

# EVOLUÇÃO DO RÁCIO CONVENCIONAL E FUNCIONAL EM INDIVÍDUOS APÓS RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

## EVOLUTION OF CONVENTIONAL AND FUNCTIONAL RATIO IN INDIVIDUALS AFTER RECONSTRUCTION OF ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT

### **Autores**

Ana Carolina Dias - Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias - Instituto Politécnico de Castelo Branco, BSc  
António Coutinho - Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias - Instituto Politécnico de Castelo Branco, BSc  
Vitor Pinheira - Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias - Instituto Politécnico de Castelo Branco, BSc  
Rui Soles-Gonçalves - Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra - Instituto Politécnico de Coimbra, PhD

### **Centro de execução do trabalho**

Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias  
Instituto Politécnico de Castelo Branco  
Hospital Militar Regional nº1, no Porto

### **Conflitos de interesse**

A equipa de investigação declara a não existência de conflitos de interesse na realização do estudo

### **Fontes de Financiamento**

Não existiu qualquer fonte de financiamento de contribuição para a realização do estudo

### **Contacto do autor responsável**

Avenida do Empresário  
Campus da Talagueira  
6000-767 Castelo Branco  
anacarolinadias.2@hotmail.com

### **Tipo de artigo**

Artigo de Investigação

## Resumo

### Objetivos

Os principais objetivos deste estudo foram perceber de que forma evoluíram os valores dos raios funcional e convencional em indivíduos após 9 e 12 meses da reconstrução do ligamento cruzado anterior e comparar com indivíduos saudáveis.

### Matérias e métodos

A amostra é não probabilística e de conveniência. O grupo experimental foi constituído por 19 indivíduos, sendo recrutados no Hospital Militar Regional N.º1, no Porto. Todos os indivíduos que participaram no estudo tiveram de preencher o consentimento informado. Após este procedimento, foram recolhidos os dados no isocinético. Com o isocinético foi possível: (a) recolher os valores do pico do torque dos isquiotibiais em ação concêntrica e do quadríceps em ação concêntrica o que permite o cálculo do rácio convencional=Isquiotibiais (concêntrico)/Quadríceps (concêntrico), e, (b) obter o valor do pico do torque dos isquiotibiais em ação excêntrica e do quadríceps em ação concêntrica, o que permitiu calcular o rácio funcional=Isquiotibiais (Excêntrico)/Quadríceps (concêntrico). A recolha destes dados foi feita à velocidade de 60°/s. Por sua vez, o grupo de controlo, foi constituído por 32 indivíduos saudáveis, que obedeceram aos mesmo procedimentos, mas as recolhas foram feitas na Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias.

### Resultados

Em T0 o grupo experimental e o grupo de controlo apresentaram GE:0,67±0,17; GC:0,98±0,22 no rácio funcional a 60°/s e GE:0,66±0,12; GC:0,58±0,11 de rácio convencional a 60°/s. Após 12 meses da intervenção cirúrgica, os valores de rácio funcional a 60°/s foram GE:0,64±0,13 e GC:0,98±0,22, enquanto no rácio convencional a 60°/s é GE:0,62±0,10 e GC:0,58±0,11. Os valores de rácio funcional a 60°/s entre em T0 e T1 são T0:0,67±0,17 e T1:0,64±0,13 e os valores do rácio convencional a 60°/s entre T0 e T1 são T0: 0,66±0,12 e T1: 0,62±0,10.

### Conclusão

Os valores obtidos sugerem que alguns dos valores do rácio convencional e funcional a 60°/s tendem a aproximar-se dos valores normativas aos 12 meses após a cirurgia de reconstrução da ligamento cruzado anterior.

### Palavras chave

Lesão do ligamento cruzado anterior (D000070598), Reconstrução do ligamento cruzado anterior (D059549), Força muscular (D053580)

## Abstract

### Goals

Understanding how the values of the functional and conventional ratios have evolved after six months of reconstruction of the anterior cruciate ligament. Besides that, comparing the values with healthy people.

### Materials and methods

The sample is non-probabilistic and it is convenience. The experimental group had 19 people, that were recruited at the Hospital Militar Regional N.º1 N.º1, in Porto. All the people, who participated in the study had to fill out the informed consent. After this procedure, the data were collected on the isokinetic. With the isokinetic, it was possible to: (a) collect the peak torque values of the hamstrings in concentric action and the quadriceps in concentric action which allows the calculation of the conventional ratio = (Hamstring (concentric)) / (Quadriceps (concentric)) and (b) to obtain the peak torque value of the hamstrings in eccentric action and the quadriceps in concentric action, which allowed to calculate the functional ratio = (Hamstrings (Eccentric)) / (Quadriceps (concentric)). The data were collected at a speed of 60° / s. In the other way, the controlled group had 32 healthy people, who made the same procedures, but the collections were made at Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias.

### Results

In T0, the experimental group and the controlled group had an EW: 0.67 ± 0.17; GC: 0.98 ± 0.22 of the functional ratio at 60° / s and GE: 0.66 ± 0.12; GC: 0.58 ± 0.11 of conventional ratio at 60° / s. After 12 months of surgical intervention, the functional ratio values at 60° / s are GE: 0.64 ± 0.13 and GC: 0.98 ± 0.22, while in the conventional ratio at 60° / s it is GE: 0.62 ± 0.10 and GC: 0.58 ± 0.11. The values of functional ratio at 60° / s between T0 and T1 are T0: 0.67 ± 0.17 and T1: 0.64 ± 0.13 and the values of the conventional ratio at 60° / s between T0 and T1 are T0: 0.66 ± 0.12 and T1: 0.62 ± 0.10.

### Conclusion

The obtained values suggest that the values of the conventional and functional ratios at 60° / s tend to approximate the normative values at 12 months after reconstruction surgery of the anterior cruciate ligament.

### Keywords

Anterior cruciate ligament injuries (D000070598), Anterior cruciate ligament reconstruction (D059549), Muscle Strength (D053580)

## Introdução

A articulação do joelho é a maior articulação sinovial do corpo humano <sup>(1)</sup>. A sua anatomia é variável e a sua função é complexa. O movimento desta é o resultado de uma interação ideal de várias estruturas ósseas, como o fêmur, a tíbia, a rótula e o perónio, bem como os seus ligamentos, tendões, músculos e cápsula articular <sup>(2)</sup>. Assim, existem poucas estruturas anatómicas que são exclusivamente responsáveis por uma função específica. Geralmente, cada função do joelho é o resultado de um trabalho complexo de várias estruturas anatómicas em conjunto <sup>(3)</sup>. Posto isto, sempre que um dos seus constituintes é afetado, toda a articulação fica comprometida <sup>(4)</sup>.

O ligamento cruzado anterior (LCA), insere-se numa faceta na parte anterior da área intercondiliana anterior da tíbia e ascende posteriormente para se inserir numa faceta na face posterior da parede lateral da fossa intercondiliana do fêmur, sendo a sua principal função impedir o deslocamento anterior da tíbia em relação ao fémur <sup>(1, 4)</sup>. O LCA também ajuda a impedir a adução e abdução do joelho quando este está em flexão <sup>(5)</sup>. Este ligamento possui mecanorreceptores, tendo assim uma influência direta no controlo neuromuscular do joelho <sup>(6)</sup>.

A lesão do LCA é considerada uma lesão aguda <sup>(7)</sup>. É uma das lesões mais comuns e devastadoras do joelho, que afeta principalmente jovens ativos. Apresenta uma grande incidência em praticantes de atividade desportiva, principalmente de desportos que implique saltos, rotações e mudanças de direção como o futebol, o basquete e o andebol (8-10). Este tipo de lesão apresenta uma incidência de aproximadamente 15 em 1000 pessoas por ano na Suíça, 12 em cada 1000 pessoas por ano na Nova Zelândia e 3 em cada 100 pessoas nos Estados Unidos da América <sup>(11)</sup>. Apenas 10% dos casos de lesão do LCA ocorre isoladamente, na maioria dos casos é combinado com a lesão dos ligamentos laterais, ossos subcondrais e/ou meniscos <sup>(12)</sup>.

Existem diversos fatores de risco, que podem ser classificados como intrínseco ou extrínseco <sup>(13)</sup>. Os fatores de risco intrínsecos são inerentes ao indivíduo como género, fatores hormonais e genéticos, função neuromuscular e cognitiva, variáveis anatómicas e lesões anteriores no joelho <sup>(13, 14)</sup>. Os fatores de risco extrínsecos são externos ao indivíduo e podem incluir o nível e o tipo de atividade, o tipo de superfície de jogo e as condições ambientais, bem como o equipamento utilizado <sup>(1, 14)</sup>.

A lesão da LCA ocorre quando o stress aplicado direta ou indiretamente no joelho excede a tolerância do LCA. As lesões de contato direto estão associadas ao stress valgo e muitas vezes, resultam na lesão do LCA mas também do menisco médio e do ligamento lateral interno <sup>(5)</sup>. No entanto a maioria, cerca de 70%, das lesões do LCA dão-se maioritariamente sem contato direto <sup>(8)</sup>.

A lesão do LCA tem a curto prazo como consequências dor, edema, instabilidade, derrame articular, alterações do movimentos e diminuição da funcionalidade <sup>(8)</sup>. A longo prazo a principal consequência desta lesão é o aumento do risco de osteoartrite de início precoce, especialmente se houve lesão do menisco <sup>(8)</sup>. Podem existir ainda alterações na propriocepção, no controlo postural, nos movimentos, nos padrões de recrutamento e ainda ocorrer alterações na propriocepção do membro contralateral, embora menos evidente <sup>(6, 15)</sup>.

Relativamente à forma de tratamento desta lesão ainda não é consensual, pois alguns autores defendem que deve ser realizada de forma conservadora, enquanto outros afirmam que se deve reconstruir cirurgicamente o LCA <sup>(11, 16)</sup>. Ambas as abordagens têm como objetivo reduzir a dor, instabilidade e restaurar função da articulação <sup>(17)</sup>. A cirurgia reconstrutiva visa restaurar a estabilidade substituindo o LCA lesado, e por sua vez, o tratamento conservador visa melhorar a função muscular dos músculos em torno do joelho, de forma substituir a função do LCA <sup>(12)</sup>.

A reconstrução do ligamento cruzado anterior (RLCA) apresenta uma percentagem de sucesso de 75% a 97%. Nesta técnica é removido cirurgicamente o LCA e substituído por um tendão, que poderá ser colhido do próprio indivíduo (autoenxerto) ou recolhido em cadáveres (aloenxerto) ou ainda ser artificial <sup>(16)</sup>. Dentro dos autoenxertos os mais utilizados são o tendão rotuliano ou o tendão dos isquiotibiais <sup>(17)</sup>.

Diversos autores defendem que a utilização de um enxerto do tendão rotuliano apresenta vantagens na colheita, melhor fixação, menos tempo de cicatrização <sup>(17)</sup>. Mas apresenta como principais desvantagens a possível rutura do tendão, a fratura da rótula, fraqueza do quadrícipite e dor anterior no joelho <sup>(12, 17)</sup>.

Os autores que defendem a utilização de enxertos do tendão dos isquiotibiais, apontam como principais vantagens: cortes menores, menor morbidade do tendão dador e maior área de incorporação.

Tem com desvantagens a possível fraqueza dos isquiotibiais, aumento da instabilidade articular e processo de cicatrização lento <sup>(6, 17-18)</sup>. Sendo que a fase de remodelação demora entre 12 e 24 meses <sup>(15)</sup>.

Os programas de reabilitação dão enfoque, numa parte inicial, ao controlo da dor, à reacquirição da amplitude de movimento normal, à redução do derrame articular e ao aumento da ativação muscular do quadrícipite. Numa fase mais avançada da reabilitação, dá-se ênfase ao fortalecimento muscular (exercícios em cadeia cinética fechada e aberta), ao controlo neuromuscular, aos exercícios de equilíbrio/proprioceptivos e treino específico relativo a gestos técnicos desportivos, no caso de o indivíduo ser desportista <sup>(9)</sup>.

A literatura publicada recentemente afirma que a recuperação da RLCA poderá ser mais lenta do que aquela que se pensava até então, apontando que os melhores resultados são obtidos após o nono mês de reabilitação <sup>(9)</sup>. Assim, o retorno à prática desportiva deve ser bem ponderado. Os indivíduos que retomam a prática desportiva com um período de recuperação inferior a 9 meses, a reincidência da lesão é de 39,5%. Por sua vez os indivíduos que voltam 9 meses após a cirurgia têm uma taxa de reincidência de 19,4%. Mas a decisão do regresso à prática desportiva não deve ter apenas em conta o fator tempo, mas também a força do quadrícipite e dos isquiotibiais <sup>(19)</sup>.

A avaliação isocinética é usada frequentemente para avaliar a força do quadrícipite e dos isquiotibiais através da medição dos valores do pico do torque <sup>(20, 21)</sup>. Com esse valor é possível calcular o rácio entre os isquiotibiais e o quadrícipite <sup>(21, 22)</sup>. Este rácio é utilizado para avaliar a capacidade funcional e o equilíbrio muscular do joelho.

É descrito na literatura a existência de 2 rácios, o rácio convencional e o rácio funcional. O rácio convencional é a relação do antagonista em ação concêntrica sobre o agonista em ação concêntrica, a uma determinada velocidade angular. Por sua vez, o rácio funcional é a razão do antagonista em ação excêntrica e o agonista em ação concêntrica. Assim, o rácio convencional da extensão do joelho é calculado pela seguinte equação: força máxima realizada pelos isquiotibiais em ação concêntrica sobre a força máxima realizada pelo quadrícipite em ação concêntrica. Já a equação do rácio funcional é a força máxima realizada pelos isquiotibiais em ação excêntrica sobre a força máxima realizada pelo quadrícipite em ação concêntrica <sup>(7, 23)</sup>.

Os valores considerados normais no rácio convencional são entre 0,40 a 0,50, independentemente do tipo de contração e de velocidade. Em contraste, para o rácio funcional o valor esperado é cerca de 1,00 para a extensão rápida do joelho, indicando uma capacidade de estabilização dinâmica dos músculos isquiotibiais, durante a extensão do joelho <sup>(7, 24)</sup>.

Deste modo o objetivo deste artigo é comparar os valores de rácio funcional e convencional a 60°/s entre indivíduos saudáveis e indivíduos após cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior, após 9 e 12 meses da cirurgia. Um outro objetivo é perceber de que forma evoluem os valores dos rácios funcional e convencional a 60°/s após a cirurgia de RLCA entre o 9 e os 12 meses.

## Materiais e Métodos

### Desenho do estudo

O presente estudo apresenta características longitudinais, correlacionais e comparativas. As recolhas dos dados dos indivíduos sujeitos a RLCA foram desenvolvidas no Hospital Militar Regional nº1 do Porto, entre julho de 2014 a maio de 2016, e dos sujeitos saudáveis foram desenvolvidas na Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias, Instituto Politécnico de Castelo Branco, entre dezembro de 2015 e maio de 2016.

Antes de serem realizadas as recolhas dos dados, foi explicado aos indivíduos o procedimento das recolhas, assinado o consentimento informado e preenchida a ficha de caracterização.

Foram definidos os seguintes critérios de inclusão, para os indivíduos após RLCA (grupo experimental-GE): ter sido submetido a uma ligamentoplastia do LCA no seu membro dominante, a RLCA ser através de autoenxerto dos isquiotibiais, ser do género masculino, saber ler e escrever. E foram definidos os seguintes critérios de exclusão, para o mesmo grupo: ter ocorrido complicação durante e após a cirurgia apresentar limitações nas amplitudes articulares da anca e do joelho, presença de dor a movimentos resistidos, historial de uma lesão ou cirurgia anterior ao joelho e existência de uma patologia nos músculos de coxa ou estruturas associadas. Relativamente ao grupo de indivíduos saudáveis (grupo controlo-GC) os critérios de inclusão eram: serem estudantes do Instituto Politécnico de Castelo Branco. Foram definidos como critérios de exclusão: apresentar história de dor músculo-esquelética e desconforto e/ou lesão na articulação do joelho.

Foram selecionados 19 indivíduos no grupo experimental e 32 no grupo controlo. Deste modo, a amostra é constituída por 51 indivíduos com idades compreendidas entre 15-43 anos (grupo experimental: n=19, 5 do sexo feminino e 14 do sexo masculino com idade média de 25,53±8,884 anos, peso médio 70,84±12,96kg e altura média 1,75±0,9m; grupo controlo: n=32, 32 do sexo masculino com idade média de 21,28±2,26 anos, peso médio 77,63±10,02kg e altura média 1,78±0,06m).

O grupo experimental foi avaliado em dois momentos diferentes, 9 e 12 meses após a cirurgia.

### Métodos de recolhas de dados

As características dos indivíduos foram recolhidas por um questionário de caracterização, estando os dados apresentados na tabela 1.

Foi avaliada a força dos músculos extensores do joelho a 60°/s em ação concêntrica e flexores do joelho a 60°/s em ação concêntrica e excêntrica. Sendo o dinamómetro isocinético o método mais seguro e fiável, no que diz respeito aos valores de pico de torque, foi este o eleito para a realização da avaliação da força muscular <sup>(23)</sup>.

As recolhas foram iniciadas com uma breve explicação acerca de todo o procedimento que seria de seguida realizado. Foi solicitado a realização de um aquecimento de duração entre 5 a 10 minutos em bicicleta ergonómica, com resistência baixa, com o principal objetivo de aumentar a temperatura muscular. Enquanto os indivíduos realizavam o aquecimento, o Biodex System 3 foi ligado e foi feita a sua calibração. Concluída esta etapa, pediu-se aos indivíduos que se sentassem na cadeira e procedeu-se ao ajustamento da mesma e à estabilização do tórax, anca e coxa dos mesmos, através da utilização de diversos cintos estabilizadores que o aparelho dispõe. A estabilização é uma forma de garantir que não existem movimentos compensatórios durante a avaliação. Após a estabilização, a articulação do joelho foi alinhada com o eixo de rotação do dinamómetro isocinético.

O teste foi realizado num arco de movimento entre os 0° de extensão e os 90° de flexão da perna, ou vice-versa, dependendo do tipo de contração testada. Antes de iniciar a avaliação propriamente dita foi realizado um teste de adaptação de forma a aumentar a familiarização com o método de avaliação, o que garante uma melhor reprodutibilidade dos dados.

A avaliação foi composta por três séries de cinco repetições de contração concêntrica dos isquiotibiais e do quadrícipite a uma velocidade de 60°/s, o que resulta na avaliação do pico do torque, e consequentemente o cálculo do rácio funcional (RF), que é dado pela seguinte equação:

$$\text{rácio funcional} = \frac{\text{Isquiotibiais (Excêntrico)}}{\text{Quadrícipite (concentrico)}}$$

Por sua vez, de forma a obter valores para o rácio convencional, que é calculada segundo a seguinte equação:

$$\text{rácio convencional} = \frac{\text{Isquiotibiais (concentrico)}}{\text{Quadrícipite (concentrico)}}$$

foram realizadas cinco séries de cinco repetições com contração excêntrica dos isquiotibiais a uma velocidade da 60°/s.

Em T<sub>0</sub> foram avaliadas a força dos isquiotibiais em ação excêntrica e concêntrica e do quadrícipite em ação concêntrica a uma velocidade de 60°/s, em ambos os grupos. Em T<sub>1</sub>, foram avaliadas as mesmas variáveis que em T<sub>0</sub>, mas apenas no grupo experimental.

### Análise estatística

Os dados recolhidos foram analisados através do software Statistical Package for the Social Sciences version 20.0 for Windows (SPSS Inc.). Foi utilizada uma estatística descritiva e diferencial não paramétrica dado que nem todos os dados seguem uma distribuição normal, verificado pelo teste de Shapiro-Will. As diferenças entre o grupo experimental e o grupo controlo, nos dois tempos de avaliação (T<sub>0</sub> e T<sub>1</sub>), foram avaliadas por testes não paramétricos para amostras independentes, calculados através do teste de Mann-Whitney e a diferença entre o momento T<sub>0</sub> e T<sub>1</sub> no grupo experimental foi calculado através do teste de Wilcoxon. Todos os testes foram aplicados com um grau de significância de 5%.

### Resultados

#### Amostra

A caracterização da amostra do grupo experimental e do grupo de controlo está representada na tabela 1. Não foram encontradas diferenças significativas no peso (GE: 70,84±12,96; GC:77,63±10,17; p=0,14), na altura (GE:1,75±0,09; GC:1,78±0,06; p=0,17) e na idade (GE:25,53±8,884; GC:21,28±2,26; p=0,20). Entre T<sub>0</sub> e T<sub>1</sub> não houve alterações nas características descritas na tabela 1.

	Grupo experimental (n=19)	Grupo controle (n=32)	P-value*
<b>Idade (anos)</b>	25.53 ±8.884	21.28±2.261	0.203
<b>Altura (metros)</b>	1.7484±0.08995	1.7794±0.05512	0.172
<b>Peso (quilogramas)</b>	70.8421±12.95832	77.625±10.166	0.141
<b>Gênero</b>			
<b>Masculino</b>	14 (73.7%)	32 (100%)	NA
<b>Feminino</b>	5 (26.3%)	0 (0%)	NA

Tabela 1 - Tabela de variáveis qualitativas e quantitativas descritas por média ± desvio padrão; as variáveis qualitativas descritas em frequência relativa (%); Grupo experimental sujeito a reconstrução do ligamento cruzado anterior, grupo controle indivíduos saudáveis. n = amostra; p-value teste não paramétrico para amostras emparelhadas, para comparar diferenças entre T0 e T1 dos diferentes grupos, calculado através do teste Wilcoxon; p-value\* calculado com o teste de Mann-Whitney, ambos com grau de significância de 0,05. NA, não aplicável.

Comparação do rácio funcional e convencional a 60°/s entre indivíduos saudáveis e indivíduos com um período de 9 e 12 meses de recuperação após RLCA

A comparação do rácio funcional e convencional a 60°/s entre os dois grupos encontra-se na tabela 2.

Em T<sub>0</sub> foram encontradas diferenças significativas entre o grupo experimental e o grupo de controle, tanto no rácio funcional a 60°/s (GE:0,67±0,17; GC:0,98±0,22; p=0,00) como no rácio convencional a 60°/s (GE:0,66±0,12; GC:0,58±0,11; p=0,022). Após 12 meses da intervenção cirúrgica, apenas existe uma diferença significativa no rácio funcional a 60°/s (GE:0,64±0,13; GC:0,98±0,22; p=0,00) entre os 2 grupos, enquanto no rácio convencional a 60°/s não existe uma diferença significativa (GE:0,62±0,10; GC:0,58±0,11; p=0,205).

Comparação do rácio funcional e convencional a 60°/s, após 9 e 12 meses da RLCA

A comparação do rácio funcional e convencional a 60°/s entre T<sub>0</sub> e T<sub>1</sub> no grupo experimental encontra-se na tabela 2.

Tendo em conta os dados obtidos, não existe uma diferença significativa no rácio funcional a 60°/s entre os valores em T<sub>0</sub> e T<sub>1</sub> (T0:0,67±0,17; T1:0,64±0,13; p=0,42), no entanto existe uma diferença significativa entre os valores do rácio convencional a 60°/s entre T0 e T1 (T0: 0,66±0,12; T1: 0,62±0,10; p=0,03).

		Grupo experimental (n=19)	Grupo controle (n=32)	P-value*
<b>Rácio Funcional a 60°/s</b>	T0	0,6677±0,16574	0,9848±0,22211	<b>0,000</b>
	T1	0,6438±0,12807	0,9848±0,22211	<b>0,000</b>
	ΔT0-T1	---	---	0,421
<b>Rácio Convencional a 60°/s</b>	T0	0,6613±0,12403	0,5759±0,11255	<b>0,022</b>
	T1	0,6199±0,10050	0,5759±0,11255	0,205
	ΔT0-T1	---	---	<b>0,030</b>

Tabela 2- Tabela de variáveis quantitativas. Grupo experimental- indivíduos com RLCA, grupo controle- indivíduos saudáveis. n = amostra; p-value teste não paramétrico para amostras emparelhadas, para comparar diferenças entre T0 e T1 dos diferentes grupos, calculado através do teste Wilcoxon; p-value\* calculado com o teste de Mann-Whitney, ambos com grau de significância de 0,05. Variáveis quantitativas descritas por média ± desvio padrão; ΔT0-T1 = variação entre T0 e T1.

## Discussão

Após a realização da cirurgia de RLCA é previsível que os valores do rácio funcional e do rácio convencional a uma velocidade 60°/s tendam a se afastar dos valores normativos, ou seja do valor conseguido por indivíduos saudáveis, sem nenhuma patologia no joelho. No entanto, é esperado que com o decorrer do tempo após a cirurgia de RLCA essa diferença seja cada vez menor.

Alguns dos resultados obtidos neste estudo vão de encontro ao que já se encontra descrito na literatura. Sendo que os valores obtidos no grupo controle se encontram dentro do esperado, isto é, espera-se que um indivíduo saudável apresente um rácio funcional a 60°/s igual a 1, e neste estudo o grupo controle apresenta 0,98±0,22<sup>(25)</sup>. Relativamente ao rácio convencional a 60°/s é previsto um valor entre 0,5 e 0,6, como o realizado pelo grupo controle 0,58±0,11<sup>(26)</sup>.

Com este estudo confirma a hipótese levantada de que o rácio funcional a 60°/s, em indivíduos que realizaram a RLCA é inferior comparado com indivíduos saudáveis, sendo essa diferença significativa (p=0,00), tanto após 9 meses da cirurgia de RLCA como após 12 meses. Observando os valores obtidos no rácio convencional a 60°/s em T<sub>0</sub>, confirma-se a hipótese de que se afasta dos valores esperados, sendo que o grupo experimental apresenta um valor de 0,66±0,12, e essa diferença entre os grupos é significativa (p=0,02). No entanto, apesar de se observar uma diferença entre os valores do rácio convencional a 60°/s em T<sub>1</sub>, essa diferença não é significativa.

Relativamente à comparação intragrupo entre  $T_0$  e  $T_1$ , apenas no rácio convencional a  $60^\circ/s$  apresenta uma diferença significativa ( $p=0,03$ ). Posto isto apenas se pode afirmar que se aumentar o tempo de recuperação para 12 meses apenas são significativos os ganhos no rácio convencional a  $60^\circ/s$ .

Apesar de algumas guidelines atuais apontarem para o retorno ao desporto após 9 meses da RLCA, este estudo e outros vêm comprovar que este retorno deve ser realizado mais tardiamente<sup>(19)</sup>. Pois passados 12 meses da RLCA, este estudo ainda encontrou diferenças significativas no rácio funcional a  $60^\circ/s$  entre estes indivíduos após RLCA e indivíduos saudáveis, o que significa que ainda não existe equilíbrio muscular.

O retorno tardio à prática desportiva também apresenta menores riscos de uma nova lesão. Os indivíduos que retomaram à prática desportiva, com um período de reabilitação inferior a 5 meses, apresentaram uma reincidência de 100% após 2 meses do retorno. Relativamente aos indivíduos que retomaram a prática desportiva com um período de recuperação inferior a 9 meses, a reincidência da lesão é de 39,5%. Por sua vez os indivíduos que voltam 9 meses após a cirurgia tiveram uma taxa de reincidência de 19,4% <sup>(19)</sup>.

Este estudo mostra que existe uma alteração significativa entre  $T_0$  e  $T_1$  no valor do rácio convencional.

### Limitações do estudo

Consideramos como principais limitações deste estudo, o número reduzido de população e a existência de poucas variáveis de caracterização, pois para haver replicação do estudo deve-se saber o máximo sobre a amostra, nomeadamente qual o membro dominante. Consideramos que também poderia ter sido interessante avaliar o membro não afetado, tendo em conta que a literatura diz que por vezes também são observados alterações e défices nesse membro. Por último, consideramos que não ser conhecido o tipo de tratamento de reabilitação que os indivíduos do grupo experimental receberam durante o período do estudo é uma limitação, pois não sabemos se todos receberam o mesmo tipo de tratamento ou não o que pode levar a valores diferentes na avaliação.

### Conclusão

Conclui-se que alguns dos valores do rácio convencional a  $60^\circ/s$  se tendem a aproximar dos valores normativos com o passar do tempo após a cirurgia. A diferença entre os valores do rácio funcional a  $60^\circ/s$  aos 9 e aos 12 meses e do rácio convencional a  $60^\circ/s$  aos 9 meses é significativa entre os indivíduos saudáveis e os indivíduos após RLCA. Apenas o rácio funcional a  $60^\circ/s$  após 12 meses de cirurgia não apresenta uma diferença significativa dos valores normativos.

No entanto, o rácio convencional a  $60^\circ/s$  apresenta uma diferença significativa entre  $T_0$  e  $T_1$ , mostrando assim que o equilíbrio muscular evolui de forma positiva e significativa durante este período de tempo.

## Referências Bibliográficas

1. Drake RL, Mitchell AWM, Vogl W. Gray's anatomia para estudantes: Elsevier Brasil; 2005.
2. Paterno MV, Hewett TE. Biomechanics of Multi-ligament Knee Injuries (MLKI) and Effects on Gait. *N Am J Sports Phys Ther.* 41-234:(4)3;2008.
3. Hirschmann MT, Müller W. Complex function of the knee joint: the current understanding of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 8-2780:(10)23;2015.
4. Domnick C, Raschke MJ, Herbolt M. Biomechanics of the anterior cruciate ligament: Physiology, rupture and reconstruction techniques. *World J Orthop.* 93-82:(2)7;2016.
5. Duncan KJ, Chopp-Hurley JN, Maly MR. A systematic review to evaluate exercise for anterior cruciate ligament injuries: does this approach reduce the incidence of knee osteoarthritis? *Open Access Rheumatol.* 16-8:1;2016.
6. van Melick N, van Cingel RE, Brooijmans F, Neeter C, van Tienen T, Hullegie W, et al. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *Br J Sports Med.* 15-1506:(24)50;2016.
7. Aagaard P, Simonsen EB, Magnusson SP, Larsson B, Dyhre-Poulsen P. A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *Am J Sports Med.* 7-231:(2)26;1998.
8. Kiapour AM, Murray MM. Basic science of anterior cruciate ligament injury and repair. *Bone Joint Res.* 31-20:(2)3;2014.
9. Sepúlveda F, Sánchez L, Amy E, Micheo W. Anterior Cruciate Ligament Injury: Return to Play, Function and Long-Term Considerations. *Curr Sports Med Rep.* 8-172:(3)16;2017.
10. Weiss K, Whatman C. Biomechanics Associated with Patellofemoral Pain and ACL Injuries in Sports. *Sports Med.* 37-1325:(9)45;2015.
11. Farshad M, Gerber C, Meyer DC, Schwab A, Blank PR, Szucs T. Reconstruction versus conservative treatment after rupture of the anterior cruciate ligament: cost effectiveness analysis. *BMC Health Serv Res.* 11:317;2011.
12. Monk AP, Davies LJ, Hopewell S, Harris K, Beard DJ, Price AJ. Surgical versus conservative interventions for treating anterior cruciate ligament injuries. *Cochrane Database Syst Rev.* 4;2016:CD011166.
13. Anderson MJ, Browning WM, Urband CE, Kluczynski MA, Bisson LJ. A Systematic Summary of Systematic Reviews on the Topic of the Anterior Cruciate Ligament. *Orthop J Sports Med.* 2325967116634074:(3)4;2016.
14. Smith HC, Vacek P, Johnson RJ, Slauterbeck JR, Hashemi J, Shultz S, et al. Risk Factors for anterior cruciate ligament injury: a review of the literature - part 1: neuromuscular and anatomic risk. *Sports Health.* 78-69:(1)4;2012.
15. Nagelli CV, Hewett TE. Should Return to Sport be Delayed Until 2 Years After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction? Biological and Functional Considerations. *Sports Med.* 32-221:(2)47;2017.
16. Wilde J, Bedi A, Altchek DW. Revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Sports Health.* 18-504:(6)6;2014.
17. Mohtadi NG, Chan DS, Dainty KN, Whelan DB. Patellar tendon versus hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament rupture in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 9(2011):CD005960.
18. Schuette HB, Kraeutler MJ, Houck DA, McCarty EC. Bone-Patellar Tendon-Bone Versus Hamstring Tendon Autografts for Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of Overlapping Meta-analyses. *Orthop J Sports Med.* 2325967117736484:(11)5;2017.
19. Grindem H, Snyder-Mackler L, Moksnes H, Engebretsen L, Risberg MA. Simple decision rules can reduce reinjury risk by %84 after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *Br J Sports Med.* 2016:bjsports2016-.
20. Rosene JM, Fogarty TD, Mahaffey BL. Isokinetic Hamstrings:Quadriceps Ratios in Intercollegiate Athletes. *J Athl Train.* 83-378:(4)36;2001.
21. Cvjetkovic DD, Bijeljic S, Palija S, Talic G, Radulovic TN, Kosanovic MG, et al. Isokinetic Testing in Evaluation Rehabilitation Outcome After ACL Reconstruction. *Med Arch.* 3-21:(1)69;2015.
22. Kim HJ, Lee JH, Ahn SE, Park MJ, Lee DH. Influence of Anterior Cruciate Ligament Tear on Thigh Muscle Strength and Hamstring-to-Quadriceps Ratio: A Meta-Analysis. *PLoS One.* 1(11);2016):e0146234.
23. Zapparoli FY, Riberto M. Isokinetic Evaluation of the Hip Flexor and Extensor Muscles: A Systematic Review. *J Sport Rehabil.* 66-556:(6)26;2017.
24. Undheim MB, Cosgrave C, King E, Strike S, Marshall B, Falvey É, et al. Isokinetic muscle strength and readiness to return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction: is there an association? A systematic review and a protocol recommendation. *Br J Sports Med.* 10-1305:(20)49;2015.
25. Hole CD, Smith GH, Hammond J, Kumar A, Saxton J, Cochrane T. Dynamic control and conventional strength ratios of the quadriceps and hamstrings in subjects with anterior cruciate ligament deficiency. *Ergonomics.* 9-1603:(10)43;2000.
26. Pellicer-Chenoll M, Serra-Añó P, Cabeza-Ruiz R, Pardo A, Aranda R, González LM. Comparison of conventional hamstring/ quadriceps ratio between genders in level-matched soccer players. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte.* -14:(1)10;2017 8.