



Faculdade de Pindamonhangaba



**Davi Tavares dos Reis Lima**  
**José Renato Wakasugi Del Monaco**

**A RELAÇÃO ENTRE O DESEQUILIBRIO MUSCULARR  
ENTRE QUADRICEPS E ISQUIOTIBIAIS E A LESÃO DE  
LCA EM ATLETAS : revisão literatura**

**Pindamonhangaba - SP**

**2014**



Faculdade de Pindamonhangaba



**Davi Tavares dos Reis Lima**  
**José Renato Wakasugi Del Monaco**

## **A RELAÇÃO ENTRE O DESEQUILIBRIO MUSCULAR ENTRE QUADRICEPS E ISQUIOTIBIAIS E A LESÃO DE LCA EM ATLETAS : revisão literatura**

Monografia apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Diploma de conclusão de curso de Fisioterapia da Faculdade de Pindamonhangaba  
Orientador: Prof. Keyleyton Sthil Ribeiro

**Pindamonhangaba – SP**

**2014**

Dedicamos este trabalho a Deus, por todas  
as oportunidades que ele nos proporciona  
na vida.

As nossas famílias, por tudo que nos ajudaram  
até hoje e o apoio oferecido

## **AGRADECIMENTO**

À Deus que sempre esteve ao nosso lado, nos iluminando durante esta caminhada.

Às nossas famílias pelo incentivo e auxílios financeiros ao longo do curso.

A Faculdade de Pindamonhangaba pelo curso oferecido.

Aos nossos queridos colegas de classe que deram força e coragem, nos apoiando em momentos de dificuldades.

A Prof. Mestre Keyleytonn Sthil Ribeiro, pela maneira com que orientou nosso trabalho.

Aos nossos professores por contribuírem com nossa formação

Seja como a água, fluente, que ao estagnar-se, torna-se  
podre, não pare! Continue bravamente, porque cada  
experiência nos ensina uma lição.

Bruce Lee

## RESUMO

O objetivo deste estudo é descrever sobre o desequilíbrio muscular e sua relação com a lesão de LCA. Trata-se de um estudo de revisão de literatura, no qual foram utilizados artigos científicos e livros em português, inglês e espanhol de revistas indexadas nos bancos de dados Pubmed, Medline, Scielo, Lilacs, publicadas de 1990 a 2014. Dentre os tratamentos da fibromialgia, emprega-se o uso das técnicas manuais, como a massagem, porém esses estudos sobre tratamentos sensoriais são ínfimos na literatura mundial. Diversos estudos sobre indivíduos com fibromialgia relataram que a “fibro-massagem” representou a parte mais eficaz do seu programa de reabilitação. A massagem tem sido extremamente eficaz na redução dos sintomas da patologia, devido ao efeito analgésico que ocorre rapidamente após a manipulação, promovendo o relaxamento, porém são necessários mais estudos sobre a utilização da massagem na fibromialgia, na tentativa de melhor esclarecer seus benefícios.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ligamento cruzado anterior, LCA, prevenção, *prevention*, ACL.

## **ABSTRACT**

The aim of this paper is to describe the use of classical massage on pain control and quality of life of the patient with fibromyalgia. This is a study of literature review, in which were used scientific articles in Portuguese and English from journals indexed in databases of Bireme, Pubmed and Comut (from Engineering College of Guaratinguetá), EGF - UNESP, Medline, Lilacs and SciELO, published between 1965-2011. Among the treatments on fibromyalgia, the manual techniques are used such as massage; however these studies about sensory treatments are negligible in the worldwide literature. Several studies of individuals with fibromyalgia reported that "fibro- massage" represented the most effective part of their rehabilitation program. Massage has been extremely effective in reducing the symptoms of the disease due to analgesic effect which occurs rapidly after manipulation, promoting relaxation, however more studies are needed on the use of massage in fibromyalgia attempting to better clarify its benefits.

**KEYWORDS:** Physiotherapy. Fibromyalgia. Massage. Complementary Therapies.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Joelho em vista anterior	13
Figura 2	Vista das bandas do LCA	14
Figura 3	Platô Tibial em vista superior	19
Figura 4	Joelho Varo	19



## LISTA DE ABREVIATURAS

LCA	Ligamento cruzado anterior
IQT	Ísquios tibiais
QUA	Quadríceps
I:Q	Ísquios tibiais : Quadríceps

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 METODOLOGIA</b> .....	<b>12</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1 Anatomia e biomecânica do LCA</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2 Lesões</b> .....	<b>15</b>
3.2.1 EPIDEMIOLOGIA .....	16
3.2.2 LESÕES DE LCA .....	16
<b>3.3 Fatores de risco para lesão de LCA</b> .....	<b>17</b>
3.3.1 FATORES DE RISCO INTRÍNSECOS .....	18
3.3.2 DESEQUILÍBRIO MUSCULAR .....	20
3.3.3 FATORES EXTRÍNSECOS.....	22
<b>3.4 Mecanismos de lesão</b> .....	<b>23</b>
<b>3.5 Equilíbrio muscular</b> .....	<b>24</b>
3.5.1 RELAÇÃO AGONISTA ANTAGONISTA.....	24
<b>3.6 Alterações pós lesão de LCA.....</b>	<b>25</b>
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	<b>26</b>
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>29</b>
<b>REFERENCIAS</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

Na prática esportiva os atletas necessitam constantemente de movimentos como paradas bruscas, chutes, tiros curtos, médios e longos, dribles, saltos, impactos entre outros. Sendo assim as musculaturas responsáveis pelos movimentos do joelho, quadríceps e isquiotibiais são os músculos mais exigidos <sup>1</sup>.

O presente trabalho irá abordar fatores de risco associados a lesão de ligamento cruzado anterior (LCA) e sua relação com o desequilíbrio muscular entre musculatura agonista quadríceps (QUA) e antagonista isquiotibiais (IQT)<sup>2</sup>.

Epidemiologicamente não existem referências científicas sobre o aumento do risco de lesão de LCA em relação ao tipo de solo em que a prática esportiva é realizada<sup>3</sup>.

O ligamento Cruzado Anterior (LCA) , é um ligamento importante do joelho que une tibia e fêmur, ajudando em sua estabilização<sup>4</sup>.

Uma lesão de ligamento cruzado anterior pode ser parcial deixando o joelho com uma instabilidade parcial ou uma lesão completa onde se tem o rompimento do LCA sendo assim necessário tratamento cirúrgico para que esse joelho possa ser recuperado<sup>5</sup>.

Um LCA lesionado gera dor intensa, edema e perda funcional, sendo assim de grande importância uma ação preventiva. Dessa forma o desequilíbrio de forças entre musculaturas agonistas e antagonistas que realizam os movimentos de flexo-extensão do joelho é um fator determinante para este tipo de lesão<sup>6</sup>.

O desequilíbrio de força muscular entre quadríceps e isquiotibiais pode ser um fator determinante para o aumento do risco de lesões do LCA<sup>7, 8</sup>.

Verificar os riscos de lesão de LCA e obter sua relação com o desequilíbrio de forças entre quadríceps e isquiotibiais.

O objetivo desse trabalho foi analisar os efeitos do desequilíbrio muscular entre quadríceps e isquiotibiais e a ocorrência de lesões no ligamento cruzado anterior em atletas.

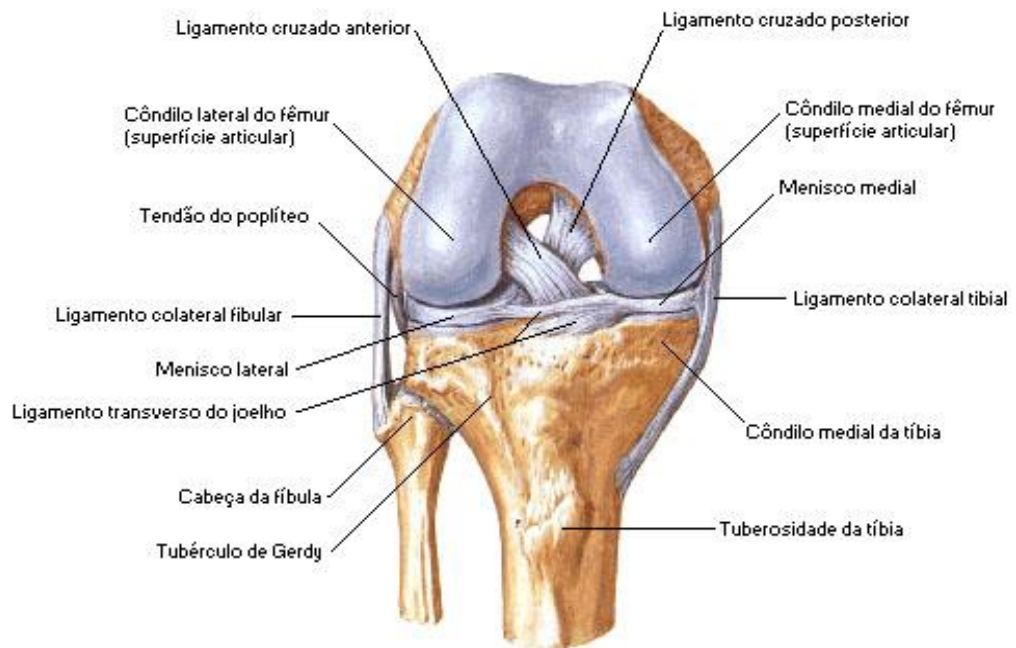
## **2. METODOLOGIA**

Tratar-se-á se de uma Revisão de Literatura, no qual serão utilizado artigos científicos e livros em português, inglês e espanhol, de revistas indexadas em bancos de dados Pubmed e base de dados, Medline, Scielo, Lilacs, publicadas de 1990 a 2014.

As palavras chaves utilizadas serão: Ligamento cruzado anterior, LCA, prevenção, prevention, ACL.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1. Anatomia e biomecânica do LCA



**Figura 1** Joelho em vista anterior

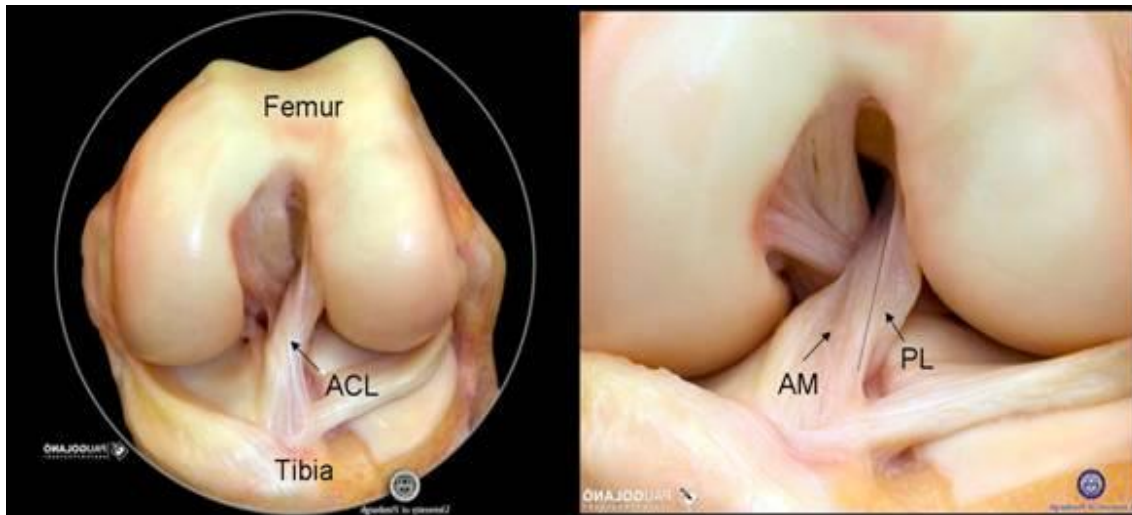
**Fonte :** NETTER, Frank H.. Atlas de Anatomia Humana. 2ed. Porto Alegre: Artmed, 2000

O joelho é um complexo articular que permite o movimento de segmentos corporais assim como qualquer outra articulação. Seu complexo articular é composto por duas articulações, a patelofemural, entre patela e fêmur e a tíbio femural entre tíbia e fêmur, onde das duas a tibiafemural sofre a maioria das lesões<sup>9</sup>.

A composição de um ligamento é de dois terços formado por colágeno (75%), elastina (4,5%), glicosaminoglicanas (0,5%) e o restante (20%) de outras substâncias. Sem a presença de um LCA intacto, o menisco medial assume a função e começa a agir como uma barreira impedindo a anteriorização da tíbia em relação ao fêmur, dessa

forma os meniscos começam a sofrerem cargas repetidas até chegar ao ponto de cederem<sup>10</sup>.

Segundo estudos o LCA está posicionado no joelho com sua inserção começando de 10 a 14mm atrás da borda anterior da tíbia e o diâmetro do ligamento no plano sagital varia de 15 a 19mm. Os ligamentos tem estrutura semelhante entre si, variando sua celularidade e vascularização, que dependem do tamanho, função e atividade metabólica<sup>11</sup>.



**Figura 2** Vista das bandas do LCA

**Fonte :** Freddie, 2011

Durante uma contração do quadríceps o LCA é tensionado, assim como ocorre aos movimentos de rotação interna e externa da tíbia em relação ao fêmur e na hiperextensão do joelho. No movimento anterior da tíbia em relação ao fêmur que ocorre durante a extensão do joelho devido a contração do quadríceps, o LCA apresenta um comportamento ativo se alongando e se retraindo. Ele também age com a função de dissipador de forças rotacionais a que é submetido o joelho. Surge ai então a necessidade de possuir elasticidade concedida por elementos fibrosos que possuem elastina para permitir que o LCA desempenhe suas funções com eficiência<sup>12</sup>.

### 3.2 Lesões

Jogadores de futebol, em especial os de futebol de campo, durante a prática esportiva assumem uma posição de semiflexão de quadril e joelhos durante a condução da bola e passe, dessa forma essa semiflexão pode-se firmar tornando a cadeia muscular posterior suscetível a encurtamento. Com essa flexibilidade limitada em conjunto com o desequilíbrio muscular os atletas tendem a estar mais expostos a estiramentos musculares, contusões e rupturas ligamentares<sup>13</sup>.

As lesões que afetam a articulação do joelho podem ser decorrentes dos métodos de treinamento, devido a alterações estruturais causadas pela sobrecarga de certas partes do corpo ou ainda devido a fraqueza muscular podendo assim lesionar tendões e ligamentos<sup>14</sup>.

É muito comum indivíduos apresentarem instabilidade funcional após a ocorrência de lesões no joelho, porém, também existem casos onde indivíduos conseguem retornar as atividades funcionais sem apresentarem instabilidade articular, ou seja, se apresentam da mesma maneira a pré lesão<sup>15</sup>.

Em casos de atletas ou indivíduos que realizam esporte de maneira recreacional e que sofrem uma lesão no ligamento cruzado anterior, que apresentam como característica a presença da instabilidade articular, esta pode gerar com o tempo degeneração na região. Podemos citar também alterações no equilíbrio postural, na cinestesia articular e na força muscular, gerando assim uma limitação funcional em atividades diárias<sup>16</sup>.

A lesão por ruptura do ligamento cruzado anterior é uma das lesões mais comuns em todas as práticas esportivas, podendo ou não estar ligada a outras lesões, dentre elas, as podemos citar como as mais freqüentes as lesões meniscais e lesões condrais. Esses tipos de lesões podem ter inicio traumático ou crônico devido a uma instabilidade originada por uma lesão de ligamento cruzado anterior<sup>17</sup>.

Dessa forma lesões associadas a uma pós lesão de ligamento cruzado anterior levam a uma degeneração na cartilagem articular que evolui de maneira progressiva, apresentando dor, edema e perda da função no membro acometido<sup>18</sup>.

É comum a ocorrência de entorses repetidos decorrentes da instabilidade do joelho após a lesão completa do ligamento cruzado anterior e frequentemente essa instabilidade acaba evoluindo para lesões meniscais e condrais. Devido aos freqüentes episódios de entorses muitos indivíduos acabam ficando descontentes com o desempenho de seus joelhos e optam por um tratamento cirúrgico para reestabelecer sua estabilidade articular<sup>19</sup>.

### 3.2.1 EPIDEMIOLOGIA

Segundo estudos a incidência de lesões de LCA tem o valor aproximado de 80.000 lesões por ano no Brasil<sup>20</sup>.

Nos Estados Unidos a incidência anual é de aproximadamente 0,35 lesão em LCA por 1000 habitantes no total geral da população, dando um resultado total de cerca de 75.000 casos de lesões por ano<sup>21</sup>.

Estima-se que cerca de 70% de todas as lesões ocorram durante algum tipo de atividade esportiva, sendo mais comum na prática do futebol, onde seu maior alvo das lesões são atletas na faixa etária de 16 e 45 anos de idade<sup>22</sup>.

Apesar de ainda não se ter estudos comprovando os motivos, verificou-se que atletas do sexo feminino possuem maior incidência de lesão do LCA do que atletas do sexo masculino<sup>23</sup>.

### 3.2.2 LESÕES DE LCA

Por volta do século IX surgiram os primeiros relatos de lesão do ligamento cruzado anterior do joelho. O ligamento cruzado anterior é um ligamento responsável pela restrição da translação anterior da tíbia em relação ao fêmur, segundo a literatura 85% desta restrição é feita pelo LCA<sup>24</sup>.

Traumas na articulação do joelho que acabam levando a lesões no ligamento cruzado anterior (LCA) são freqüentes em atividades esportivas<sup>25</sup>.



Em um estudo foram comparados esportes de contato como o futebol e esporte sem contato como o esqui para verificar qual possui maior incidência, foi verificado então que a incidência em esportes de contato seria de 42/1000 habitantes, já entre os praticantes de esqui essa incidência foi de 1,2/1000. Com isso podemos confirmar que esportes de contato possuem maior incidência de lesões de LCA do que os esportes que não possuem contato<sup>26</sup>.

A lesão de LCA é a lesão mais comum na articulação do joelho, considerando-se o meio esportivo ou não. Esportes de contato como futebol e que necessitam de mais esforço dos atletas, os predispõe a maior risco de lesões ligamentares e com isso seu afastamento das práticas esportivas<sup>27</sup>.

Em um estudo feito na Noruega com um grupo de estudo de 176 participantes, homens e mulheres jogadores de futebol. Os atletas responderam a um questionário, que continham perguntas para rastrear quantos atletas já tinham sofrido algum tipo de lesão, como ela ocorreu, e para descobrir se após a lesão o atleta se sentia seguro para voltar a prática esportiva. Esse grupo apresentou cerca de 75% (133 lesões) das lesões ocorridas no futebol masculino, e devido a gravidade da lesão cerca de 1/3 dos lesionados desistiu do futebol por medo de uma nova lesão<sup>28</sup>.

Dentre as lesões ligamentares no joelho, a ocorrida no menisco medial, ligamento colateral medial, ligamento cruzado anterior, chamada de tríade de O'Donoghue é considerada a mais grave por deixar a articulação instável, essa lesão no meio esportivo é mais comum de ocorrer ao atleta realizar um movimento de rotação do fêmur em relação a tíbia, essa rotação no joelho faz com que os ligamentos cheguem ao máximo de seu comprimento e sua tensão, não suportando a tensão os ligamentos se rompem<sup>29</sup>.

### **3.3 Fatores de risco para lesão de LCA**

A alta incidência de lesões evidenciados em futebolistas merece grande preocupação por parte de todos os profissionais ligados à modalidade, no sentido de se reduzir o número de lesões bem como minimizar as suas conseqüências<sup>30</sup>.

Os fatores de risco para lesão de LCA podem ser divididos em fatores, intrínsecos e extrínsecos e traumas diretos. Os traumas diretos no meio esportivo seriam relacionados ao choque entre atletas, o que é muito comum por ser um esporte de contato<sup>31</sup>.

Os fatores intrínsecos são características pessoais que diferenciam os indivíduos. Verifica-se que para os atletas sua lesão tem causa externa e não causas intrínsecas<sup>32</sup>.

Os fatores extrínsecos dizem respeito às condições ambientais e ao modo como as atividades são desenvolvidas<sup>33</sup>.

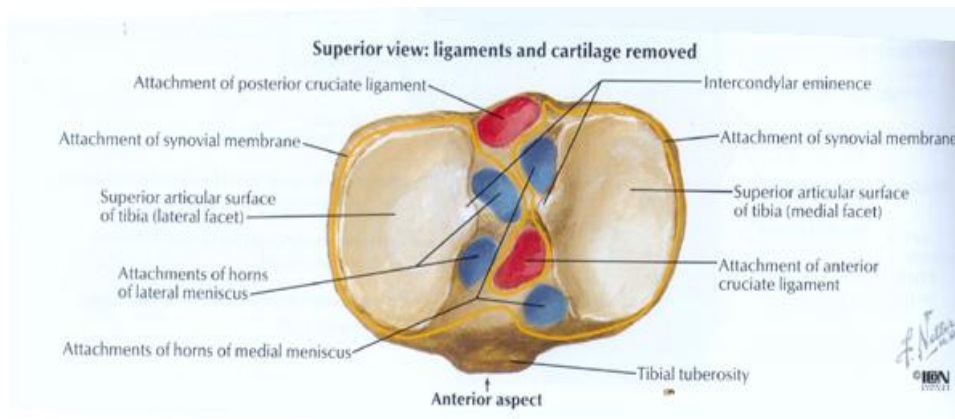
Em um estudo com jogadores de futebol do campeonato italiano foi verificado que indivíduos com mais idade tem maior número de lesões de LCA. Este fato pode ser explicado pelo maior número de participação em jogos, com isso estando mais expostos a lesões<sup>34</sup>.

### 3.3.1 FATORES INTRÍNSECOS

Os fatores internos são características físicas e psicológicas que distinguem os indivíduos dos seus pares. Podemos citar como fatores intrínsecos o desequilíbrio muscular, frouxidão ligamentar, inclinação tibial anterior e geno varo<sup>28</sup>.

A lesão isolada do LCA tem sua maior frequência em jovens com idade variando entre 20 e 30 anos, sendo que em 20% dos casos ocorre bilateralmente<sup>35</sup>.

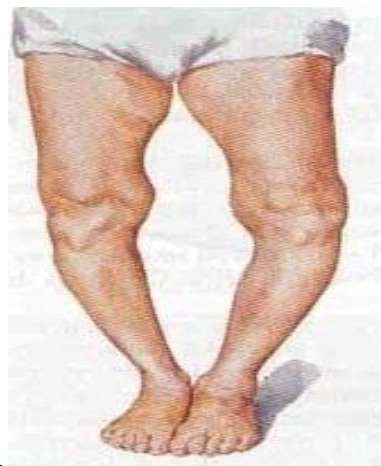
O platô tibial com inclinação posterior aumentada, torna-se mais suscetível a incidência de instabilidade anterior do joelho. Esse aumento facilita o deslizamento posterior do fêmur no momento em que o membro inferior está apoiado, ocasionando a anteriorização da tíbia, dessa forma tensionando o LCA<sup>36</sup>.



**Figura 3** Platô Tibial em vista superior

**Fonte :** NETTER, Frank H.. Atlas de Anatomia Humana. 2ed. Porto Alegre: Artmed, 2000

O genu varo pode ser classificado em três maneiras : varo primário, duplo varo e triplo varo. O duplo varo em relação ao primário possui um aumento da fenda lateral devido o afrouxamento das estruturas laterais. O triplo varo além das alterações anteriores apresenta a hiperextensão de joelho por afrouxamento das estruturas postero laterais<sup>37</sup>.



**Figura 4** Joelho Varo

**Fonte :** NETTER, Frank H.. Atlas de Anatomia Humana. 2ed. Porto Alegre: Artmed, 2000

A instabilidade articular no individuo é proporcional ao grau de frouxidão que o mesmo apresenta, podendo ser observado aumento da incidência de entorses por aumentando sua incapacidade estabilizadora e aumentando a incidência de lesões repetição. Com a frouxidão os estabilizadores do joelho são mais recrutados, com isso<sup>38</sup>.

Foi verificado que mulheres atletas tem maior risco de lesões do que os homens, cerca de duas vezes mais, sendo as mais comuns as lesões sem contato direto<sup>39</sup>.

Levando em consideração estruturas anatômicas o ângulo Q pode ser um dos fatores para maior incidência de lesões no joelho nas mulheres devido a alteração postural podendo assim deixar mais suscetível a lesões de LCA<sup>40</sup>. Para mulheres é considerado o ângulo Q com valores normais variando de 15 a 18 graus<sup>41</sup>.

Em um estudo em jogadores da liga francesa foi verificado que os atletas da elite apresentavam maior nível de força dos músculos flexores de joelho do que os amadores, principalmente durante o torque excêntrico<sup>28</sup>.

Já outro estudo com jogadores suecas foi verificado que todos os atletas que sofreram lesão de LCA apresentavam valores de força inferiores do que os considerados normais na relação I:Q<sup>42</sup>.

Em uma comparação entre atletas que jogam futebol com indivíduos não atletas, os atletas possuem força superior nos grupos musculares flexoextensores do joelho, porém gestos esportivos como correr, saltar e chutar favorecem os músculos extensores do joelho tornando assim os mais vulneráveis. Durante uma extensão do joelho os músculos posteriores tem papel de estabilizadores da articulação, dessa forma uma fraqueza muscular nesse grupo pode causar problemas como aumento da instabilidade articular por exemplo<sup>33</sup>.

### 3.3.2 DESEQUILÍBRIO MUSCULAR

O desequilíbrio muscular pode ser definido como uma desordem do sistema músculo-esquelético devido a uma diferença de torque entre os grupos musculares, podendo resultar em alterações posturais, onde os músculos se reorganizam adotando uma nova postura em cadeias de compensação, procurando uma resposta adaptativa a esta desarmonia<sup>43</sup>.

As demandas funcionais impostas ao músculo podem gerar desequilíbrio muscular entre agonistas e antagonistas em torno de uma articulação<sup>44</sup>.

A razão de torque entre isquiotibiais e quadríceps (I:Q) pode identificar desequilíbrios musculares, esse desequilíbrio pode causar à instabilidade articular do

joelho, e esse desequilíbrio identificado pode auxiliar na prevenção e tratamento das lesões ocasionadas por esses desequilíbrios<sup>45</sup>.

Esses desequilíbrios musculares freqüentemente alteram a sobrecarga mecânica que incide sobre os tecidos e estruturas peri-articulares, o que pode ser um dos mecanismos geradores de lesão e degeneração nas articulações envolvidas<sup>46</sup>.

Ao entrarmos no meio esportivo e analisarmos o movimento como um todo nota-se que naturalmente existe uma diferença de forças entre as musculaturas agonistas e antagonistas de todas as articulações do corpo, pegando como exemplo o membro inferior temos os flexores e extensores do joelho, onde os extensores (quadríceps) são mais fortes que os flexores (IQT)<sup>47</sup>.

Nos esportes de maneira geral, a demanda gerada na articulação do joelho na prática esportiva pode gerar desequilíbrio muscular entre os torques flexo-extensores da articulação, que agem estática e dinamicamente nessa articulação<sup>48</sup>.

Em outro estudo foi comprovado também que um treino de hipertrofia onde são trabalhadas musculaturas isoladas e não o grupo muscular que movimenta a articulação como um todo pode gerar desequilíbrio muscular, um exemplo disso são atletas de levantamentos de peso que realizam treino de hipertrofia de músculos isolados e muitos apresentam alterações posturais devido a desequilíbrios musculares causados pelo treino<sup>49</sup>.

Muito se fala da importância do equilíbrio muscular na prática esportiva, principalmente em musculatura agonista/antagonista, no caso da articulação do joelho, a musculatura que realiza o movimento de flexão e extensão isquiotibiais/quadríceps, e em um estudo foi verificado que muitas das vezes valores alterados estão ligados a seqüelas de lesões esportivas anteriores, por isso da importância de se manter um bom equilíbrio muscular<sup>50</sup>.

A coativação da musculatura quadríceps e isquiotibiais no dinamômetro isocinetico durante a corrida evidencia que os isquiotibiais durante sua contração excêntrica são mais ativos do que o quadríceps durante a extensão do joelho, porém, o quadríceps não é efetivo tão quanto os isquiotibiais durante a flexão<sup>51</sup>.

Se após uma análise for constatado que o atleta apresenta desequilíbrio muscular na articulação do joelho, deve se realizar um programa de treinamento pessoal com ênfase de reestabelecer o equilíbrio muscular, mantendo a relação já estabelecida pelas

literaturas anteriormente citadas. Uma vez que ao não manter uma relação de forças adequadas o atleta está mais suscetível a lesões, uma vez que muitos atletas tem sua capacidade motora íntegra, porém sua musculatura não possui a relação do torque devido, podendo assim prejudicar seu desempenho<sup>52</sup>.

Como já citado anteriormente, valores alterados na relação de torque entre musculatura agonista e antagonista (quadríceps/isquiotibiais) são classificados como desequilíbrio muscular, e uma articulação em desequilíbrio muscular está predisposta a lesões ligamentares, sendo a mais comum no joelho a lesão de LCA<sup>53</sup>.

### 3.3.3 FATORES EXTRÍNSECOS

Já os fatores de risco extrínsecos seriam calçados e segundo alguns artigos o tipo de solo em que a prática esportiva é realizada também pode ser considerado como um fator de risco extrínseco<sup>28</sup>.

Pode se relacionar o número de lesões com o número de participações em jogos oficiais disputados. Conforme o nível da competição aumenta, aumenta também o risco de lesão, sendo a taxa de lesão durante uma competição muito maior do que em períodos de treino. Durante o campeonato Italiano 2002/2003 cerca de 10% dos atletas já haviam realizado uma cirurgia de reconstrução de LCA, indo de encontro com a idéia de que durante a competição o risco de lesões é superior do que durante treinos e jogos não oficiais<sup>33</sup>.

O mecanismo mais comum de lesão de LCA no futebol é o movimento de rotação, dificultados pela fixação das travas da chuteira no gramado. Sendo assim o comprimento das travas podem ser um fator de risco uma vez que uma trava que não permita o deslize da chuteira e sim que fixe a chuteira ao solo pode aumentar o risco de lesão do joelho<sup>28</sup>.

Foi evidenciado que chuteiras com trava dificultam a adaptação do atleta pois causam maior instabilidade lateral do tornozelo o tornando mais suscetível a entorses de tornozelo e joelho<sup>54</sup>.

Em 2006, um estudo avaliou a influência do gramado nas lesões, foram analisadas as praticas em grama natural e grama sintética, porém nesse caso lesões de LCA não apresentaram diferença independente dos tipos de gramados onde a prática

esportiva foi realizada. A única diferença entre os dois solos foi a incidência de lesões de entorse de tornozelo. Com esse estudo então podemos concluir que o solo não pode ser considerado um fator extrínseco para lesão de LCA<sup>55</sup>.

O objetivo desse trabalho foi analisar os efeitos do desequilíbrio muscular entre quadríceps e isquiotibiais e a ocorrência de lesões no LCA em atletas

### 3.4 Mecanismos de lesão

Lesões de LCA normalmente ocorrem em homens atletas, tendo como causa mais freqüente a hiperextensão do joelho com uma força de rotação lateral da tibia com o pé fixado ao solo<sup>56</sup>.

O LCA pode sofrer lesões multifatoriais, incluindo: rotações externas, abdução com forças anteriores na tibia, rotação interna do fêmur sobre a tibia e a hiperextensão de joelho. Podemos classificar os mecanismos como diretos ou indiretos, normalmente nos diretos o joelho estando a 90° o fêmur é posteriorizado sendo que a tibia permanece imóvel, já as indiretas devido a nenhum contato físico em decorrência de gestos esportivos como salto, chute, drible, corrida<sup>57</sup>.

Em geral entorses de joelho que ocasionam lesões ocorrem devido a uma tensão nos ligamentos suficiente para superar seu limite elástico, entrando e ultrapassando seu limite plástico e gerando deformação<sup>58</sup>.

O mecanismo de torção, ou seja, o corpo em rotação externa em relação ao membro inferior apoiado. Outro mecanismo, porém incomum é o mecanismo de chute sem apoio, o que causa uma hiperextensão do membro<sup>59</sup>.

Um torque de força muito maior em quadríceps pode gerar alterações durante o movimento de desaceleração do movimento, com isso gerando contrações bruscas causando uma hiperextensão de joelho<sup>60</sup>.

Outro estudo evidencia que o mecanismo de lesão mais comum é a torção do joelho com o pé fixo, dessa forma a tibia se move em relação a fêmur<sup>61</sup>.

Lesões devido a rotação interna do fêmur podem gerar uma lesão isolada no LCA porém evidências confirmam que a lesão rotacional externa forçada é a mais comum<sup>62</sup>.

### 3.5 Equilíbrio muscular

#### 3.5.1 RELAÇÃO AGONISTA ANTAGONISTA

O equilíbrio muscular é fundamental para o desempenho correto do movimento e para diminuir o risco de uma possível lesão. Existe uma relação entre musculaturas agonistas e antagonistas, que é baseada no torque de forças, neste caso no joelho a relação ocorre entre os músculos quadríceps e isquiotibiais<sup>63</sup>.

Sabe-se que existe um equilíbrio muscular entre os grupos musculares envolvidos com os movimentos da coxa, além de necessário para o movimento normal, suave e coordenado, reduz a probabilidade de lesão causada por desequilíbrio muscular. Para avaliação do equilíbrio muscular é usado a dinamometria isocinética que é atualmente o método mais preciso para avaliação muscular, oferecendo informações sobre a dinâmica e desempenho dos músculos testados. As mensurações são feitas pelo dinamômetro ligado a um computador o que permite mensurar arcos de movimento em uma velocidade angular constante pré-determinada<sup>64</sup>.

Segundo Brito essa relação quadríceps/isquiotibiais, avaliada isocineticamente deve ter um valor entre 55 a 60% (0,55 – 0,6), onde prevalece a força do quadríceps, e valores alterados são fatores de risco para lesões mais graves de LCA<sup>65</sup>. Outro estudo com método científico semelhante, com a utilização de um dinamômetro isocinético, porém foram estabelecidos como normais valores entre 60 e 76% (0,6-0,76), também mantendo na relação o quadríceps como musculatura com maior torque do que seu antagonista os isquiotibiais<sup>66</sup>. Também é considerado normal a relação I:Q com valores variando entre 50% e 80%<sup>67</sup>. Já Arnheim acredita que a diferença entre os torques das musculaturas agonistas e antagonistas não podem variar mais do que 30 a 40%<sup>68</sup>. Para Safran apenas variações no equilíbrio muscular entre quadríceps e isquiotibiais acima de 60% que possuem grandes chances de uma lesão muscular<sup>69</sup>. Grace afirma que uma relação flexora/extensora que não sofreu com lesão pode ter uma variação considerada normal dentro de um intervalo entre 55% e 77%<sup>70</sup>. Já outro estudo afirma que em membros não lesionados e dominantes essa relação pode aumentar sua variação para 67% a 82%<sup>71</sup>. Em seus estudos Croce afirma que é esperado uma relação I:Q para adultos na margem de 60% a 76%<sup>72</sup>.



O treinamento intenso e com movimentos repetitivos realizado pelos atletas gera aumento da massa muscular e conseqüentemente diminui a flexibilidade dos músculos podendo gerar alterações posturais e desequilíbrio muscular, alterando assim a relação agonista e antagonista<sup>73</sup>.

### **3.6 Alterações pós lesão de LCA**

Com a instabilidade na articulação do joelho devida a ruptura do LCA acontece a translação anterior da tíbia gerando limitações nas atividades esportivas e de vida diária desses indivíduos, principalmente atividades que utilizam os últimos graus de amplitude de movimento da articulação<sup>74</sup>.

Um estudo realizado com indígenas determinou que só estão propensos a evoluir para uma instabilidade articular anterior do joelho devido ao posicionamento em varismo<sup>75</sup>.

Já outras literaturas citam as alterações de força muscular causadas por uma lesão de LCA, onde os indivíduos tem perda da força e redução do padrão de atividade voluntária muscular, sendo mais evidente alterações no músculo quadríceps<sup>76</sup>.

Embora muitos estudos comprovem que o joelho tem sua função prejudicada após a deficiência de um LCA, citam que a função do joelho não é comprometida<sup>77</sup>.

As lesões e rupturas traumáticas e não traumáticas do ligamento cruzado anterior são sérias por provocarem sintomas incapacitantes para o paciente e acarretar lesões degenerativas na cartilagem articular podendo em pacientes portadores de artrose ter uma aceleração de seu processo degenerativo<sup>78</sup>.

Em outro estudo sobre o pico de torque excêntrico e concêntrico mostrou que com a deficiência do LCA o pico de torque tem um decréscimo de 38% no pico excêntrico e de 16% no pico concêntrico<sup>79</sup>.

#### 4. DISCUSSÃO

Como já citado antes a incidência de lesão de LCA no Brasil tem valor aproximado de 80.000 lesões ao ano<sup>20</sup>. Entre os 16 e 45 anos é a faixa etária onde se ocorrem mais lesões, sendo que 70% delas ocorrem durante o esporte<sup>21</sup>.

O equilíbrio muscular é um pré requisito fundamental para a integridade articular, prevenindo assim lesões ligamentares passíveis de lesões não traumáticas. Este conceito refere-se a manutenção de um equilíbrio entre grupos musculares agonistas e antagonistas, no caso do complexo articular do joelho nos referimos ao quadríceps e aos isquiotibiais, tendo assim extrema importância para o desempenho correto do movimento. Para a mensuração desse equilíbrio muscular é utilizado um dinamômetro isocinetico, onde se pode avaliar a relação de torque entre agonistas e antagonistas. O dinamômetro isocinetico oferece as informações mais precisas sobre a dinâmica e desempenho dos músculos testados. O dinamômetro é conectado a um computador onde é possível mensurar arcos de movimento em uma velocidade angular constante pré determinada, dessa forma é possível verificar se a relação avaliada está dentro dos padrões pré estabelecidos como normais, permitindo assim um gesto esportivo adequado diminuindo a probabilidade de lesões<sup>62,63</sup>.

O desequilíbrio muscular é uma desordem no sistema músculo esquelético ocasionada por uma diferença de torque entre os grupos agonistas e antagonistas, porém como medida adaptativa o corpo desenvolve medidas compensatórias como uma tentativa de realçar o equilíbrio muscular, contudo essa adaptação corrobora para o desequilíbrio. No complexo articular do joelho a relação de torque isquiotibiais e quadríceps podem evidenciar o desequilíbrio muscular dessa forma esse desequilíbrio pode gerar fatores de risco intrínsecos para lesão<sup>43,45</sup>.

Naturalmente em atletas é perceptível um desequilíbrio muscular agonista antagonista em todas as articulações do corpo devido a prática esportiva e sua dominância<sup>47</sup>.

Os isquiotibiais apresentando diminuição variando entre 50% e 60% em relação a seu antagonista quadríceps está predisposto a lesão, contudo o desequilíbrio entre os torques musculares de isquiotibiais e quadríceps não pode ser superior a 10%, assim evitando lesões<sup>80</sup>.

Durante a prática esportiva a exigência sobre a musculatura que atua na articulação do joelho pode gerar desequilíbrio muscular em seus planos de movimento, por exemplo a ação repetitiva do mesmo movimento desenvolve a musculatura responsável por esse movimento, como ocorre no quadríceps durante o salto, no salto o quadríceps tem função de estender o joelho para a realização do movimento, dessa forma favorecendo o desequilíbrio muscular. Também se existe comprovação de que um treino de hipertrofia convencional gera desequilíbrio muscular por trabalhar os músculos de maneira isolada e não em grupos. Dessa forma se for detectado o desequilíbrio muscular é necessário um programa personalizado de treino afim de se alcançar o reequilíbrio muscular para assim evitar lesões<sup>48,49,52,81</sup>.

Existe evidencia de que durante o movimento de corrida a contração excêntrica dos músculos flexores de joelho tem maior efetividade do que os extensores. É também sabido a musculatura flexora de joelho sofre uma diminuição de força antagonista quando o ligamento cruzado anterior se apresenta lesionado se comparado ao membro sadio<sup>51</sup>.

As lesões que acometem a articulação do joelho estão relacionadas as alterações estruturais causadas pela sobrecarga, encurtamentos, desequilíbrios musculares e fraquezas musculares, essas alterações em conjunto tendem a aumentar os riscos de lesões nos tendões e ligamentos<sup>13,14</sup>. As alterações no equilíbrio postural, na cinestesia articular e na força muscular, ocasiona uma limitação funcional em atividades diárias principalmente após a lesão do joelho, porém a relatos que o indivíduo retorna as suas funções sem apresentarem disfunções<sup>13,14, 15,16</sup>.

Uma lesão de joelho não tratada corretamente leva a uma instabilidade articular que pode gerar uma degeneração na cartilagem articular e progressivamente apresentar dor, edema e perda de função do membro. A ocorrência de entorses repetidos decorrentes da instabilidade do joelho após a lesão completa do ligamento cruzado anterior é comum podendo evoluir para lesões meniscais e condrais. Esses tipos de lesões podem ter início traumático ou crônico devido a uma instabilidade originada por uma lesão de ligamento cruzado anterior<sup>17 18,19</sup>.

O ligamento cruzado anterior é um ligamento responsável pela restrição da translação anterior da tíbia em relação ao fêmur, segundo a literatura 85% desta restrição é feita pelo LCA. A lesão de LCA é a lesão mais comum na articulação do joelho, no meio esportivo ou recreacional, esporte com maior intensidade, contato e

exigência física tem índices de mais lesões e lesões mais graves. Entre as lesões ligamentares do joelho, a ocorrida no menisco medial, ligamento colateral medial, ligamento cruzado anterior, chamada de tríade de O'Donoghue é considerada a mais grave por deixar a articulação instável, ela ocorre devido a uma rotação do fêmur em relação a tibia, estirando ou rompendo os ligamentos que são tensionados<sup>24, 27, 29</sup>.

Um estudo composto por 31 indivíduos sendo 19 mulheres e 12 homens com média etária de  $26,5 \pm 5,8$  anos, mensurou o desequilíbrio muscular entre quadríceps e isquiotibiais utilizando esfigmomanômetro modificado para avaliar o desequilíbrio a partir de uma contração isométrica a partir do método "Make Test" nos ângulos de 30/90 graus. Em 78% dos homens e 76% das mulheres houve predomínio de força muscular extensora, em 21,9% dos homens e 23,7% das mulheres possuíam predomínio flexor<sup>82</sup>.

Outro estudo usando dinamômetro isocinético onde o indivíduo realiza um esforço muscular máximo que tem sua força modificada durante o arco de movimento devido o braço de alavanca que altera durante a amplitude de movimento. Obteve assim o valor de relação I:Q de predomínio extensor em 60%<sup>16</sup>.

Outro método utilizando 80 adultos, sendo 40 homens e 40 mulheres com idade entre 18 e 30 anos, avaliou a partir do teste de 1-RM. Para esse cálculo o avaliador utiliza a massa da perna que estima ser 6,1% da massa corporal e multiplica pelo valor da gravidade  $9,8m/s^2$  obtendo dessa forma a carga de exercício. Para mensuração do torque o valor encontrado para treino foi multiplicado pelo comprimento da tibia. Como resultado obteve-se relação de 52% para homens e 43% para mulheres<sup>83</sup>.

Em outra utilização do dinamômetro isocinético realizado com portadores de síndrome de down avaliou o pico de torque com 60° e 90°. Foi encontrado valor de 60% a 76% na relação agonista antagonista sobressaindo o quadríceps<sup>72</sup>.

Com o uso do dinamômetro Biodex Pro ® foram analisados homens e mulheres em 4 modalidades diferentes (softball, basquetebol, vôleibol e futebol) com população de estudo de 81 pessoas sendo 26 homens e 55 mulheres com idade entre 18 a 20 anos. Foi encontrado valores na relação I:Q de 50% a 80%<sup>84</sup>.

Segundo a literatura a relação agonista antagonista é considerado normal com valores entre 55 e 60%, porém, valores variando entre 55% a 77% também são considerados valores ideais.

## **5. CONCLUSÃO**

Foi verificado a importância do equilíbrio muscular para prevenção e diminuição do risco de lesão de LCA. Concluímos então que o valor ideal para relação agonista antagonista seria com variação entre 55% e 60%, pois valores acima ou abaixo dessa relação predispõe a maior probabilidade de lesão ligamentar.

## REFERÊNCIAS

1. Ferreira et al. Avaliação do desempenho isocinetico da musculatura extensora e flexora do joelho de atletas de futsal em membro dominante e não dominante. Rev. Bras. Cienc. Esporte, Campinas, v. 32, n. 1, p. 229-243, setembro 2010
2. Ekstrand et al. Risk of injury in elite football played on artificial turf versus natural grass: a prospective two-cohort study. Br J Sports Med. 2006 Dec;40(12):975-80. Epub 2006 Sep 21.
3. Butler et al. Ligamentous restraints to anterior–posterior drawer in the human knee. A biomechanical study. J Bone and Joint Surgery 1980; 62 A:259-270
4. Hartigan et al. Perturbation Training prior to ACL Reconstruction Improves Gait Asymmetries in Non-Copers J Orthop Res. 2009 June ; 27(6): 724–729. doi:10.1002/jor.20754.
5. Seedhom. Loadbearing function of the menisci. Physiotherapy. 1976; 62:223.
6. Buckwalter et al. Elastic fibers in human intervertebral discs. J. Bone Joint Surg. [Am] 58:73-76.1976
7. Moore. Traumatic Knee Injuries. Clinical Practice of Sports Injury -Prevention and Care. P.A.F.H. (eds) Renstrom. 9: 125-143.HOWE, T. (1996). Functional Anatomy. Science and Soccer. Reilly, T. (ed). E & FN Spon. 2:11-23.
8. Marzo. Overuse Knee Injuries. Clinical Practice of Sports Injury - Prevention and Care. P.A.F.H. (eds) Renstrom. 10: 144-163.Ahmed AM, Burke DL. In-vitro measurement of static pressure distribution in synovial joints. Part 1. Tibial surface of the knee. J Biomech Eng. 1983; 105:216-25.
9. Petersen. Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. Clin Orthop Relat Res 2007; 454:35-47.
10. Miller. Knee injuries. In: Canale ST, editor. Campbell's operative orthopaedics.10th. Philadelphia: Mosby; 2003. p. 2165-337
11. Rocha et al. Progress assemente of injuries associated to anterior cruciate ligament injuries ACTA ORTOP BRAS 15 (2: 105-108, 2007)
12. Soares. Changes of body weight compensation mechanisms after anterior cruciate ligament reconstruction Rev Bras Ortop \_ Vol. 38, Nº 5 – Maio, 2003
13. Jones. Meniscal and condral loss in the anterior cruciate ligament injured knee. Sports Med. 2003; 33:1075-89.
14. Funk. Osteoarthritis of the knee following ligamentous injury. Clin Orthop Relat Res. 1983; (172): 154-7.

15. Sommerlath et al. The long term course after treatment of acute anterior cruciate ligament ruptures. A 9 to 16 years followup. *Am J Sports Med.* 1991;19:156-62.
16. Terreri et al *Rev. bras. med. esporte*;7(5):170-174, set.-out. 2001. Isokinetic evaluation of athletes' knee
17. Mortari et al. Effects of cryotherapy and proprioceptive neuromuscular facilitation on muscle strength at the flexor and extensor muscles of the knee *Fisioter Pesq.* 2009;16(4) 324-34
18. Aquino et al. Isokinetic dynamometry in elderly women undergoing total knee arthroplasty: a comparative study. *Clinics.* 2006;61(3):215-22.
19. Siqueira et al. Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among non-athletes, jumper athletes and runner athletes. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo.* 2002;57:19-24.
20. Pecora et al Linear Density of the Elastic Fibers System in Patellar and Cruciate Ligaments *ACTA ORTOP BRAS* 9(1) - JAN/MAR, 2001
21. Garrick. Anterior cruciate ligament injuries in men and women: how common are they? In: Arendt E. *Prevention of noncontact ACL injuries.* Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2001. p.1-9.
22. Daniel et al. Instrumented measurement of anterior knee laxity in patients with acute anterior cruciate ligament disruption. *Am J Sports Med.*1985;13:401-7
23. Arendt. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature. *Am J Sports Med.* 1995;23:694-701.
24. Larsen et al. Long-term outcome of knee and ankle injuries in elite football. *Scand J Med Sci Sports.* 1999;9(5):285-9.
25. Holanda et al. Tibial slope as a risk factor for injury of anterior and posterior cruciate ligaments of the knee *RBM Abr* 11 V 68 Especial Ortopedia
26. Siqueira et al.. Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among non-athletes, jumpers athletes and runner athletes. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo* 2002;57:19-2
27. Daniel et al.: Fate of the ACL injured patient. A prospective outcome study. *Am J Sports Med* 1994; 22:632-44
28. Soares. *O treino do futebolista. Lesões - Nutrição.* Porto: Porto Editora; 2007
29. Dutra et al. prevalência de alterações posturais em pré adolescentes matriculados em academia de ginástica revista *movimenta*; volume 3, N 1(2010)
30. Cohen et al. Estudo comparativo no tratamento das lesões do ligamento cruzado anterior no esporte *Rev Bras Ortop* Vol. 32, Nº5 – Maio, 1997

31. Monteiro et al. Alterações posturais em atletas brasileiros do sexo masculino que participaram de provas de potência muscular em competições internacionais Rev Bras Med Esporte Vol. 10, Nº 3 – Mai/Jun, 2004
32. Nunes et al. The ACL Deficient Knee – American Academy of Orthopaedic Knee Surgeons Monograph Series. Editor Edward M. Wojtys, 1994
33. Stark. Two cases of ruptured ligaments of the knee joint. Edinburgh Med Surg. 1850;74:267-71.
34. Cardozo et al. Traumatic knee dislocation with vascular injury in a football player. Case report Rev. bras. ortop;32(12):954-8, dez. 1997. tab.
35. Stafford et al. Hamstrings/quadriceps ratios in college football players: a high velocity evaluation. Am J Sports Med 1984;12:209-11.
36. Eastlack et al. Laxity, instability, and functional outcome after acl injury:Copers versus noncopers. Med. Sei. Sports. Exer., pp. 210-215. 1999
37. Leite et al. Incidência de lesões traumato-ortopédicas no futebol de campo feminino e sua relação com alterações posturais. Lecturas Educacion Física y Deportes, Buenos Aires, v. 9, n. 61, 2003
38. Ribeiro et al. Relação entre alterações posturais e lesões do aparelho locomotor em atletas de futebol de salão. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, São Paulo, v. 9(2),p. 91-97, mar./abr., 2003
39. Dias et al. Relação isquiotibiais/quadríceps em mulheres idosas utilizando o dinamômetro isocinético Rev. bras. fisioter. Yol. 8, No. 2 (2004), III-115 ©Revista Brasileira de Fisioterapia
40. Lanferdini et al. Knee torque ratio after eccentric training Fisioterapia e Pesquisa, São Paulo, v.17, n.1, p.40-5, jan/mar. 2010
41. Reilley. Injury prevention and rehabilitation. In: Reilley T, editor. Science and Soccer. London: E & FN Spon; 1996. p. 151-64
42. Griffin et al. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. J Am Acad Orthop Surg. 2000;8(3):141-50
43. Noronha. Lesões do ligamento cruzado anterior. In: Espregueira-Mendes J, Pessoa P, editors. O Joelho. Lisboa: Lidel - edições técnicas, lda; 2006. p. 147-82
44. Roi et al. Prevalence of anterior cruciate ligament reconstructions in professional soccer players. Sports Science for Health. 2006;1:118-21
45. Arendt. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer: NCAA data and review of literature. Am J Sports Med. 1995;23(6):694-701
46. Cometti et al. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. Int J Sports Med. 2001;22(1):45-51



47. Hernandez et al. Lachman radiográfico; uma proposta para avaliação para a anteriorização sagital da tibia em relação ao fêmur. *Rev Bras Ort* 1992; 27:709-715
48. Noyes et al. High tibial osteotomy and ligament reconstruction for varus angulated anterior cruciate ligament-deficient knees. *Am J Sports Med* 2000; 28:282-296
49. Pereira et al. Instabilidade anterior do joelho, fatores prognósticos clínicos e radiográficos. *Rev Bras Ort* 1998; 33:389-400
50. Söderman et al. Injuries in elite female players in European football: a prospective study over one outdoor soccer season. *Scand J Med Sci Sports*. 2001;11(5):299-304
51. Pássaro et al. mechanisms of agonist and antagonist activation in the knee of individuals with reconstructed anterior cruciate ligament: a kinetic and eletromyographic study *Acta Ortopédica Brasileira*, ISSN (Versão impressa): 1413-7852. 2008
52. Ergün. A cross-sectional analysis of sagittal knee laxity and isokinetic muscle strength in soccer players. *Int J Sports Med*. 2004;25(8):594-8
53. Bonfim. The postural control after anterior cruciate ligament reconstruction *Fisioter. pesqui*;12(1):11-18, jan.-abr. 2005.
54. Blazer. Diagnosis and treatment of patellofemoral pain syndrome in the female adolescent. *Physician Assistant*, 23-30.
55. Aagaard et al. A new concept for isokinetic hamstring:quadriceps muscle strength ratio. *Am J Sports Med*. 1998;26(2):231-7.
56. Portes et al. Isokinetic torque peak and hamstrings/ quadriceps ratios in endurance athletes with anterior cruciate ligament laxity. *Clinics*. 2007;62(2):127-32.
57. Kisner. *Exercícios Terapêuticos: Fundamentos e Técnicas*. São Paulo: Manole, 1998.
58. James. *Fisioterapia na Ortopedia e na medicina do Esporte*. São Paulo: Manole, 1993.
59. Philip. *Cinesiologia e Anatomia Aplicada* Guanabara, 2000.
60. AmatuZZi. *Joelho: Articulação Central dos Membros Inferiores*. São Paulo: Roca, 2004.
61. Tria. *Lesões Ligamentares do Joelho*. Rio de Janeiro: Revinter, 2002
62. Cailliet. *Dor no Joelho*. Porto Alegre: Artmed, 2001.
63. Mello et al. *Protocolo Domiciliar para Reabilitação do Joelho Após Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior*.

64. Anne. ACL injury prevention, more effective with a different way of motor learning? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011; 19:622–627
65. Brito et al. Prevention of Injuries of the anterior cruciate ligament in soccer players *Rev Bras Med Esporte – Vol. 15, No 1 – Jan/Fev, 2009*
66. Bjordal et al. Epidemiology of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Soccer *Baltzopoulos. Sports Med* June 1997 vol. 25 no. 3 341-345 V, Brodie DA. Isokinetic dynamometry: applications and limitations. *Sports Med.* 1989;8(2):101-16
67. Rebecca et al. Quadriceps and Hamstrings Coactivation During Common Therapeutic Exercises. *Journal of Athletic Training;* 2012;47(4):396–405
68. Arnheim. *Modern principles of athletic training.* 2nd ed. St.Louis: Mosby, 1993
69. Safran et al. Warm-up and muscular injury prevention an update. *Sports Med* 1989;4:239-49
70. Grace et al. Isokinetic muscle imbalance and knee joint injuries. *J Bone Joint Surg [Am]* 1984;66:734-40.
71. Rudolph et al. Movement patterns after anterior cruciate ligament injury:A comparison of patients who compensate well for the injury and those who require operative stabilization. *J.Electromyogr. Kinesiol., v. 8, pp. 349-362.* 1998
72. Croce et al. Peak torque, average power, and hamstrings/quadriceps ratios in nondisabled adults and adults with mental retardation. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77:369-72
73. Kolyniak et al. Avaliação isocinética da musculatura envolvida na flexão e extensão do tronco: efeito do método Pilates *Rev Bras Med Esporte \_Vol. 10, Nº 6 – Nov/Dez, 2004*
74. Stewien et al. Lesão do ligamento cruzado anterior (LCA) do joelho em população indígena do estado do Amazonas, Brasil *Acta ortop. bras. vol.16 no.4 São Paulo 2008*
75. Escamilla et al. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30(4):556-69.
76. Williams et al. Specificity of muscle action after anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Res.* 2003;21(6):1131-7.
77. Arnold et al. Natural history of anterior cruciate tears. *Am J Sports Med* 6: 305-312, 1979
78. Shimokochi. Mechanisms of noncontact anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train.* 2008;43(4):396-408

79. Colliander. Bilateral eccentric and concentric torque of quadriceps and hamstring muscles in females and males. *Eur j Appl Physiol.* 1989;59:227-232.
80. Achour. Bases para exercício de alongamento relacionado com a saúde e no desempenho atlético. Londrina: Midiograf, 1996.
81. Hakkinen. Force production characteristics of leg extensor, trunk flexor and extensor muscles in male and female basketball players. *J Sports Med Phys Fitness* (1991); 31: 325-31.
82. Delgado et al. Utilización del esfigmomanómetro en la evaluación de la fuerza de los músculos extensores y flexores de la articulación de la rodilla en militares. *Rev Bras Med Esporte* \_Vol. 10, Nº 5 – Set/Out, 200
83. Américo et al. Utilização do teste de 1-RM na mensuração da razão entre flexores e extensores de joelho em adultos jovens. *Rev Bras Med Esporte* vol.17 no.2 São Paulo Mar./Apr. 2011
84. Rosene et al. Isokinetic Hamstrings:Quadriceps Ratios in Intercollegiate Athletes. *J Athl Train.* 2001 Oct-Dec; 36(4): 378–383