, andebol e o voleibol sobretudo porque incluem no domínio das ações técnico-táticas movimentos de rotação e mudança abrupta de direção (Prodromos CC 2007; Swärd P 2010).

O tratamento cirúrgico e a reabilitação procuram prevenir complicações como a instabilidade clínica do joelho e a osteoartrose precoce. No entanto, os resultados não são os melhores, havendo números alarmantes de morbilidade poucos anos após reconstrução cirúrgica (Myklebust G 2003). Contudo, a atenção hoje em dia passou do tratamento, caro e moroso, à prevenção. Porém, para desenhar e desenvolver uma intervenção profilática eficiente é essencial determinar a verdadeira incidência da lesão, os mecanismos subjacentes e os fatores de risco (intrínsecos e extrínsecos).

Múltiplos fatores tem sido investigados como favorecedores do aumento da incidência da lesão; incluindo fatores anatómicos (ângulo q, morfologia do joelho, ângulo cervico-diafisário do fêmur, largura pélvica, laxidez ligamentar, valgismo); neurofisiológicos (capacidades coordenativas, força muscular, nível de habilidade, movimento do corpo, experiência desportiva) e hormonais (Hashemi, Mansouri et al. 2011).

A morfologia óssea pode ser um fator de risco anatómico para a rotura do LCA. Neste sentido, entendemos estudar através de radiografias convencionais em perfil, a morfologia distal do fêmur e proximal da tibia caracterizando-a através de diferentes parâmetros identitários da morfologia individual, com o intuito de analisar eventuais associações que possam definir-se como fatores de risco morfológicos. Pretende-se o estudo comparativo desses parâmetros identitários entre indivíduos que sofreram rotura do LCA e indivíduos do grupo de controlo (sem rotura do LCA).

Suportamo-nos e procuramos ir além de investigações recentes que mostram variações anatómicas tanto no fêmur como na tibia nos sexos feminino e masculino. As mulheres têm um fêmur mais cilíndrico na secção transversal e menor inclinação tibial posterior no plano sagital quando comparadas com os homens (Bisson and Gurske-DePerio 2010).

O objetivo deste estudo consubstancia-se na aferição dos parâmetros identitários da morfologia osteoarticular externa das epífises distal do fêmur e proximal da tibia, comparando indivíduos com rotura e sem rotura do cruzado anterior. Procurando assim, a eventual identificação de diferenças que possam constituir-se como fatores de risco para a rotura do LCA.

HIPÓTESES

Formamos 3 hipóteses nulas: (1) não há diferenças na morfologia osteoarticular das epífises distal e proximal do fémur e da tíbia, respetivamente, entre mulheres e homens do grupo de controlo; (2) não há diferenças na anatomia de perfil em mulheres do grupo de controlo e mulheres com rotura do LCA; (3) não há diferenças na anatomia de perfil entre homens do grupo de controlo e homens com rotura do LCA.

METODOLOGIA

Para a realização deste estudo elaboramos uma folha de registos no programa *Excel (Versão 12.1.3, Microsoft® Corporation 2008)*, com os dados referentes a cada um dos indivíduos. A informação foi proveniente da base de dados existente na Unidade de Saúde, *Clínica Saúde Atlântica* tanto no que concerne aos indivíduos que apresentaram rotura do LCA como aos que serviram de grupo de controlo. Foram recolhidos os dados dos pacientes a partir dos respetivos processos clínicos que continham informação sobre antecedentes pessoais e profissionais, caracterização do momento da rotura, exame físico realizado após a rotura, assim como a idade dos indivíduos aquando da rotura.

A rotura do LCA foi diagnosticada através de uma correlação clínico-imagiológica, incluindo exames físicos – *Lackman* e *Jerk test* – e realização de exames complementares de diagnóstico, tendo sido ainda confirmada artroscopicamente.

População em estudo

Incluímos 36 pacientes com uma idade média de 28,6 (intervalo, 14-55) tendo todos sofrido recentemente uma rotura do LCA – 29 homens e 7 mulheres.

Os **critérios de inclusão**: indivíduos com diagnóstico de rotura recente do LCA (inferior a 6 meses); indivíduos com idade compreendida entre os 14-60.

Os **critérios de exclusão**: lesões do LCA por contato foram excluídas do estudo; quaisquer patologias de natureza osteoarticulares que pudessem condicionar a morfologia óssea da epífise distal do fémur e da epífise proximal da tibia; indivíduos com artrite reumatóide.

Relativamente ao **grupo de controlo** foram estudados 36 indivíduos sem qualquer patologia de natureza osteoarticular que condicione a morfologia óssea da epífise distal do fémur e da epífise proximal da tibia - 29 homens e 7 mulheres. A idade média é 37,9 (intervalo, 14-58) e não é significativamente diferente do grupo de pacientes com rotura (*chi square; p>0,05*).

Radiografia de perfil do joelho

Foi estudada uma incidência de perfil do joelho de cada indivíduo, que foi efetuada com sobreposição dos côndilos femorais (corrigida radioscopicamente) e 30° de flexão. A radiografia compreende desde o meio da diáfise do fêmur até meio da diáfise da tíbia e abrange desde a patela ao limite posterior do côndilo externo. Foi avaliado um joelho em cada elemento dos grupos, sendo estudado o joelho com rotura no grupo com rotura do LCA.

Parâmetros anátomo-morfológicos medidos

A radiografia foi importada para o *software CorelDRAW (Versão 11 © Corel Corporation, 2002, CA)* com o intuito de medir os parâmetros em estudo. Estes foram aferidos em dois momentos distintos e calculada a média aritmética de forma a atenuar o erro de medição.

Parâmetros (**Fig. 1**):

A - *Diâmetro da diáfise do fêmur.*

B - *Diâmetro ântero-posterior do côndilo externo do fêmur.*

C - *Altura do côndilo externo do fêmur.*

Xy - *Distância em que o limite posterior do côndilo externo deixa de ser arredondado e de cumprir uma trajetória curvilínea para passar a ser aplanado até ao ponto onde o limite anterior do côndilo externo deixa de ser aplanado para passar a curvo e estar sobre uma trajetória curvilínea que coincide com o limite circular anterior do côndilo externo, i.e., o limite inferior do fêmur que é aplanado.*

Xw e yz - *Procedeu-se ao desenho de duas corticais que limitam o fêmur a nível da diáfise anteriormente e posteriormente. Medimos a distância de y à cortical anterior - yz; e de x à cortical posterior - xw.*

AB - *Diâmetro ântero-posterior dos pratos tibiais.*

Pêntada - *Pêntada da tíbia* é definida pelo ângulo formado pelo eixo que passa no centro da diáfise e o eixo que corresponde aos pratos tibiais. Método descrito por (Hashemi, Mansouri et al. 2011)

Além dos parâmetros absolutos anteriormente descritos, foram também considerados parâmetros relativos:

Medida Ponderada (MP) 1 – xy/AB .

MP 2 – B/AB .

MP 3 – B/xy .

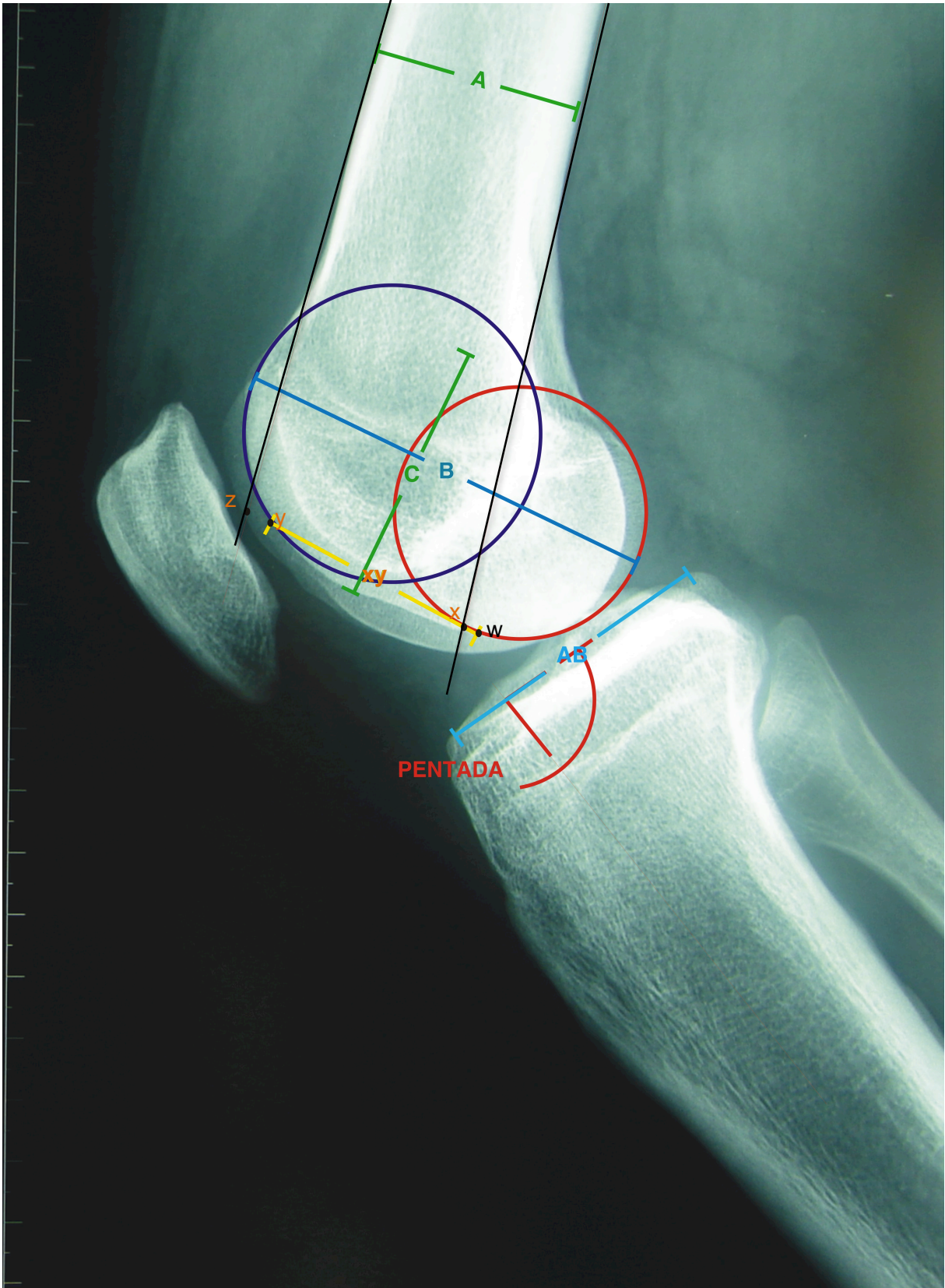


Fig. 1: Parâmetros absolutos anátomo-morfológicos aferidos na radiografia de perfil do joelho.

Testes ortopédicos especiais usados como parâmetros

Teste de Lachman – exame médico para estudar o LCA, é reconhecido como o exame clínico mais sensível e confiável para a determinação da integridade do LCA, sendo superior ao teste da gaveta anterior, comumente usado no passado; o doente está em decúbito dorsal e com joelho a 30° de flexão. Com uma mão segura-se a região supracondilar do fémur e com a outra a região anterior da tibia, então realiza-se uma força antagónica do fémur para posterior e da tibia para anterior. O *Lachman* foi classificado em grau I quando a translação tibial decorrente da redução era menor que 10 mm; e em grau II quando era maior que 10 mm.

Teste de Jerk/”Pivot Shift” – exame médico para estudar o LCA. O doente está em decúbito dorsal, com 45° de flexão da anca e com 90° de flexão do joelho. Com uma das mãos segura-se o pé do doente em rotação interna e, com a outra faz-se um discreto valgo do joelho, a seguir estende-se o joelho progressivamente e nota-se um ressalto rotatório externo (subluxação ântero-lateral do joelho). O pivot shift foi classificado em grau I quando a translação tibial decorrente da redução era menor que 10 mm; e em grau II quando era maior que 10 mm.

Análise estatística

Para a análise estatística dos dados foi usado o *software SPSS* versão 17.0 (SPSS, Inc.; Chicago, IL).

Inicialmente foi realizada a caracterização sóciodemográfica e biométrica da população objeto de estudo em relação às seguintes variáveis: idade/idade do indivíduo aquando da rotura, género, profissão e dados relativos ao exame físico do joelho após a rotura. Posteriormente a população foi dividida em dois grupos: grupo com rotura do LCA e grupo de controlo.

Médias e desvios padrão foram calculados para todos os parâmetros. O teste de Kolmogorov-Sminorf foi usado numa primeira fase para saber se estávamos perante uma amostra com comportamento paramétrico ou não paramétrico ($sig > 0,05$ – a distribuição é normal/paramétrica); a distribuição normal apenas se verificou no grupo de homens.

A amostra relativa às mulheres tem um comportamento não paramétrico, pelo reduzido número de casos, tendo por isso sido utilizado um teste de *Mann-Whitney* para a analisar.

Foi usado o teste de *Levene* para testar se as amostras tinham a mesma variância.

O *Independent Sample Test* foi usado para testar as diferenças entre valores médios das duas amostras.

Para todos os resultados estatísticos o nível da confiança considerado foi de 5% o que permitiu considerar estatisticamente significativos todos os que apresentassem um valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Foram seleccionados para o presente estudo 72 indivíduos: 58 do sexo masculino (80,6%) e 14 do sexo feminino (19,6%). Destes, 50% apresentavam rotura do LCA e os outros 50% não haviam sofrido qualquer lesão no joelho. A média de idades foi de 33,3 ($\pm 10,8$)¹ oscilando entre os 14 e os 58 anos. As características da população objeto deste estudo estão descritas na **Tabela I**.

Tabela I: Características demográficas.

	Média de Idades	Número de Indivíduos (%)
Homem do grupo de controlo	39	58 (80,6%)
Homens com rotura do LCA	29	
Mulheres do grupo de controlo	32,4	14 (19,6%)
Mulheres com rotura do LCA	26,6	

As variáveis são expressas como número absoluto e percentagem n (%).

¹ A idade é expressa como média \pm desvio padrão (DP).

Tabela II: Médias e intervalos de todos os parâmetros medidos em radiografia.

Parâmetros medidos nos casos e nos controles

	Mulheres		Homens		Mulheres		Homens	
	Grupo Controlo		Grupo Controlo		rotura do LCA		Rotura do LCA	
Parâmetros no fémur								
	又	I	又	I	又	I	又	I
A (mm)	32,8	27,4-37,6	35,1	28,3-43,0	32,1	28,8-35,6	36,8	30,3-42,5
B (mm)	69,4	64,2-74,9	73,9	65,5-86,3	65,1	57,8-71,6	72,4	63,0-83,4
C (mm)	43,7	39,5-47,6	47,1	42,6-54,2	37,6	32,8-41,9	44,9	37,9-52,1
xw (mm)	13,9	6,5-29,5	14,8	-1,2-34,7	6,9	-4,5-22,1	7,3	-12,1-28,3
Xy (mm)	41,1	34,7-48,1	44,1	34,8-56,9	40,8	33,8-47,8	42,3	30,0-56,4
Yz (mm)	9,5	2,5-17,6	10,3	0,3-21,0	3,8	-2,9;9,6	5,6	-3,6-20,2
Parâmetros na tíbia								
AB (mm)	50,4	42,0-58,4	53,4	44,8-65,0	41,0	38,5-44,2	49,4	44,4-57,9
Pêntada (°)	81,2	78,4-84,0	82,9	76,8-89,2	82,4	75,9-86,2	81,1	69,3-88,3
Parâmetros ponderados – valores relativos								
MP1 (xy/AB)	8,2	6,8-9,5	8,3	6,0-11,3	9,9	8,7-12,4	8,6	5,9-12,6
MP2 (B/AB)	13,9	12,4-15,3	13,9	12,1-16,9	15,9	14,7-17,4	14,7	12,7-17,3
MP3 (B/xy)	17,0	15,6-19,0	17,0	13,7-22,4	16,1	13,9-18,2	17,4	13,8-24,7

又 : média, I: intervalo.

A. Apresentação dos resultados relativo ao teste de Levene.

O teste de *Levene* assumiu que a pântada não tem a mesma variância entre os indivíduos do grupo de controlo e com rotura ($p=0,001$).

A representação gráfica dos valores da pântada nos dois grupos está representada na **Fig. 2**. Na figura 2 está assinalada a mediana, o primeiro e o terceiro quartil de cada uma das variáveis estudadas.

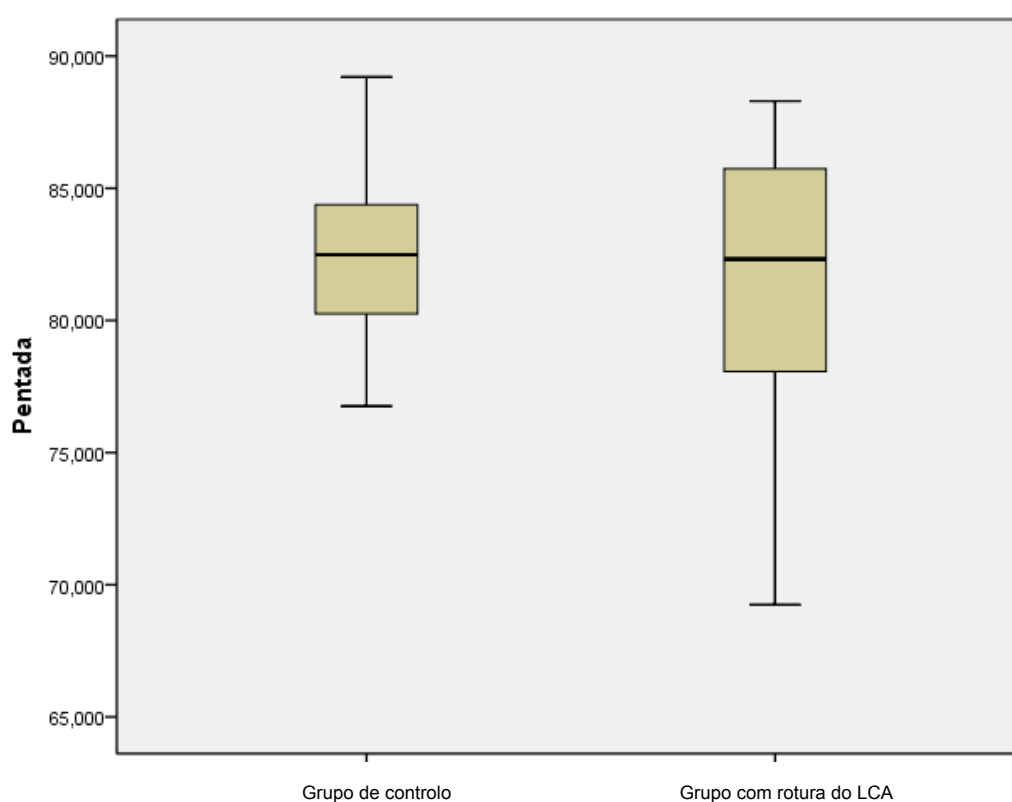


Fig. 2: Representação gráfica da distribuição da variável pântada nos 2 grupos.

Nesta figura foi possível observar que os dois grupos têm distribuições distintas. A mediana da pântada no grupo de controlo (82,49) é superior à dos indivíduos com rotura do LCA (82,32), contudo a distribuição nestes últimos é mais ampla. Todos os demais parâmetros em estudo seguem uma distribuição normal.

B. Apresentação e descrição dos resultados relativos ao teste de Mann-Whitney.

Homens do grupo de controlo comparados com mulheres do grupo de controlo

Tabela III: Apresentação e descrição dos parâmetros inerentes à comparação de médias entre homens e mulheres do grupo de controlo, sobre os quais se observaram diferenças estatisticamente significativas.

	Homens	Mulheres	P
Parâmetro B (mm)	73,9	69,4	0,032
Parâmetro C (mm)	47,1	43,7	0,016

* valor significativo para $p < 0,05$

Foi usado o teste de *Mann-Whitney* por ser um teste não paramétrico devido ao reduzido número de casos referentes às mulheres. Foram encontradas diferenças significativas no valor de B e C.

Parâmetro B – o diâmetro ântero-posterior do côndilo externo do fémur é significativamente maior nos homens (73,9 mm) comparativamente com as mulheres (69,4 mm), $P=0,032$.

Parâmetro C – a altura do côndilo externo do fémur é significativamente maior nos homens (47,1 mm) comparativamente com as mulheres (43,7 mm), $P=0,016$.

Para todos os outros parâmetros não foram encontradas diferenças significativas (A, xy, xw, yz, AB, pêntada, MP1, MP2, MP3); para leituras das médias inerentes aos parâmetros que não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, consultar a tabela II.

Mulheres do Grupo de Controlo comparadas com Mulheres com Rotura do LCA

Tabela IV: Apresentação e descrição dos Parâmetros inerentes à comparação de médias entre mulheres do grupo de controlo e mulheres com rotura do LCA, sobre os quais se observaram diferenças estatisticamente significativas.

	Grupo de controlo	Grupo com rotura do LCA	P
Parâmetro C (mm)	43,7	37,6	0,006
Parâmetro xw (mm)	13,9	6,9	0,048
Parâmetro AB (mm)	50,4	41,0	0,004
MP1	8,2	9,9	0,018
MP2	13,9	15,9	0,009

* valor significativo para $p < 0,05$

Foi usado o teste de *Mann-Whitney* por ser um teste não paramétrico devido ao reduzido numero de casos. Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em C, xw, AB, MP1 e MP2.

Parâmetro C - as mulheres do grupo de controlo (43,7 mm) tem uma altura do côndilo femoral externo em média significativamente superior à das mulheres com rotura do LCA (37,6 mm), $P=0,006$.

Parâmetro xw – as mulheres do grupo de controlo (13,9 mm) tem um xw em média significativamente superior às mulheres com rotura do LCA (6,9 mm), $P=0,048$.

Parâmetro AB - o diâmetro ântero-posterior dos pratos tibiais é significativamente superior

nas mulheres do grupo de controlo (50,4 mm) comparativamente com as mulheres com rotura do LCA (41,0 mm), $P=0,004$.

Medida Ponderada 1 - xy/AB – a relação é significativamente menor nas mulheres do grupo de controlo (8,20) comparativamente com as mulheres com rotura do LCA (9,96), $P=0,018$.

Medida Ponderada 2 – B/AB – a relação é significativamente menor nas mulheres do grupo de controlo (13,86) comparativamente com as mulheres com rotura do LCA (15,88), $P=0,009$.

Para todos os outros parâmetros não foram encontradas diferenças significativas (A, B, xy, yz,, pântada, MP3); para leituras das médias inerentes aos parâmetros que não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, consultar a tabela II.

Homens com rotura do LCA comparados com mulheres com rotura do LCA

Tabela V: Apresentação e descrição dos parâmetros inerentes à comparação de médias entre homens e mulheres com rotura do LCA, sobre os quais se observaram diferenças estatisticamente significativas.

	Homens	Mulheres	P
Parâmetro A	36,75	32,1	0,002
Parâmetro B	72,4	65,1	0,003
Parâmetro C	44,9	37,6	0,000
Parâmetro AB	49,4	41,0	0,000
MP1	8,62	9,96	0,019
MP2	14,7	15,9	0,010

* valor significativo para $p < 0,05$

Foi usado o teste de *Mann-Whitney* por ser um teste não paramétrico devido ao reduzido número de casos referentes às mulheres. Foram encontradas diferenças significativas em A, B, C, AB, MP1 e MP2.

Parâmetro A – o diâmetro da diáfise do fémur é significativamente maior nos homens (36,8 mm) comparativamente com as mulheres (32,1 mm), $P=0,002$.

Parâmetro B – o diâmetro ântero-posterior do côndilo externo do fémur é significativamente maior nos homens (72,4 mm) comparativamente com as mulheres (65,1 mm), $P=0,003$.

Parâmetro C – a altura do côndilo externo do fémur é significativamente maior nos homens (44,9 mm) comparativamente com as mulheres (37,6 mm), $P=0,000$.

Parâmetro AB – o diâmetro ântero-posterior dos pratos tibiais é significativamente superior nos homens (49,4 mm) comparativamente com as mulheres (41,0 mm), $P=0,000$.

Medida Ponderada 1 – xy/AB – a relação é significativamente menor nos homens (8,62) comparativamente com as mulheres (9,96), $P=0,019$.

Medida Ponderada 2 – B/AB – a relação é significativamente menor nos homens (14,7) comparativamente às mulheres (15,9), $P=0,010$.

Para todos os outros parâmetros não foram encontradas diferenças significativas (xy , yz , xw , $p\acute{e}ntada$, $MP3$); para leituras das médias inerentes aos parâmetros que não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, consultar a tabela II.

C. Apresentação e descrição dos resultados relativos ao teste de Kolmogorov Smirnov e ao T-test

Homens do grupo de controlo comparados com homens com rotura do LCA

Tabela VI: Apresentação dos parâmetros inerentes à comparação de médias entre homens do grupo de controlo e homens com rotura do LCA, sobre os quais se observaram diferenças estatisticamente significativas.

	Grupo de controlo	Grupo com rotura do LCA	P
Parâmetro C	47,1	44,9	0,016
Parâmetro xw	14,8	7,3	0,002
Parâmetro yz	10,3	5,6	0,005
Parâmetro AB	53,4	49,4	0,001
MP2	13,9	14,7	0,009

* valor significativo para $p < 0,05$

Inicialmente usamos o teste de *Kolmogorov-Smirnov* para assegurar que estávamos perante um teste paramétrico, o que se confirmou ($sig > 0,05$), exceto para a pântada.

A pântada foi estudada com um teste não paramétrico e tem um valor superior nos homens do grupo de controlo (82,9°) comparativamente com os homens com rotura do LCA (81,1°).

Em seguida, com o *T-test* averiguamos quais os parâmetros onde havia diferenças significativas entre indivíduos do grupo de controlo e indivíduos com rotura do LCA. Foram

encontradas diferenças significativas nos parâmetros C, xw, xy, AB e MP2.

Parâmetro C – os homens do grupo de controlo (47,1 mm) tem uma altura dos cêndilos em média significativamente superior à dos homens com rotura do LCA (44,9 mm), $P=0,016$.

Parâmetro xw – os homens do grupo de controlo (14,8 mm) tem um xw em média significativamente superior aos homens com rotura do LCA (7,3 mm), $P=0,002$.

Parâmetro yz – os homens do grupo de controlo (10,3 mm) tem um yz em média significativamente superior aos homens com rotura do LCA (5,6 mm), $P=0,005$.

Parâmetro AB – o diâmetro ântero-posterior dos pratos tibiais é significativamente superior nos homens do grupo de controlo (53,4 mm) comparativamente com os homens com rotura do LCA (49,4 mm), $P=0,001$.

Medida Ponderada 2 – B/AB – a relação é significativamente menor nos homens do grupo de controlo (13,9) comparativamente com os homens com rotura do LCA (14,7), $P=0,009$.

Para todos os outros parâmetros não foram encontradas diferenças significativas (A, B, yz, pêntada, MP1 e MP3); para leituras das médias inerentes aos parâmetros que não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, consultar a tabela II.

D. Apresentação dos resultados relativos ao estudo da Regressão Logística

No final aplicamos a Regressão Logística para encontrar quais são as variáveis independentes no estudo. Ou seja, quais as variáveis que são por si só um fator de risco sem a associação com outras. Concluímos que a idade, C, xw, yz, AB, MP2 são variáveis independentes.

Tabela VII: Apresentação e descrição dos resultados inerentes aos parâmetros analisados sob regressão logística.

Parâmetros	<i>P</i>
Idade	0,000
C	0,010
Xw	0,002
Yz	0,004
AB	0,000
MP2	0,001

* valor significativo para $p < 0,05$

E. **Apresentação dos resultados relativos à associação dos parâmetros morfológicos aferidos com os exames clínicos: *Lachman* e *Jerk***

Foram associados os três parâmetros com diferença significativa entre indivíduos com rotura do LCA e indivíduos do grupo de controlo (C, xw, AB) com os exames clínicos aplicados aquando do momento de rotura.

Tabela VIII: Apresentação e descrição dos resultados inerentes à comparação dos parâmetros estatisticamente significativos entre indivíduos com rotura do LCA e indivíduos do grupo de controlo e associação com exame clínico: *Lachman* e *Jerk*.

	又	<i>Lachman</i> grau I	<i>Lachman</i> grau II	<i>Jerk</i> grau I	<i>Jerk</i> grau II
Nº de Indivíduos		7	26	21	12
C	44,3	44,6	44,3	44,5	44,0
Xw	7,6	3,8	8,7	8,7	5,8
AB	48,6	48,2	48,7	48,9	47,9

又: média do respetivo parâmetro no total dos indivíduos com rotura independentemente do exame clínico;

Lachman 1: mobilização de 0 a 10 mm; *Lachman* 2: mobilização de mais de 10 mm; *Jerk* 1: mobilização de 0 a 10 mm; *Jerk* 2: mobilização de mais de 10 mm; Nº de indivíduos: número absoluto de indivíduos com correspondente exame clínico.

DISCUSSÃO

No presente estudo analisou-se a possibilidade da morfologia óssea correlacionar-se com a rotura do LCA. Para o efeito foram comparadas as médias dos diferentes parâmetros em estudo entre indivíduos que sofreram uma rotura e os indivíduos do grupo de controlo. Além disso foi também realizada a regressão logística para identificar variáveis independentes que porventura se constituam *per si* como fatores de risco para a rotura do LCA.

Além do género há pouco conhecimento sobre os fatores de risco para rotura do LCA. Porém é razoável pensar que existem outros fatores intrínsecos que possam constituir um fator de risco. Estudamos vários parâmetros referentes à morfologia do joelho perspetivando a identificação de eventuais fatores de risco morfológicos.

Na comparação de médias dos parâmetros em estudo entre indivíduos com rotura e os indivíduos do grupo de controlo foram encontradas diferenças significativas em alguns parâmetros morfológicos. Em ambos os géneros encontramos no fémur uma altura inferior do côndilo externo, assim como uma distância *xw* menor nos indivíduos com rotura do LCA e a nível da tibia temos um menor diâmetro dos pratos tibiais. Estes três parâmetros parece que poderão contribuir para maior probabilidade de rotura do LCA, independentemente do género. A constituição destes parâmetros como fator de risco recorre da análise realizada por regressão logística (*C*, $P=0,010$; *xw*, $P=0,002$; *AB*, $P=0,000$). Na comparação de médias do género masculino acresce o parâmetro *yz* como provável fator de rotura do LCA; sendo este parâmetro significativamente menor no grupo com rotura do LCA.

Bisson and Gurske-DePerio 2010, encontraram que os homens com rotura do LCA tem um prato tibial interno e externo mais profundo, assim como um valor de pântada medido no prato tibial externo maior comparativamente com os homens do grupo de controlo. Tal não se

verifica nos resultados do nosso estudo. Uma das principais causas desta diferença poderá estar no local de aferição da pântada, uma vez que, (Bisson and Gurske-DePerio 2010) mediram no prato tibial externo, e no nosso estudo foi aferida no ponto onde o eixo da tibia interseta os pratos tibiais.

Hashemi J 2010, defendeu que os homens com rotura do LCA apresentam maior inclinação lateral e medial da tibia e menor profundidade tibial medial em comparação com os homens do grupo de controlo. Foram ainda encontradas diferenças significativas a nível da inclinação tibial lateral entre mulheres com rotura do LCA e mulheres do grupo de controlo. Tendo sido encontrado uma maior inclinação tibial lateral e menor profundidade tibial medial nas mulheres com rotura do LCA. A análise da regressão logística mostrou que a profundidade tibial medial é um importante fator de risco, seguido da inclinação lateral da tibia em todos os participantes do estudo.

A relação entre a inclinação tibial posterior e lesão do LCA recebeu recentemente uma maior atenção (Brandon ML 2006; Stijak L 2008; Boden BP 2009). Não há atualmente nenhum consenso, e vários estudos têm descrito uma relação positiva entre estes dois fatores (Brandon ML 2006; Boden BP 2009; Hashemi J 2010), enquanto outros estudos não (Meister K 1998; Stijak L 2008).

O ângulo Q foi apontado como sendo um fator que contribuiu para o desenvolvimento de lesões a nível do joelho por alterar a cinemática dos membros inferiores (Heiderscheit BC 2000; Mizuno Y 2001). Vários estudos observaram repetidamente maior ângulo Q em mulheres comparadas com homens (Hvid I 1981; Horton MG 1989; LA. 1998). (Shambaugh JP 1991) encontrou que a media do ângulo Q em atletas com lesão do joelho era significativamente maior da media do ângulo Q dos atletas do grupo de controlo (14° vs 10°).

Estes parâmetros não são alvo de análise no presente estudo, no entanto estamos em crer que várias diferenças anatómicas podem constituir factores de risco.

No que refere à possível associação dos parâmetros anátomo-morfológicos aferidos e os exames clínicos realizados nos indivíduos com rotura, encontramos nos parâmetros C, xw e AB um tamanho em média menor quando o exame clínico *Jerk* mostrava um ressalto mais evidente (grau 2). No parâmetro xw um *Jerk* e um *Lachman* de grau 1 associam-se a um tamanho em média maior. Pelo contrario um *Lachman* de grau 2 associa-se a um tamanho, de xw, em média menor. Procuramos estudar esta associação uma vez que já outros autores colocaram a hipótese da morfologia óssea do fémur e da tibia desempenhar um papel importante na magnitude do *pivot shift* (Matsumoto 1990; Lane, Warren et al. 2008). (Musahl 2010), correlacionou o *Jerk/Pivot Shift* com o tamanho do côndilo femoral em pacientes com rotura do LCA, tendo encontrado um diâmetro ML do prato tibial externo significativamente menor nos indivíduos com *pivot shift* de grau 2 comparativamente com os indivíduos com grau 1 de pivot shift. A maior convexidade dos pratos tibiais também foi implementada como uma etiologia para o maior deslocamento no *pivot shift* (Kujala, Nelimarkka et al. 1992).

A nossa primeira hipótese nula afirmava que não havia diferenças significativas na morfologia osteoarticular das epífises distal e proximal do fémur e da tibia, respetivamente, entre homens e mulheres do grupo de controlo. Foi encontrado um diâmetro ântero-posterior do côndilo externo assim como uma altura significativamente maior em homens. O que se poderá atribuir à maior massa óssea no género masculino como defendido por (Jeri W Nieves 2005), desta forma, rejeitamos a nossa primeira hipótese nula.

A nossa segunda hipótese nula era que não havia diferenças na morfologia do joelho entre mulheres do grupo de controlo e mulheres com rotura do LCA. Não foi aceite a hipótese por encontrarmos diferenças significativas em diferentes parâmetros. As mulheres do grupo

controlo têm uma maior altura do côndilo femoral externo, assim como uma maior distância xw e ainda um maior diâmetro dos pratos tibiais. Embora analisando parâmetros diferentes do presente estudo também (Hohmann 2011), encontrou diferença significativa no ângulo PTS, sendo este menor nas mulheres do grupo controlo comparando com as mulheres com rotura do LCA.

A nossa hipótese nula final era que não havia diferenças na morfologia do joelho em homens do grupo de controlo e homens com rotura do LCA. Rejeitamos a hipótese, porque encontramos uma altura maior do côndilo femoral externo, assim como um maior diâmetro dos pratos tibiais, um maior valor de xw e yz nos homens do grupo de controlo. Embora analisando parâmetros diferentes do presente estudo também no estudo de (Bisson and Gurske-DePerio 2010) foram encontradas diferenças significativas, quando comparados com os homens normais, os homens com rotura LCA tinham pratos tibiais mais profundos, bem como uma maior inclinação posterior do prato tibial externo.

O facto do perfil anátomo-morfológico das nossas amostras revelar diferenças significativas para vários dos parâmetros em estudo parece ir ao encontro de diferentes autores (Griffin 2006; Smith HC 2012) (Hashemi, Mansouri et al. 2011) que defendem que o perfil de risco lesional é multifatorial. Neste sentido, os parâmetros por nos identificados que revelam diferentes magnitudes entre as amostras, podem acrescentar ao desenho de um perfil anátomo-morfológico de risco lesional, que possa vir a ser usado no âmbito preventivo e de aconselhamento médico-desportivo.

Assumimos que este trabalho apresenta alguns pontos fortes assim como algumas limitações. No âmbito dos pontos fortes enunciamos a reprodutibilidade acessível de toda a metodologia; a inclusão de pacientes com rotura de LCA artroscopicamente confirmada, eliminando assim a possibilidade de viés no diagnóstico; o grupo de controlo consubstanciou-se na reunião de

radiografias de indivíduos sem qualquer osteopatia visível de forma a assegurar a análise sobre a anatomia normal do fémur e da tíbia; os autores do estudo e colaboradores realizarão uma radiografia que foi incluída no grupo de controlo de forma a cumprir preceitos éticos; com exceção dos autores e colaboradores, todas as radiografias dos outros indivíduos estudadas foram feitas na sequência de consultas médicas, em função de queixas agudas do joelho, requeridas pelos mesmos e não em função utilitarista do nosso estudo.

As limitações do nosso estudo incluem o reduzido número de casos do género feminino, admitindo inclusive que a amostra total também devia ser alargada para conseguir maior poder estatístico; a falta de acesso a uma metodologia de medição rotinada pode retirar alguma acuidade às medições; a impossibilidade de caracterizar o perfil de atividade física dos indivíduos sem rotura; houve necessidade de excluir varias radiografias por imprecisão técnica e/ou falta de escala.

CONCLUSÃO

Através deste estudo encontramos nos homens do grupo de controle diferenças estatisticamente significativas nos parâmetros C, xw , yz e AB comparando com os homens com rotura do LCA. Nos homens do grupo de controle estes parâmetros têm em média um valor superior. Nas mulheres há diferenças estatisticamente significativas nos parâmetros C, xw e AB quando comparámos as mulheres do grupo de controle com as mulheres com rotura do LCA. Nas mulheres do grupo de controle estes parâmetros tem em média um valor superior. Quanto à comparação entre mulheres com rotura do LCA e homens com rotura do LCA, encontramos diferenças significativas nos parâmetros A, B, C e AB, sendo estes sempre superiores no género masculino. A regressão logística sugere que os parâmetros C, CP, CA, AB e MP2 podem constituir-se como fatores de risco na rotura do LCA. Nesse sentido deverão ser alvo de novos estudos e eventualmente integrados na análise abrangente do perfil de risco lesional para os atletas.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar a minha profunda gratidão.

Ao Senhor Professor Doutor João Espregueira Mendes, mestre e orientador, por me ter dado a oportunidade de realizar este trabalho, pelos ensinamentos guardados na memória, pela prontidão em mostrar o caminho, pela alegria e profissionalismo que transpõe no quotidiano ortopédico da arte de ser médico e pelo apoio e confiança que depositou em mim.

Ao Senhor Professor Doutor João Páscoa Pinheiro, pela disponibilidade em dissipar dúvidas e incertezas, pela gentileza e sinceridade com que sempre se pautou, pela segurança que transmitiu e, em última análise, pelo imenso e exemplar profissionalismo que demonstrou possuir.

Ao Dr. Rogério Pereira pela preciosa e pronta colaboração ao longo deste trabalho.

A todos eles, o meu sincero obrigada, pelo tempo que me concederam das suas preciosas e preenchidas agendas.

A todos quantos me ajudaram e apoiaram ao longo da minha caminhada.

Aos meus pais, o meu porto de abrigo.

BIBLIOGRAFIA

- Bisson, L. J. and J. Gurske-DePerio (2010). "Axial and sagittal knee geometry as a risk factor for noncontact anterior cruciate ligament tear: a case-control study." Arthroscopy **26**(7): 901-906.
- Boden BP, B. I., Sheehan FT (2009). "Tibiofemoral alignment: contributing factors to noncontact anterior cruciate ligament injury. ." J Bone Joint Surg Am **91**: 2381–2389.
- Boden BP, D. G., Feagin JA Jr, Garrett WE Jr (2000). "Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. ." Orthopedics **23**: 573–578.
- Brandon ML, H. P., Bonamo JR, Flynn MI, Barrett GR, Sherman MF (2006). "The association between posterior-inferior tibial slope and anterior cruciate ligament insufficiency. ." Arthroscopy **22**: 894–899.
- Griffin, L. A., M; Arendt, E; et al (2006). "Understanding and Preventing Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injuries." The American Journal of Sports Medicine **34**.
- Harmon, K. G. and M. L. Ireland (2000). "Gender differences in noncontact anterior cruciate ligament injuries." Clin Sports Med **19**(2): 287-302.
- Hashemi J, C. N., Mansouri H, Gill B, Slauterbeck JR, Schutt RC (2010). "Shallow medial tibial plateau and steep medial and lateral tibial slopes. New risk factors for anterior cruciate ligament injuries. ." Am J Sports Med **38**: 54–62.
- Hashemi, J., H. Mansouri, et al. (2011). "Age, sex, body anthropometry, and ACL size predict the structural properties of the human anterior cruciate ligament." J Orthop Res **29**(7): 993-1001.
- Heiderscheit BC, H. J., Caldwell GE (2000). "Influence of Q-angle on lower-extremity running kinematics. ." J Orthop Sports Phys Ther **30**: 271–278.
- Hohmann, E. B., A; Reaburn, P; Tetsworth, K (2011). "Is there a correlation between posterior tibial slope and non-contact anterior cruciate ligament injuries?" Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc **19**: 109-114.
- Horton MG, H. T. (1989). "Quadriceps femoris muscle angle: normal values and relationships with gender and selected skeletal measures. ." Phys Ther. **69**: 897-901.
- Huston, L. J., M. L. Greenfield, et al. (2000). "Anterior cruciate ligament injuries in the female athlete. Potential risk factors." Clin Orthop Relat Res(372): 50-63.
- Hvid I, A. L., Schmidt H. (1981). "Chondromalacia patellae: the relation to abnormal patellofemoral joint mechanics. ." Acta Orthop Scand. **52**: 661-666.
- Jeri W Nieves, C. F., Jamie Ruffing, Marsha Zion, Patricia Garrett, Robert Lindsay, and Felicia Cosman (2005). "Males Have Larger Skeletal Size and Bone Mass Than Females, Despite Comparable Body Size." JOURNAL OF BONE AND MINERAL RESEARCH **20**(3).
- Krosshaug T, N. A., Boden B, Engebretsen L, Smith G, Slauterbeck J, et al. (2007). "Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: video analysis of 39 cases. ." Am J Sports Med **35**:359.
- Kujala, U. M., O. Nelimarkka, et al. (1992). "Relationship between the pivot shift and the configuration of the lateral tibial plateau." Arch Orthop Trauma Surg **111**(4): 228-229.
- LA., L. (1998). "The quadriceps angle: a review of the literature. ." J Orthop Sports Phys Ther. **28**: 105-109. .
- Lane, C. G., R. Warren, et al. (2008). "The pivot shift." J Am Acad Orthop Surg **16**(12): 679-688.
- Matsumoto, H. (1990). "Mechanism of the pivot shift." J Bone Joint Surg Br **72**(5): 816-821.

- Meister K, T. M., Horodyski MB, Indelicato PA, Hartzel JS, Batts J (1998). "Caudal slope of the tibia and its relationship to noncontact injuries to the ACL. ." Am J Knee Surg **11**: 217–219.
- Mizuno Y, K. M., Mattessich SM, Elias JJ, Ramrattan N, Cosgarea AJ, Chao EY (2001). "Q-angle influences tibiofemoral and patellofemoral kinematics. ." J Orthop Res **19**: 834–840.
- Musahl, V. A., O; Citak, M; Irrgang, J; Pearle, A; Wickiewicz, T (2010). "The influence of bony morphology on the magnitude of the pivot shift." Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc **18**: 1232-1238.
- Myklebust G, E. L., Braekken IH, Skjolberg A, Olsen OE, Bahr R. (2003). "Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. ." Clin J Sport Med **13**:71-8.
- Noronha, JC. (2006). "Lesões do ligamento cruzado anterior. In: Espregueira-Mendes J, Pessoa P, editors. O Joelho. Lisboa: Lidel - edições técnicas, lda." 147-182.
- Prodromos CC, H. Y., Rogowski J, Joyce B, Shi K. (2007). "A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen." Arthroscopy. **23(12)**: 1320-1325.e1326.
- Ristic, V., S. Ninkovic, et al. (2010). "Causes of anterior cruciate ligament injuries." Med Pregl **63**(7-8): 541-545.
- Shambaugh JP, K. A., Herbert JH. (1991). "Structural measures as predictors of injury in basketball players. ." Med Sci Sports Exerc. **23**: 522-527. .
- Smith HC, V. P., Johnson RJ, et al. (2012). "Risk factors for anterior cruciate ligament injury: a review of the literature. Part 1: neuromuscular and anatomic risk. ." Sports Health. **4(1)**: 70-79.
- Stanitski, C. H. I., JC, y Fu, F (1993). "Observations on acute knee hemarthrosis in children and adolescents. ." J Pediatr Orthop **13**: 506-510.
- Stijak L, H. R., Schai P (2008). "Is there an influence of the tibial slope of the lateral condyle on the ACL lesion? ." Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc **16**: 112–117.
- Swaen P, K. I., Roos H (2010). "Risk factors for a contralateral anterior cruciate ligament injury." Risk factors for a contralateral anterior cruciate ligament injury **18**: 277-291.