

**FACULDADE PATOS DE MINAS  
CURSO DE FISIOTERAPIA**

**SÉRGIO JOSÉ DOMINGOS**

**FORTALECIMENTO MUSCULAR DE QUADRÍCEPS  
NO TRATAMENTO DE OSTEOARTROSE DE  
JOELHO: conseqüências biomecânicas**

**PATOS DE MINAS  
2009**

**SÉRGIO JOSÉ DOMINGOS**

**FORTALECIMENTO MUSCULAR DE QUADRÍCEPS  
NO TRATAMENTO DE OSTEOARTROSE DE  
JOELHO: conseqüências biomecânicas**

Monografia apresentada a Faculdade  
Patos de Minas como requisito parcial  
para conclusão do Curso de Fisioterapia.

Orientador: Prof. Ms. Raphael Cezar  
Carvalho Martins

**PATOS DE MINAS  
2009**

616.728.3  
D671f

DOMINGOS, Sérgio José

Fortalecimento muscular de quadríceps no tratamento de osteoartrose de joelho: conseqüências biomecânicas/Sérgio José Domingos - Orientador: Prof. Ms. Raphael Cezar Carvalho Martins. Patos de Minas/MG: [s.n], 2009.  
48p.: il.

Monografia de Graduação - Faculdade Patos de Minas.  
Curso de Bacharel em Fisioterapia

1 Joelho. 2 Osteoartrose.  
3 Quadríceps. 4 Fortalecimento I. Sérgio José Domingos II. Título.

Fonte: Faculdade Patos de Minas - FPM. Biblioteca.

SÉRGIO JOSÉ DOMINGOS

FORTALECIMENTO MUSCULAR DE QUADRÍCEPS NO  
TRATAMENTO DE OSTEOARTROSE DE JOELHO:  
conseqüências biomecânicas

Monografia aprovada em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ pela comissão examinadora  
constituída pelos professores:

Orientador: \_\_\_\_\_  
Prof. Ms. Raphael Cezar Carvalho Martins  
Faculdade Patos de Minas

Examinador: \_\_\_\_\_  
Prof. Esp. Fernando Leonardo Diniz  
Faculdade Patos de Minas

Examinador: \_\_\_\_\_  
Prof. Esp. Vanea Fidelis  
Faculdade Patos de Minas

Dedico esse estudo aos Profissionais, Docentes e Acadêmicos da área, para que possam refletir sobre suas práticas e necessidade de atualização.

## **AGRADECIMENTOS**

Expresso o meu agradecimento primeiramente a Deus pela família que me concedeu e a sabedoria para realização desta jornada.

Aos meus pais José e Cleide, pela força, dedicação, paciência, compreensão, ensinamentos nas horas difíceis da vida, e que o sucesso é obtido através de dedicação e responsabilidade.

A minha namorada Rejane pela compreensão, apoio, paciência, força, nos momentos ausentes. Ao meu irmão Marcos um grande amigo à suas características. Aos meus familiares pelas orações e apoio.

Ao meu orientador Raphael pela dedicação, paciência e disponibilidade para os encontros de orientação. Aos professores pelos ensinamentos e aprendizagem transmitidos aos seus alunos.

Aos colegas, as saudades são inevitáveis. Todos temos nossos caminhos. Que cada um seja feliz no caminho que escolher.

A Faculdade Patos de Minas por me oferecer oportunidade de capacitação acadêmica.

*Se alguém procura a saúde, pergunta-lhe primeiro se está disposto a evitar no futuro as causas da doença; em caso contrário, abstém-te de o ajudar.*

Sócrates

## RESUMO

O joelho é uma complexa articulação sinovial do corpo humano é conhecido por sustentar a maior parte do peso corporal. Situado entre a articulação do quadril e do tornozelo ele contribui com ambas as articulações. A osteoartrose do joelho é uma doença de caráter inflamatório e degenerativo que provoca a destruição da cartilagem articular e leva a uma deformidade da articulação. Os tratamentos baseados no fortalecimento do músculo quadríceps podem possibilitar melhoras importantes nos principais sinais e sintomas apresentados pelos pacientes com osteoartrose de joelho. O objetivo do presente estudo foi a realização de um levantamento bibliográfico sobre “fortalecimento muscular de quadríceps no tratamento de osteoartrose de joelho: conseqüências biomecânicas”. Este estudo descritivo qualitativo foi realizado a partir de uma revisão literária e utilizou como ferramentas os sites de busca de artigos científicos relacionados ao tema em específico como: MedLine, Scielo, Bireme e Lilacs. Além disto, para um referencial teórico mais completo, o autor buscou informações na literatura clássica sobre o assunto (joelho, osteoartrose de joelho e fortalecimento muscular). Existem poucos de estudos relacionados ao fortalecimento muscular de quadríceps no tratamento da osteoartrose de joelho.

**Palavras-chave:** Joelho. Osteoartrose. Quadríceps. Fortalecimento.

## **ABSTRACT**

The knee is a complex synovial joint in the human body is known to support most of the weight. Located between the hip and ankle he contributes to both joints. Osteoarthritis of the knee is a disease of inflammatory and degenerative causes the destruction of articular cartilage and leads to joint deformity. Treatments based on strengthening the quadriceps muscle can enable significant improvements in the main signs and symptoms of patients with osteoarthritis of the knee. The aim of this study was to carry out a literature on "strengthening the quadriceps muscle in the treatment of osteoarthritis of the knee: biomechanical consequences. This qualitative descriptive study was conducted from a literature review and used as tools the search engines of scientific papers related to the specific theme such as Medline, Scielo, Bireme and Lilacs. Moreover, for a more complete theoretical framework, the author sought information on the classical literature on the subject (knee osteoarthritis of the knee and muscle strengthening). There are few studies related to strengthening of the quadriceps muscle in the treatment of osteoarthritis of the knee.

Keywords: Knee. Osteoarthritis. Quadriceps. Strengthening.

## LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Quadríceps .....	15
Figura 2 -	Joelho .....	18
Figura 3 -	Teste de Lachman .....	26
Figura 4 -	Exame Radiológico de Joelho com Osteoartrose .....	28
Figura 5 -	Fibras Musculares .....	31
Figura 6 -	Fortalecimento Muscular de Quadríceps .....	38

## **LISTA DE ABREVIATURAS SIGLAS**

ADM	-	Amplitude de Movimento
AVD	-	Atividade de Vida Diária
CCA	-	Cadeia Cinética Aberta
LCA	-	Ligamento Cruzado Anterior
LCL	-	Ligamento Colateral Lateral
LCM	-	Ligamento Colateral Medial
LCP	-	Ligamento Cruzado Posterior
OA	-	Osteoartrose
VLO	-	Vasto Lateral Oblíquo
VMO	-	Vasto Medial Oblíquo

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>1 JOELHO.....</b>	<b>13</b>
<b>2 OSTEARTROSE DE JOELHO.....</b>	<b>22</b>
<b>3 FORTALECIMENTO MUSCULAR DE QUADRÍCEPS.....</b>	<b>31</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>

## INTRODUÇÃO

A osteoartrose de joelho é uma doença de caráter inflamatório e degenerativo, que provoca a destruição da cartilagem articular e leva a uma deformidade da articulação, pode-se causar incapacidade ao paciente da patologia. A etiologia da degeneração é complexa e inicia-se com o envelhecimento, resulta de um processo anormal entre a destruição cartilaginosa e a sua reparação.

A articulação do joelho é formada pela extremidade distal do fêmur e extremidade proximal da tíbia, a patela que tem como função melhorar o torque do joelho, e também por uma estrutura complexa formada por músculos, ligamentos, bursas e cartilagem.

A presente proposta justifica-se pela necessidade de aprofundar os estudos relacionados à “Fortalecimento Muscular de Quadríceps no Tratamento de Osteoartrose de Joelho: Conseqüências Biomecânicas”, por meio de análise e coleta de dados de Literatura já existente. Os portadores de osteoartrose de joelho com a evolução da patologia podem perder sua marcha devido ao conseqüente processo degenerativo e a fraqueza muscular de quadríceps.

O objetivo do presente estudo foi a realização de um levantamento bibliográfico na tentativa contribuir com estudos referentes à “Fortalecimento Muscular de Quadríceps no Tratamento de Osteoartrose de Joelho: Conseqüências Biomecânicas”. Este estudo descritivo qualitativo foi realizado a partir de uma revisão literária e utilizou como ferramentas os sites de busca de artigos científicos relacionados ao tema em específico como: MedLine, Scielo, Bireme e Lilacs. Além disto, para um referencial teórico mais completo, o autor buscou informações na literatura clássica sobre o assunto (joelho, osteoartrose de joelho e fortalecimento muscular).

Após este levantamento, foi feita uma seleção dentre estas fontes, separando o material mais relevante e geralmente nos últimos dez anos, na tentativa de identificar o contexto do fortalecimento muscular no tratamento da osteoartrose de joelho. Seguidamente à leitura do material selecionado fez-se uma análise discursiva

das idéias dos autores que se encontram descritas em três capítulos. No primeiro foi feita uma abordagem sobre joelho, no segundo osteoartrose de joelho, no terceiro fortalecimento muscular do quadríceps, em seguida encontram-se as considerações finais.

# 1 JOELHO

O joelho é uma complexa articulação sinovial do corpo humano é conhecido por sustentar a maior parte do peso corporal. Situado entre a articulação do quadril e do tornozelo ele contribui com ambas as articulações.

De acordo com Kisner e Colby (2005) em cadeia cinética fechada suporta o peso corporal e em cadeia cinética aberta promove mobilidade, seu alinhamento e estabilidade dependem invariavelmente do arranjo de cápsulas, ligamentos, menisco e estruturas musculotendinosas.

Os movimentos do joelho consistem em flexão, extensão e a rotação medial e a lateral são possíveis somente com o joelho em flexão. Contudo, o movimento principal e de maior amplitude é a flexo-extensão que se deve principalmente ao movimento dos côndilos sobre a cavidade glenóide e ao deslocamento dos meniscos. A forma arredondada dos côndilos permite que eles rolem e deslizem sobre a cavidade glenóide, porém estas duas ações não ocorrem simultaneamente. A partir da extensão completa, o côndilo começa a rolar sem deslizar e no final da flexão o côndilo desliza sem rolar, sendo que o côndilo medial rola nos primeiros 10° a 15° de flexão e o côndilo lateral persiste até 20° de flexão (KAPANDJI, 2000; WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000).

A combinação desses movimentos é controlada pela interação entre as estruturas ósseas, os meniscos, os ligamentos e os músculos ao redor do joelho. Lesões ou fatores degenerativos em qualquer desses componentes podem, portanto, afetar a função normal do joelho.

A quantidade de movimento que uma articulação é capaz de executar é chamada de amplitude de movimento (ADM), e representa o quanto, em graus, um segmento corporal é capaz de ser movido (EVANS, 2003; HERBERT; PARDINI; FILHO, 2003). Essa capacidade está relacionada com as características físicas de cada articulação, como o formato da superfície articular, o número de ligamentos e músculos que cruzam a articulação.

Do ponto de vista mecânico, a articulação do joelho é um caso surpreendente, visto que é capaz de resolver estas contradições biomecânicas e anatômicas, graças a dispositivos mecânicos extremamente sofisticados. Contudo, como suas superfícies possuem um encaixe frouxo, condição necessária para uma boa mobilidade, está mais sujeita a algumas lesões. (PALMER; EPLER, 2000; PRENTICE; VOIGHT, 2003; WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000).

A biomecânica do joelho é importante, pois os movimentos conjugados, normais e anormais, do joelho determinam o estresse aplicado sobre a cartilagem articular, os meniscos e os ligamentos. Os ligamentos funcionam melhor quando recebem carga na direção de suas fibras. A arquitetura óssea e os meniscos atuam em sintonia para colocar estresses ao longo das vias ligamentares. Quando a carga ultrapassa a resistência máxima do ligamento, este pode se romper (KAPANDJI, 2000; PRENTICE; VOIGHT, 2003; WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000).

Cada articulação do corpo humano é capaz de realizar movimentos angulares em uma ou mais direções, dependendo de suas características estruturais. Esses movimentos recebem nomes específicos de acordo com a direção em que o segmento corporal se desloca. Assim, temos movimentos de flexão, extensão, adução, abdução, rotação e circundução (PALMER; EPLER, 2000; PRENTICE; VOIGHT, 2003; SMITH; WEISS; LEHMKUHL, 1997; WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000).

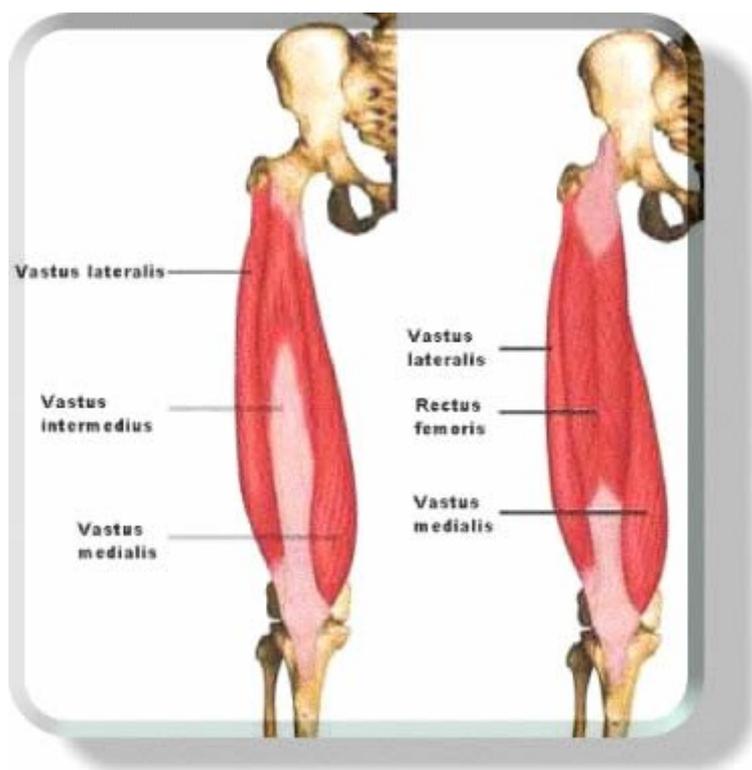
Conforme Elias et al. (2008) os componentes oblíquos do quadríceps têm uma maior atividade mioelétrica e o reto femoral apresenta uma atividade bem menos acentuada. Os componentes oblíquos do quadríceps vasto medial oblíquo e vasto lateral oblíquo (VMO e VLO) indicam suas maiores contribuições para a atividade de extensão do joelho a 90° enquanto que o reto femoral tem uma atividade mioelétrica média que não ultrapassa os 50%.

Os músculos quadríceps (figura 1) e isquiotibiais são os estabilizadores dinâmicos do joelho. Esses músculos trabalham sinergicamente com os ligamentos cruzados em cadeia cinética aberta (CCA) para controlar o movimento dinâmico do joelho (EVANS, 2003; KISNER; COLBY, 2005; PAIZANTE; KIRKWOOD, 2007; WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000).

As perdas tanto de força quanto de massa muscular ocorrem naturalmente com o passar da idade. A fraqueza muscular pode diminuir a capacidade para

realizar as atividades da vida diária (AVDs), portanto, uma fraqueza de quadríceps influencia na biomecânica do joelho.

A contração isolada do quadríceps leva à extensão do joelho e à translação tibial anterior. O quadríceps é um dos principais músculos que atuam durante a postura ortostática e o andar (PAOLILLO; PAOLILLO; CLIQUET, 2005).



**Figura 1** - Quadríceps

Fonte: <http://www.fitstep.com/Advanced/Anatomy/Graphics/quadriceps-anatomy.jpg>

Para Kapandji (2000) o quadríceps é o músculo extensor de joelho. Trata-se de um músculo potente, sua superfície de secção fisiológica é de 148cm<sup>2</sup>, o que num trajeto de 8cm lhe confere uma potência de trabalho de 42kg. O quadríceps é três vezes mais potente do que os flexores, o fato da sua luta contra a gravidade o explica. Em hiperextensão a ação do quadríceps não é necessária para manter a posição de pé, porém quando se inicia uma mínima flexão, uma intervenção enérgica do quadríceps é necessária para evitar a queda por flexão do joelho.

A contração do quadríceps cria uma força dirigida superiormente que é suportada por uma força dirigida inferiormente oriunda do tendão patelar. A resolução dessas duas forças origina um vetor de força resultante dirigido posteriormente que causa compressão entre a patela e o fêmur. A magnitude de

vetor de força resultante, e, portanto de força de compressão, é influenciada pelo ângulo de flexão do joelho e pela força de contração do quadríceps. A força de compressão é conhecida como força de reação da articulação patelofemoral (KAPANDJI, 2000; WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000).

O reto anterior somente representa a quinta parte da força total do quadríceps e não pode realizar a extensão máxima sozinho, porém o fato de ser um músculo bi-articular (HERBERT; PARDINI; FILHO, 2003).

Amadio et al. (2000) destacam que a transição do balanço para o apoio, ou seja, na fase de acomodação do peso, observa-se uma atividade aumentada do vasto lateral, coordenada à atividade do bíceps femoral, resultando em uma sinergia extensora que garante a estabilidade do joelho durante o instante do impacto com o solo.

Segundo Kapandji (2000) nas defesas periféricas do joelho, com sua contração perfeitamente sincronizada no percurso do esquema motor e na previsão dos possíveis problemas que o córtex cerebral antecipa, eles se opõem às distorções articulares, sendo uma ajuda indispensável para os ligamentos que só podem reagir passivamente. O quadríceps um dos músculos que estabilizam dinamicamente o joelho, pela sua potência e sua perfeita coordenação, é inclusive capaz, em certa medida, de compensar as claudicações ligamentares.

A sobrecarga no joelho é altamente dependente não apenas da deformidade angular estática, mas também de fatores dinâmicos durante a marcha, conforme (MELO et al., 2008; TEIXEIRA; OLNEY, 1996) pessoas com osteoartrite obtêm uma velocidade menor, associada a um menor ritmo e maior duração da fase de apoio na marcha, redução significativa tanto do momento flexor quanto do extensor, quando comparados com indivíduos sem a patologia.

A patela (figura 2) é um osso sesamóide, que se caracteriza pelo seu desenvolvimento dentro de um tendão, neste caso o do músculo quadríceps. Ela protege a face anterior da articulação do joelho e atua como um tipo de polia mudando o ângulo de inserção do ligamento da patela na tuberosidade da tíbia, aumentando a vantagem mecânica do músculo quadríceps (HERBERT; PARDINI; FILHO, 2003; SMITH; WEISS; LEHMKUHL, 1997; WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000).

A patela tem como função mais importante a facilitação da extensão do joelho, aumentando a distância do aparelho extensor, em relação ao eixo de flexão e

extensão do joelho. A cartilagem hialina, com sua firmeza e coeficiente de fricção dificilmente modificáveis, é indispensável para transmissão da força do quadríceps em torno do fêmur distal e da tíbia, ou seja, aumentar a distância do braço de força (CIPRIANO, 2005; HERBERT; PARDINI; FILHO, 2003; KISNER; COLBY, 2005).

Kisner e Colby (2005) enfatizam que a patela atua como um guia para o tendão quadríceps, ao centralizar as forças divergentes de seus quatro músculos, transmitindo-as para o tendão patelar, diminuindo as forças de compressão lesivas para o tendão do quadríceps no momento da flexão do joelho. Isto diminui a possibilidade de deslocamento do aparelho extensor e controla a tensão capsular do joelho. A patela articula-se com a superfície anterior e distal em forma de sela e também protege a cartilagem da tróclea assim como os côndilos, atuando como uma cobertura óssea (HERBERT; PARDINI; FILHO, 2003; SMITH; WEISS; LEHMKUHL, 1997).

Distalmente, a patela está ancorada na tuberosidade da tíbia pelo forte tendão patelar. Densos retináculos fibrosos e músculos ancoram a patela de cada lado. Lateralmente, é estabilizada por retináculos superficiais e profundos, o trato iliotibial e o músculo vasto lateral. Quando o joelho é fletido estas estruturas movem-se posteriormente e criam forças laterais de inclinação sobre a patela. O deslocamento da patela é duas vezes o seu comprimento cerca de 8 cm (HERBERT; PARDINI; FILHO, 2003; WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000).

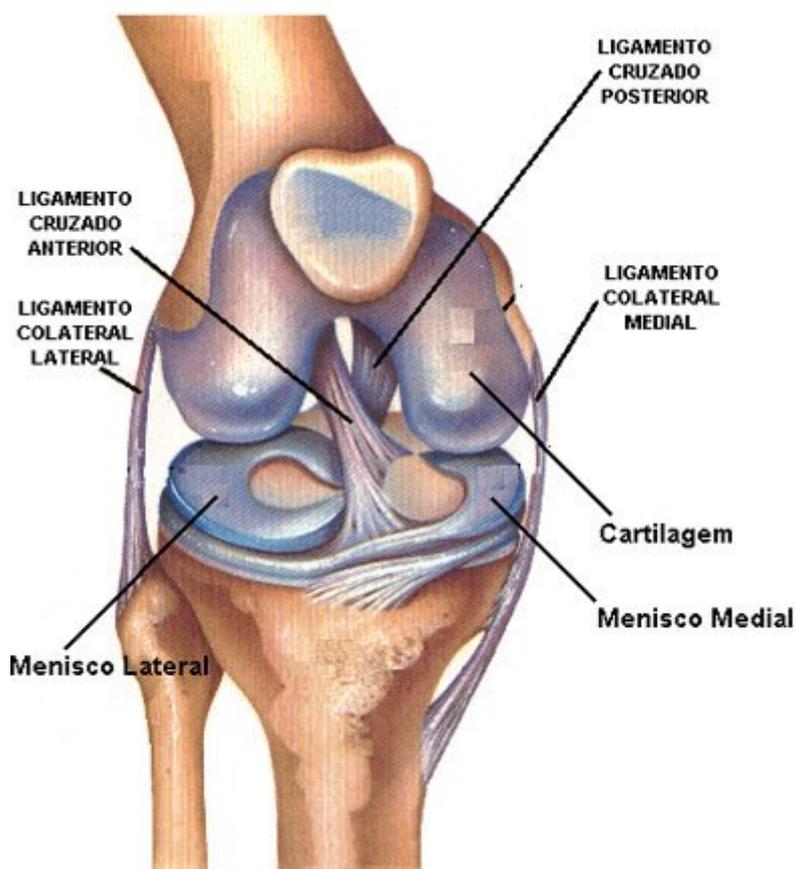
A principal função da patela é favorecer a biomecânica ou o movimento da articulação do joelho, na tentativa de tornar a função do grupamento muscular (extensor), muito mais eficiente e facilitado. A patela tem justamente esta função, aumentar o braço de potência do músculo quadríceps, melhorando muito a sua eficiência no trabalho de extensão do joelho.

A estabilidade estática do joelho é provida através de ligamentos, tendões e cápsula articular. Portanto como os estabilizadores dinâmicos, os estabilizadores estáticos são propícios a lesões.

O ligamento cruzado anterior (LCA) (figura 2) é uma das estruturas ligamentares cruzadas do joelho, formada por dois feixes importantes: um ântero-medial e outro pôstero-lateral. Este ligamento é intra-articular (dentro da cápsula), porém é extra sinovial e provê restrição primária do movimento anterior da tíbia em relação ao fêmur (PRENTICE; VOIGHT, 2003; SMITH; WEISS; LEHMKUHL, 1997; WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000).

A sinóvia do joelho reveste os dois ligamentos cruzados, isolando-os do líquido sinovial. Uma simples ruptura no revestimento sinovial pode levar a destruição da integridade do ligamento, pela exposição ao ambiente líquido, e também, por comprometer o aporte vascular, o qual parece estender-se desde o revestimento até a parte interna do ligamento (HERBERT; PARDINI; FILHO, 2003; WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000).

O ligamento consiste de dois feixes, que tem origem no côndilo femoral lateral e se dirigem distalmente e medialmente até se inserirem na superfície do platô tibial. A origem do côndilo femoral é horizontal, quando o joelho está a 90° de flexão e se desloca para uma orientação mais vertical ou quando o joelho está em extensão total (KISNER; COLBY, 2005; SMITH; WEISS; LEHMKUHL, 1997).



**Figura 2** - Joelho

Fonte: [http://www.abc.esp.br/fotos/materias/lig\\_joelho.jpg](http://www.abc.esp.br/fotos/materias/lig_joelho.jpg)

O ligamento cruzado posterior (LCP) (figura 2) oferece restrição primária para o movimento posterior da tíbia sobre o fêmur, sendo responsável por 95% da

resistência total a esse movimento. O ligamento diminui em comprimento e relaxa cerca de 10% com 30° de flexão, mantendo seu comprimento. Mas aumenta em cerca de 5% com a rotação interna da articulação acima de 60° de flexão e diminui em comprimento em 5 a 10% na medida na qual a flexão continua (HERBERT; PARDINI; FILHO, 2003; KANPANDJI, 2000; WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000).

Este ligamento tem sua origem no côndilo femoral medial e desce posteriormente para se inserir na superfície cortical posterior da tíbia, na linha medial sagital. É coberto por sinóvia, assim como o LCA, no entanto, está intimamente associado à cápsula posterior à medida que ele desce a partir do côndilo femoral (HERBERT; PARDINI; FILHO, 2003; WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000).

Este ligamento é menos suscetível a lesão vascular que o LCA, isto devido sua ampla inserção distal e sua íntima proximidade com a cápsula, gerando um aporte sanguíneo mais generoso (KISNER; COLBY, 2005; KOKRON et al., 2003; SMITH; WEISS; LEHMKUH, 1997).

Kokron, et al. (1993) dizem que os ligamentos cruzados tendem a ter comportamento semelhante em relação a suas propriedades biomecânicas no mesmo joelho: as resistências máximas e as constantes de proporcionalidade do ligamento cruzado posterior e do ligamento cruzado anterior aumentam ou diminuem em conjunto, mantendo relações constantes entre si.

O ligamento colateral medial (LCM) (figura 2) encontra-se tenso na extensão total, começa a relaxar entre 20° e 30° de flexão, passando a ficar novamente sob tensão entre 60° e 70° de flexão. Seu principal objetivo é proteger o joelho contra estresses em valgo ou que levam o joelho em rotação lateral. Este ligamento costuma ser considerado o estabilizador principal do joelho, na posição valga, quando combinada com a rotação (KISNER; COLBY, 2005; KANPANDJI, 2000; KOKRON et al., 2003; SMITH; WEISS; LEHMKUH, 1997).

O ligamento colateral lateral (LCL) (figura 2) é uma corda fibrosa e arredondada, do tamanho aproximado de um lápis. Está inserido no epicôndilo lateral do fêmur e à cabeça da fíbula. O LCL atua com a banda iliotibial, o tendão poplíteo, o complexo do ligamento arqueado e os tendões do bíceps, a fim de dar suporte ao aspecto lateral do joelho. Este ligamento está sob constante tensão e sua configuração espessa e firme, é bem projetado para suportar esse estresse constante. O LCL se encontra tenso durante a extensão do joelho, porém relaxado

durante a flexão (HERBERT; PARDINI; FILHO, 2003; KANPANDJI, 2000; WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000).

Os desvios laterais dos joelhos não são raros, visto que com o passar do tempo podem gerar uma artrose; de fato, as cargas não estão repartidas com igualdade entre os compartimentos externo e interno do joelho, provocando um desgaste prematuro do compartimento interno, **uma artrose fêmoro-tibial interna**, no genu varo, ou sob o mesmo mecanismo, **uma artrose fêmoro-tibial externa** no genu valgo; isso pode levar a realizar, no primeiro caso **uma osteotomia tibial (ou femoral) de valgização** e no segundo caso, **uma osteotomia tibial (ou femoral) de varização**. (KAPANDJI, 2000, p. 78, grifo do autor).

Além desses ligamentos principais, há outras estruturas ligamentares importantes que servem para estabilizar a articulação do joelho, que incluem os ligamentos poplíteos oblíquos e poplíteo arqueado, que reforçam a parte posterior e ajudam a resistir qualquer tendência para a articulação se mover além do seu limite de extensão (hiperextensão). Todos esses fatores também são ajudados pela direção de suas fibras, que sugerem ainda, a restrição dos movimentos rotatórios (HERBERT; PARDINI; FILHO, 2003; PALMER; EPLER, 2000; PRENTICE; VOIGHT, 2003; SMITH; WEISS; LEHMKUHL, 1997).

A cápsula é revestida com a maior membrana sinovial do corpo, e é formada por três bolsas separadas. Diferentemente das outras articulações, a cápsula não forma uma estrutura envolvente completa no joelho, pois esses poucos ligamentos capsulares verdadeiros que conectam os ossos são auxiliados por tecidos tendíneos dos músculos associados à articulação. Tem consistência macia e complacente, ultrapassando o côndilo femoral em flexão e extensão. Existem bolsas localizadas dentro e ao redor do joelho para reduzir o atrito entre músculo, tendão e osso (CIPRIANO, 2005; KISNER; COLBY, 2000; PRENTICE; VOIGHT, 2003).

Kapandji (2000) enfatiza que em condições normais, a quantidade de líquido sinovial ou sinóvia é escassa (apenas alguns centímetros cúbicos). Os movimentos de flexão e extensão asseguram a limpeza permanente das superfícies articulares pela sinóvia, o que contribui para a boa nutrição da cartilagem e para a lubrificação das zonas de contato.

Os meniscos (figura 2) transmitem metade da força de contato no compartimento medial e uma porcentagem ainda mais elevada de carga de contato no compartimento lateral, sendo que a perda da sua função resulta em efeitos significativos no osso subcondral, na substância esponjosa da tíbia proximal e no

córtex tibial, bem como na cartilagem articular. (HERBERT; PARDINI; FILHO, 2003; KANPANDJI, 2000; WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000).

Biomecanicamente, os meniscos limitam o movimento entre a tíbia e o fêmur. Na flexão e extensão, os meniscos movem-se com os côndilos femorais. (KISNER; COLBY, 2005) dizem que na medida em que as pernas flexionam-se os meniscos movem-se posteriormente, devido ao rolamento do fêmur e à ação muscular dos músculos poplíteos e semimembranoso.

Os meniscos são formados por três faces, que segundo (KAPANDJI, 2000; WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000) compreendem em: superior côncava, em contato com os côndilos; periférica cilíndrica, sobre a qual se fixa a cápsula pela sua forma profunda e inferior quase plana, situada na periferia da glenóide interna e externa. Mostram que essas estruturas atuam para melhorar a estabilidade do joelho, para aumentar a absorção de impacto e distribuir o peso em uma área de superfície maior, além de proteger a cartilagem articular subjacente e o osso subcondral. Especialmente o menisco medial, ajuda estabilizar o joelho, quando em flexão de 90°.

O menisco lateral forma um anel quase completo tem a forma de O, enquanto o medial se parece mais com uma meia-lua tem a forma de C. Na flexão e extensão os meniscos seguem o movimento, eles recuam de maneira desigual na flexão, o menisco lateral recua duas vezes mais que o medial. O trajeto do menisco medial é de 6mm, enquanto o lateral é 12mm. Eles desempenham um papel importante como meio de união elásticos transmissores das forças de compressão entre a tíbia e o fêmur (CIPRIANO, 2005; KAPANDJI, 2000; WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000).

Opina Kapandji (2000) que para entender a mecânica do joelho é necessário compreender que em movimento realiza um equilíbrio dinâmico da articulação. O funcionamento do joelho está determinado, em todo momento, pelas reações mútuas e equilibradas destes três fatores; superfícies articulares, músculos e ligamentos em equilíbrio dinâmico e estático.

O joelho é uma das principais articulações que suportam o peso corporal, e onde se encontra a maior incidência de osteoartrose secundária.

A osteoartrose do joelho é uma doença de caráter inflamatório e degenerativo que provoca a destruição das estruturas da articulação e progride para a uma deformidade da articulação (CAMANHO, 2001; WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000).

## 2 OSTEOARTROSE DE JOELHO

A osteoartrose do joelho, também chamada de gonartrose, é a localização periférica mais comum, predominando entre os 51 e 60 anos, preferindo o sexo feminino, é uma doença de caráter inflamatório e degenerativo que provoca a destruição da cartilagem articular, ocorrendo também formação de osteófitos nas bordas articulares e leva a uma deformidade da articulação (GOLDING, 2001; SKARE, 2007; WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000).

Alguns sintomas dos pacientes com osteoartrose de joelho estão discriminados da seguinte forma lesão aguda, inchaço (edema), falseio, bloqueio, dor generalizada, dor em repouso, dor ao levantar de uma cadeira, dor enquanto sobe escadas, rigidez associada à inatividade, dor quando usa escadas, dor noturna (CLELAND, 2006; GOLDING, 2001; SKHARE, 1999).

A osteoartrose, também chamada de doença articular degenerativa, artrose ou osteoartrite, como ainda é conhecida em nosso meio, caracteriza-se pela perda progressiva da cartilagem articular e alterações reativas às margens da articulação e do osso subcondral. Esta enfermidade é bastante comum, se não universal, lentamente progressiva, afetando primariamente pessoas idosas ou indivíduos a partir da meia-idade e atingindo principalmente articulações que suportam peso (GOLDING, 2001; SKARE, 2007; WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000).

A articulação do joelho como todas as articulações do corpo humano estão sujeita ao desgaste progressivo da cartilagem que pode conduzir à osteoartrose. Quando o desgaste da cartilagem atinge a superfície óssea e o contato articular faz-se osso contra osso, a dor pode ser severa e ocasionar incapacidade funcional.

A etiologia da osteoartrose é causa de polêmica, sendo classificada em primária e secundária. A lesão é considerada primária quando sua causa é desconhecida, ou seja, com o envelhecimento e a sobrecarga mecânica nas articulações, a cartilagem enfraquece e há desgaste, ainda podendo haver associação de um fator hereditário agravante (GOLDING, 2001; SCHNITZER; LANE, 2005; SKARE, 2007; WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000).

No caso da secundária, um fator inicial pode ser identificado, como traumatismos articulares, infecções articulares, necrose avascular, doenças inflamatórias, doenças metabólicas e doenças hemorrágicas. A OA ainda pode ser considerada conseqüência de uma carga anormal sobre uma cartilagem normal ou de carga normal sobre uma cartilagem anormal (EGRI; BATTISTELLA; YOSHINARI, 1999; GOLDING, 2001; SCHNITZER; LANE, 2005; SKARE, 2007).

Segundo Wannmacher (2006a) embora sua etiologia não esteja completamente esclarecida, os eventos biológicos, estruturais e mecânicos que desestabilizam o acoplamento normal entre a degradação e a síntese da cartilagem articular e do osso subcondral foram bem documentados. Ocorrem modificações morfológicas, bioquímicas, moleculares e biomecânicas das células e matriz cartilaginosas, levando ao amolecimento, fibrilação, ulceração e perda da cartilagem articular.

De acordo com Weinstein e Buckwalter (2000) secundariamente à lesão cartilaginosa ocorre esclerose do osso subcondral, surgimento de osteófitos e cistos subcondrais, além de graus variáveis de inflamação sinovial.

A precisa etiologia, patogenia e progressão da osteoartrite ainda não são totalmente compreendidas, primariamente devido a confusos fatores utilizados em estudos epidemiológicos. Estes fatores incluem variações individuais na atividade física, dieta, história médica e a pobre correlação entre sintomas de OA e seus achados radiográficos, assim como a falta de habilidade para detectar a doença precocemente (GOLDING, 2001; MARQUES; KONDO, 1998; SKARE, 2007).

A OA tem um forte componente genético e, na maioria das vezes, tem a sobrecarga mecânica como um iniciador do processo de lesão da cartilagem, que acaba evoluindo para um ciclo vicioso inflamatório, perpetuando a degradação articular (RESENDE; GOBBI, 2009; SKARE, 2007; SKHARE, 1999).

A osteoartrose no joelho é particularmente incapacitante devido aos sintomas que causam dor, rigidez, diminuição da amplitude de movimento (ADM) fraqueza muscular alterações articulares, periarticulares e disfunção progressiva (GOLDING, 2001; SALMELA, 2003b; SILVA; IMOTO; CROCI, 2007).

Segundo Wannmacher (2006b) a osteoartrose de joelho é o mais prevalente distúrbio articular crônico no mundo, associado a dor e incapacidade significativa, além de risco de quedas e fraturas e diminuição da qualidade de vida. A

osteoartrose de joelho é importante fator de custo com saúde em sociedades industrializadas.

A prevalência e a incidência de OA em todas as articulações estão intimamente relacionadas com a idade, ou seja, o número de indivíduos acometidos por esta enfermidade será maior quanto mais elevada for a faixa etária da população, o que se deve principalmente as características irreversíveis apresentadas por esta patologia (CLELAND, 2006; WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000).

A osteoartrose é a patologia mais comum das articulações sendo o joelho uma das articulações acometidas. Seu impacto econômico pode se tornar enorme, portanto devido à incapacidade que provoca nos pacientes, e como a população está envelhecendo torna-se um fator importante para a saúde pública.

As diferenças entre os sexos no acometimento da OA também foram previamente documentadas por diversos autores. Sabe-se, no entanto, que estas diferenças só se tornam relevantes após os 55 anos de idade, quando as mulheres passam a ser mais acometidas pela doença do que os homens. O principal fator contribuinte para o aumento da incidência a partir desta idade nas mulheres está relacionado à deficiência estrogênica pós-menopausa que eleva os riscos para o desenvolvimento de OA (CABRAL, 2008; COIMBRA et al., 2002; SILVA; MONTANDON; CABRAL, 2008).

De acordo com a osteoartrose tem grande impacto nas articulações de joelhos e quadris. Essa alteração resulta em grande incapacidade para a marcha, transposição de obstáculos como escadas e cuidados domésticos (GOLDING, 2001; MARQUES; KONDO, 1998; MARX et al., 2006; SKARE, 2007).

A dor, que é de origem mecânica, inicialmente se associa ao movimento e, na fase mais avançada da doença, com o repouso, aparecendo com frequência à noite outros aspectos importantes são: a rigidez, que normalmente é matinal e a crepitação, que pode ocorrer com ou sem o movimento resistido levando progressivamente à limitação de movimentos (dificuldade para caminhar e subir escadas) e incapacidade funcional. O processo envolve degeneração da cartilagem e proliferação e remodelamento da estrutura óssea subcondral (FACCI; MARQUETTI; COELHO, 2007; WANNMACHER, 2006a).

Além dos sintomas já descritos, na OA de joelho é comum o aparecimento de edema, frouxidão ligamentar, diminuição e/ou perda do movimento, contraturas

capsulares, fraqueza muscular, espasmos, fibrose e deformidades progressivas em flexão, fatores estes agravantes para a instabilidade articular (FACCI; MARQUETTI; COELHO, 2007; MARQUES; KONDO, 1998).

De acordo com Limeira (2002) o controle do peso corporal juntamente com um programa de exercícios regulares, apropriados e de baixo impacto são benéficos para articulação do joelho, propiciando uma melhor mobilidade e estabilidade articular, aumentando a força da musculatura do quadríceps em volta articulação do joelho, lubrificando a articulação, diminuindo o stress sobre a articulação, diminuindo consideravelmente a dor e a possibilidade de cirurgia ortopédica, além de melhorar a funcionalidade e resgatar a auto-estima.

Segundo Biazoli e Izola (2003) osteoartrose (OA) é a doença reumática mais prevalente, afetando cerca de 10% da população dos países ocidentais. Representa uma das principais queixas da consulta médica e é responsável por um número exorbitante de absenteísmo e aposentadorias por invalidez.

O processo de transição epidemiológica que vem ocorrendo nos últimos anos em países desenvolvidos e em desenvolvimento transformou o paradigma de saúde, fazendo com que, hoje, doenças crônicas e degenerativas como a osteoartrose que afeta freqüentemente a população idosa assumam papel de destaque. A capacidade funcional, por ser afetada diretamente por essa doença, tornou-se um importante meio de avaliar a autonomia e a independência do portador (ALEXANDRE; CORDEIRO; RAMOS, 2008).

De acordo com Biazoli e Izola (2003) aos 70 anos de idade, 85% da população têm OA diagnosticável e 100% apresentam alterações radiológicas compatíveis com esta doença.

De acordo com Schnitzer e Lane (2005) as mulheres negras têm maior prevalência de osteoartrose do joelho do que as mulheres brancas. A OA idiopática do joelho é uma causa principal de deambulação dolorosa e é mais comum em mulheres do que em homens.

Opina Camanho (2001) a deformidade articular que se instala na artrose do joelho é complexa, de caráter progressivo e, na maioria dos casos, provoca desvios em varo.

Segundo Schnitzer e Lane (2005) a instabilidade articular é encontrada apenas na doença grave ou após desarranjo interno do joelho com ruptura de uma ou mais estruturas de suporte (por exemplo, LCA ou LCM).

Marques e Kondo (1998) afirmam que a OA tem uma incidência bastante elevada, ocupando o terceiro lugar na lista dos segurados da Previdência Social que recebem auxílio-doença no Brasil, com o envelhecimento da população brasileira podem ocorrer novos dados. Deste modo, esta afecção compreende 65% das causas de incapacidade, atrás somente de doenças cardiovasculares e mentais.

Para Camanho (2001) a estrutura da cartilagem e os aspectos inflamatórios do processo degenerativo têm sido muito estudados e recentes avanços têm demonstrado que a resolução da artrose do joelho poderá ser por meios biológicos e não cirúrgicos. Drogas condroprotetoras, substâncias viscosuplementadoras do líquido sinovial e o transplante de condrócitos nos permitem afirmar que a regeneração da cartilagem logo poderá ser considerada como um fato.

A dor e a dificuldade nas AVDs, dependência física, restrição à mobilidade e à integração social geradas pelas incapacidades aumentam a ansiedade, o desânimo e podem culminar no aparecimento da depressão. A depressão e a ansiedade podem intensificar os efeitos da OA por aumentarem a dor (ALEXANDRE; CORDEIRO; RAMOS, 2008).

Segundo Cleland (2006) alguns testes especiais em pacientes com osteoartrose de joelho são: teste de McMurray, teste em varo, teste em valgo, teste de Lachman (figura 3), teste da instabilidade medial, teste da instabilidade lateral, teste da gaveta anterior, teste da gaveta posterior.



**Figura 3** - Teste de Lachman

Fonte: <http://www.mhhe.com/hper/physed/athletictraining/illustrations/ch20/20-16.jpg>

Profissões que requerem intensa subida de escadas, degraus, ladeiras atividades laborativas que requerem ao indivíduo permanecer ajoelhado ou agachado por longos períodos de tempo, assim como atividades que exigem levantamento excessivo de peso estão relacionados com uma maior prevalência de osteoartrose, principalmente de joelho (ALBUQUERQUE, 2004; CIRIMBELLI, 2005).

Os sintomas variam em função da gravidade das lesões, a dor em princípio, aparece quando a articulação é utilizada mais intensamente. À medida que o processo se agrava, ela surge aos pequenos esforços e até mesmo em repouso, sendo característica muitas vezes, a queixa de dor ao se levantar de uma cadeira, com melhora após alguns passos.

De acordo com Melo et al. (2008) a osteoartrose ocasiona a diminuição da força muscular e pode acarretar progressiva perda de função, pois os músculos são importantes absorvedores de choque que ajudam a estabilizar a articulação.

Na osteoartrose de joelho, observa-se precocemente diminuição de força de flexores e extensores de joelho que estão relacionadas à diminuição da capacidade funcional e a habilidade em realizar atividades como subir escadas, levantar, sentar e caminhar (MELO et al., 2008; NEVES et al., 2008; SILVA; MONTANDON; CABRAL, 2008).

Para Tamegushi (2008) as alterações da função muscular na OA de joelhos não estão restritas somente ao grupo extensor, está presente também a diminuição da força, da resistência e da velocidade de contração dos músculos flexores do joelho.

Segundo Resende e Gobbi (2009) a articulação do joelho caracteriza-se como um dos principais sítios de acometimento da OA e está presente em cerca de 6% da população adulta acima de 30 anos, sua prevalência aumenta para 10% em pessoas com mais de 65 anos de idade.

De acordo com Kapandji (2000) as alterações anatômicas no joelho, como Geno Varo ou Geno Valgo, são outros fatores predisponentes para o surgimento de osteoartrose em um dos compartimentos tíbio-femorais e isto ocorre pela mudança na distribuição do peso corporal sobre a articulação. A deformidade em varo e valgo é maior nos indivíduos com OA idiopática, sugerindo que estas deformidades precedem o desenvolvimento e podem predispor a doença.

Para Kokron et al. (1993) os traumas articulares prévios, principalmente associados à lesão de ligamentos cruzados ou de meniscos, também estão fortemente relacionadas com desenvolvimento subsequente de OA de joelho. A ligação destes tipos de traumas com OA deve-se em parte ao dano concomitante à cartilagem articular causado pelo próprio mecanismo do trauma.

De acordo com Melo (2003) na osteoartrose de joelho as alterações do líquido sinovial são: o volume de líquido supera os 3,5ml; a viscosidade diminui e há um aumento de até dez vezes no número de leucócitos presentes nele.

Nas alterações radiológicas ocorre diminuição da interlinha articular decorrente do afinamento da cartilagem, esclerose subcondral, osteófitos, erosões e luxações (CIRIMBELLI, 2005; SILVA; MONTANDON; CABRAL, 2008).

A radiologia convencional é mais empregada para avaliação do diagnóstico, da intensidade e da evolução da OA. A ressonância magnética e o ultra-som são os métodos que podem acrescentar sensibilidade às alterações mínimas num curto período na OA (SILVA; MONTANDO; CABRAL, 2008).



**Figura 4** - Exame Radiológico de Joelho com Osteoartrose

Fonte: CIRIMBELLI, 2005

Para Neves et al. (2008) até um terço dos adultos mais velhos entre a população geral mostra evidência radiológica de osteoartrose de joelho (figura 4), no entanto, dois achados de pesquisas populacionais ilustram o porquê de se fazer uma distinção entre síndrome clínica e a radiográfica.

Primeiramente, 50% das pessoas com sinais de osteoartrose de joelho na radiografia não sentem dor, secundariamente, 50% das pessoas que se queixam de dor e que estão na faixa etária ou acima daquela na qual a osteoartrose começa a se tornar comum (cerca de 50 anos) não tem evidência radiográfica desta enfermidade (CAMANHO, 2001; VASCONCELOS; DIAS; DIAS, 2006).

De acordo com Coimbra et al. (2002) abordagem de um paciente com osteoartrose deve sempre envolver uma equipe multidisciplinar que considere todos os componentes envolvidos nesta doença.

O tratamento conservador consiste em melhora do quadro de dor, exercícios que visem manutenção da amplitude de movimentos e exercícios que visem o fortalecimento muscular, assim como o endurance (CIRIMBELLI, 2005; PLAPLER, 1995; SALMANELA, 2003).

O tratamento da OA consiste em três objetivos: aliviar a dor, aumentar a capacidade funcional e deter a progressão da doença. A Fisioterapia emprega a termoterapia e eletroterapia como coadjuvantes no tratamento da dor. Mas, consideramos como mais importante auxílio da fisioterapia os exercícios terapêuticos, pois os artrósicos têm diminuição da mobilidade articular e perda de força, principalmente dos grupos musculares da região da articulação afetada (SILVA; MONTANDON; CABRAL, 2008).

O terapeuta deverá estar apto a escolher técnicas adequadas e seguras para o tratamento da limitação funcional do paciente, pois, o uso indiscriminado de técnicas de mobilização articular quando não são indicadas é potencialmente prejudicial para as articulações do paciente (KISNER; COLBY, 2005).

Os exercícios isométricos são geralmente preferidos no início do tratamento a os isotônicos. Pode também ser composto de alongamento passivo e fortalecimento da musculatura adjacente do joelho, propriocepção, mobilização articular (ALBUQUERQUE, 2004; SILVA; MONTANDON; CABRAL, 2008).

A redução de peso em pacientes obesos é um fator importante no tratamento de OA de articulações, pois estas suportam o peso do corpo. O tratamento farmacológico deve ser multifatorial, uma vez que a prescrição de um agente tera-

pêutico isolado pode não ser suficiente para o controle da dor (CIRIMBELLI, 2005; MARQUES; KONDO, 1998; PEREIRA; RIBEIRO; CICONELLI, 2006).

Nas pessoas que sofrem desta patologia, o excesso de peso pode levar a osteoartrose, esta, poderá se converter num problema crônico e o prognóstico do tratamento conservador será mais reservado; além de proporcionar outros riscos à saúde.

Nesse contexto, a prevenção primária da OA de joelho deveria ser dirigida para aqueles indivíduos com alto risco de desenvolverem a doença. Ou seja, aqueles que apresentassem um ou mais dos seguintes fatores de risco: idade acima de 50 anos, sexo feminino, parente de primeiro grau com osteoartrose, história previa de um grande trauma ou cirurgia no joelho, obesidade ou alguma atividade laboral requerendo do indivíduo longo tempo de permanência ajoelhado ou agachado, assim como carregamento excessivo de peso (BIAZOLI; IZOLA, 2003; TAMEGUSHI et al., 2008).

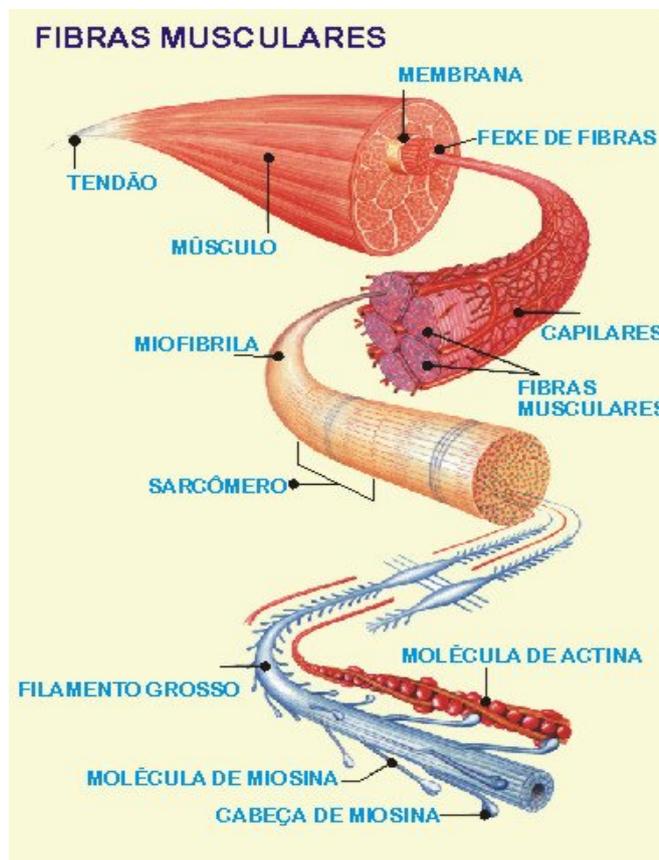
A reabilitação pelo fortalecimento muscular de quadríceps e condicionamento aeróbico é uma abordagem complementar a ser utilizada nos pacientes com osteoartrose de joelho (MELO et al., 2008; NEVES et al., 2008; SILVA; MONTANDON; CABRAL, 2008; TAMEGUSHI, 2008).

O Tratamento conservador utilizando o fortalecimento muscular de quadríceps auxilia no aumento da força do músculo e melhora a função de estabilização dinâmica proporcionada pelo quadríceps na articulação do joelho.

### 3 FORTALECIMENTO MUSCULAR DO QUADRÍCEPS

A contração de um músculo resulta do encurtamento de suas fibras musculares (figura 5), o que por sua vez resulta do encurtamento dos filamentos de actina e miosina, que ativamente deslizam e se encaixa um entre o outro (GUYTON; HALL, 2002).

A zona H representa apenas os filamentos de miosina, pois, na fibra descontraída os miofilamentos de actina penetram parcialmente na faixa A. A linha Z corresponde a várias uniões entre dois filamentos de actina. O segmento entre duas linhas Z consecutivas é chamado de sarcômero e corresponde à unidade contrátil da fibra muscular (GAYTON; HALL, 2002; MC'ARDLE; KATCH; KATCH, 2008).



**Figura 5** - Fibras Musculares

Fonte: [http://www.ck.com.br/materias/2001\\_07\\_arquivos/0701\\_arquivos/20017.jpg](http://www.ck.com.br/materias/2001_07_arquivos/0701_arquivos/20017.jpg)

A contração muscular ocorre com a saída de um impulso elétrico do sistema nervoso central que é conduzido ao músculo através de um nervo. Esse estímulo elétrico desencadeado por um potencial de ação.

De acordo com Prentice e Voight (2003) a contração das fibras musculares esqueléticas é comandada por nervos motores, que se conectam com os músculos através das placas motoras ou junções mioneurais. Com a chegada do impulso nervoso, ocorre liberação de acetilcolina na fenda sináptica, que através da interação com seus receptores faz o sarcolema ficar mais permeável ao sódio, o que resulta em sua despolarização.

Durante a contração muscular o sarcômero diminui, devido à aproximação das duas linhas Z, e a zona H chega a desaparecer. Cada sarcômero pode contrair-se independentemente. Quando muitos sarcômeros se contraem juntos, eles produzem a contração do músculo como um todo. O retículo sarcoplasmático serve como local de reserva de íons  $Ca^{+}$ , que participa do complexo molecular formado pela actina e miosina permitindo que ocorra a contração muscular (MC'ARDLE; KATCH; KATCH, 2008; FOSS; KETAYIAN, 2000).

Opina Guyton e Hall (2002) que a célula muscular quando relaxada tem baixos níveis de cálcio no citoplasma. Quando um impulso nervoso estimula uma célula muscular, ocorrem alterações na permeabilidade da membrana do retículo sarcoplasmático e o cálcio difunde-se para o citoplasma.

No citoplasma, o cálcio forma um complexo com as proteínas contráteis permitindo a contração das miofibrilas uma vez cessado o estímulo, restabelece-se o sistema de transporte ativo do retículo sarcoplasmático e o excesso de  $Ca^{+}$  é "bombeado" para o interior do retículo, cessando assim a contração muscular (MC'ARDLE; KATCH; KATCH, 2008).

O principal objetivo da criação de um programa de fortalecimento e condicionamento é ajudar o paciente aumentar a força muscular e a potência (a depender do caso), a resistência muscular, melhoria da capacidade cardiorrespiratória e os níveis de flexibilidade, com isso diminuindo as chances das novas lesões e manter a funcionalidade (FOSS; KETAYIAN, 2000; GREVE; AMATUZZI, 1999; SHINZATO et al., 1996).

O fortalecimento muscular potencializa as ações de músculos, conseqüentemente, aumenta a capacidade nas respostas das articulações, tendões, ligamentos e melhora da estabilidade dinâmica das articulações.

A melhora funcional obtida por meio de programas de fortalecimento muscular é observada em indivíduos idosos saudáveis e em pacientes com alterações neurológicas. A reabilitação pelo fortalecimento muscular e condicionamento aeróbico é uma abordagem complementar a ser utilizada nesses pacientes (FOSS; KETAYIAN, 2000; GREVE; AMATUZZI, 1999; SALMELA, 2000).

Os déficits de força muscular são responsáveis por alterações funcionais importantes, como deambulação, realização de AVDs, utilização de meios de transporte; limitando, ainda mais, a independência. Sabe-se que após os 65 anos, há uma redução da força muscular, e que tal fator influencia diretamente na independência e funcionalidade dos indivíduos (BATISTA et al., 2003; CABRAL et al., 2008; FOSS; KETAYIAN, 2000; MELO et al., 2008; SALMELA et al., 2003a).

A fraqueza muscular é um problema comum, mas, freqüentemente, tem significados diferentes para indivíduos diferentes. Para alguns, ela significa simplesmente cansaço ou esgotamento. No entanto, na fraqueza muscular verdadeira, um grande esforço não gera uma força normal. A fraqueza pode afetar todo o corpo ou ser limitada a um membro superior, a um membro inferior ou mesmo a uma mão ou um dedo.

Embora a fraqueza possa ser decorrente de problemas musculares, tendinosos, ósseos ou articulares, ela é mais freqüentemente causada por problemas do sistema nervoso. Alguns casos de fraqueza sempre ocorrem após uma doença e, freqüentemente, ocorre em indivíduos idosos.

Fatores fisiológicos (tamanho e tipo de fibras musculares e o arranjo anatômico das alavancas do osso e do músculo) determinam em grande parte o limite superior da força muscular. O sistema nervoso central ativa os motores primários em uma ação específica e exerce também um efeito significativo sobre a capacidade de gerar força máxima (MC'ARDLE; KATCH; KATCH, 2008).

O momento de força caracteriza pela somatória das forças dos músculos, tendões, ligamentos e ossos que estão agindo internamente para opor as forças externas que agem sobre o nosso corpo (FOSS; KETAYIAN, 2000; KIRKWOOD et al., 2007; MC'ARDLE; KATCH; KATCH, 2008).

Três fatores contribuem para o aumento da força com o treinamento de resistência: maior capacidade para o recrutamento das unidades motoras; modificações na eficiência dos padrões de acionamento dos motonêuronios; alterações significativas dentro dos elementos contrateis das fibras musculares. A

sobrecarga muscular de músculos específicos faz aumentar a força e estimula seletivamente à hipertrofia das fibras musculares (FOSS; KETEVIAN, 2000; MC'ARDLE; KATCH; KATCH, 2008).

Existem vários tipos de programas de exercício para desenvolvimento de força, potência e resistência muscular. Entre eles estão os exercícios de resistência progressiva (técnicas de De Lorme e Oxford) e circuitos com pesos (FOSS; KETEVIAN, 2000; KISNER; COLBY 2005).

Para iniciar o treinamento usando a técnica de De Lorme, primeiro se determina a Resistência Máxima (RM), depois o paciente executa três séries com dez repetições cada uma, a primeira com 50% de carga da RM, a segunda com 75% e a terceira com 100% do peso máximo para repetição. O tempo para ser feito cada RM é de 6 segundos e o período de repouso entre cada repetição de 3 segundos. O tempo de repouso é de 2 a 3 minutos entre cada série. A técnica de Oxford foi elaborada para diminuir a possibilidade de fadiga muscular, e a execução de suas séries é de forma inversa a De Lorme (FOSS; KETEVIAN, 2000; KISNER; COLBY, 2005; MC'ARDLE; KATCH; KATCH, 2008).

A técnica de DeLorme tem melhor resultado no fortalecimento muscular de quadríceps de pacientes com osteoartrose de joelho, todavia, essa técnica utiliza exercício resistido progressivo que faz uso facilmente da sobrecarga literalmente aumentado à carga sobre o músculo de acordo com a evolução do paciente (FOSS; KETEVIAN, 2000; KISNER; COLBY, 2005; KRAEMER; HAKKINER, 2004; PRENTICE, 2002).

A força máxima é a capacidade máxima de um músculo ou grupamento muscular de gerar tensão. É frequentemente medida pelo teste de uma repetição máxima (1RM – também designada uma execução máxima), que operacionalmente é definido como a maior carga que pode ser movida por uma amplitude específica de movimento uma única vez e com execução correta. Testes de resistência muscular são aquelas em que diversas contrações são realizadas com cargas submáximas (KISNER; COLBY, 2005; PEREIRA; GOMES, 2003).

O treino de força induz alterações no sistema nervoso central, o qual pode aumentar o número de unidades motoras recrutadas, alterar a frequência de disparo dos motonêuronios, melhorar a sincronia da unidade motora durante determinado padrão de movimento e reduzir ou cancelar gradativamente os impulsos inibitórios permitindo que o músculo atinja níveis mais elevados de força, que geralmente

acontecem na segunda ou terceira semana, para a partir da sexta semana acontecer hipertrofia muscular (GAYTON; HALL, 2002; MC'ARDLE; KATCH; KATCH, 2008; PRENTICE; VOIGHT, 2003).

De acordo com Kisner e Colby (2005) um programa de treinamento com resistência progressiva resulta em aumento na força muscular, mobilidade articular e resistência. A frequência e a intensidade dos exercícios de fortalecimento muscular são variáveis importantes.

Quando o indivíduo começa a treinar, os ganhos iniciais de força são grandes em virtude, principalmente do potencial não aproveitado que está disponível. Os ganhos de força de qualquer pessoa neste início estão vinculados às adaptações psicomotoras e neurais. Durante as primeiras semanas de treinamento, o corpo aprende as habilidades básicas necessárias para realizar o exercício. Novas vias motoras são recrutadas e a pessoa torna-se mais eficiente no exercício (KISNER; COLBY, 2005; MC'ARDLE; KATCH; KATCH, 2008; PRENTICE; VOIGHT, 2003).

À medida que o treinamento prossegue o corpo aprende as tarefas do exercício e torna-se mais eficiente em seus movimentos. Passada esta etapa de ganhos iniciais de força, os ganhos futuros serão baseados em diferentes fatores, como a hipertrofia muscular (aumento da área de seção transversa muscular). Nesse ponto, é importante que o profissional aprimore o programa para atingir o esforço produzido pelo indivíduo. Não podemos jamais esquecer que ao iniciarmos o programa de condicionamento e fortalecimento é importante compreender a abrangência do processo de treinamento de reabilitação (KISNER; COLBY, 2005; PRENTICE; VOIGHT, 2003; SHINZATO et al 1996).

Como regra geral, um músculo aumenta de força quando treinado próximo de sua atual capacidade de gerar força. O treinamento progressivo com pesos como resistência, o treinamento isométrico e o tratamento isocinético são três sistemas comuns de exercícios para treinar os músculos e torna-los fortes (DAVINI et al. 2005; FOSS; KETHEYIAN, 2000; MC'ARDLE; KATCH; KATCH, 2008; SILVA; IMOTO; CROCI, 2007).

Há dois fatores relacionados à velocidade. O primeiro refere-se ao princípio da especificidade do treinamento, na qual a velocidade do exercício deve imitar a da função desejada. O segundo fator é a transferência de treinamento, já que o treino de força em uma determinada velocidade pode proporcionar ganho de força em velocidades de exercícios mais altos e/ou mais baixos. Vale ressaltar a relação

entre repetições e velocidade de execução do exercício, ou seja, quando realizado de forma lenta e com menor número de repetições haverá um maior desenvolvimento de força muscular (FOSS; KETEVIAN, 2000; MC'ARDLE; KATCH; KATCH, 2008).

Há uma relação inversa entre a carga e repetição do treinamento e o número de séries. Assim conforme o treino aumenta, o número de séries deve diminuir. Para o ganho de força e resistência as séries múltiplas são mais eficientes que as séries únicas para iniciantes. Para força deve ser feito um menor número de séries, já para resistência muscular à fadiga o número de séries é maior (KISNER; COLBY, 2005; PRENTICE; VOIGHT, 2003).

Comparando-se a mecanoterapia com a eletroestimulação, verifica-se que a primeira oferece uma maior vantagem no plano de treinamento de força, já que proporciona ao paciente um aprendizado psicomotor, recrutamento sincrônico das unidades motoras, estimula os Órgãos Tendinosos de Golgi para proteger o músculo e diminui o risco de lesão, enquanto que na eletroterapia isso acontece como um auxílio para a mecanoterapia (BORGES et al., 2007; GUYTON; HALL, 2002; LIMA, et al., 2006).

Os exercícios resistidos mecanicamente constituem um estímulo à recuperação do indivíduo, pois, permitem o estabelecimento de um valor inicial a partir da capacidade funcional do indivíduo e, assim, a quantidade de resistência pode ser mensurada quantitativamente, progredindo os protocolos de tratamento para as fases intermediária e avançada da reabilitação (FOSS; KETEVIAN, 2000; KISNER; COLBY, 2005; MC'ARDLE; KATCH; KATCH, 2008).

Dispositivos mecânicos representam um relevante papel no ganho de força muscular. Como consequência a este tipo de treinamento, alterações fisiológicas irão ocorrer; as primeiras são alterações agudas (aprendizado psicomotor) e, posteriormente, alterações crônicas (hipertrofia muscular), que variam de acordo com a predisponibilidade genética (tipo de fibra predominante) e com o sexo, que está relacionado ao fato de os homens possuírem níveis séricos de testosterona maiores que as mulheres (GAYTON; HALL, 2002; MC'ARDLE; KATCH; KATCH, 2008).

Dessa forma, é possível fazer a documentação dos avanços e usá-la como instrumento de motivação quantitativa. Além disso, muitas variáveis como

intensidade, carga, tempo e freqüência podem ser acrescentadas a este programa (CARVALHO et al., 2003; SALMELA et al., 2003a).

A contração concêntrica ocorre quando o músculo se encurta e observa-se movimento articular à medida que a tensão aumenta. A contração excêntrica ocorre quando a resistência externa ultrapassa a força muscular e o músculo se alonga à medida que a tensão aumenta (MC'ARDLE; KATCH; KATCH, 2008; POWERS; HOWLEY, 2005).

Na concêntrica a contração vence a resistência e as fibras musculares se aproximam-se e na excêntrica a resistência vence a contração havendo o distanciamento das fibras musculares.

As contrações musculares concêntricas e excêntricas combinadas aumentam a eficácia do treinamento de resistência no sentido de aprimorar a força muscular e o tamanho das fibras. A contração isométrica ocorre quando um músculo gera força e tenta encurtar-se, mas não consegue superar a resistência externa (MC'ARDLE; KATCH; KATCH, 2008; POWERS; HOWLEY, 2005).

Exercício ativo no qual uma contração muscular dinâmica ou estática é resistida por força externa, aplicada mecânica ou manualmente, é um quesito imprescindível num programa de reabilitação, para se promover a saúde e o bem-estar físico e prevenir o risco de lesões. Ele restaura, melhora ou mantém a força, a potência e a resistência muscular a fadiga entre outros efeitos (PRENTICE; VOIGHT, 2003; POWERS; HOWLEY, 2005).

Para promover ganho de força muscular podem ser usadas as contrações isométrica e isotônica. A contração isométrica é utilizada nos estágios iniciais da reabilitação, usando uma carga de exercícios de 60% a 80% da capacidade de desenvolvimento de força do músculo. O maior empecilho ao treinamento isométrico é a sua fraca transferência para o cotidiano, visto que a maioria das AVDs envolvem contrações excêntricas e concêntricas (DAVINI et al., 2005; SILVA; IMOTO; CROCI, 2007).

A contração isotônica pode ser dividida em concêntrica e excêntrica. Há evidências de que os ganhos de força adaptativos, após um programa de exercícios, pareçam similares, embora uma contração concêntrica máxima produza menos força que uma contração excêntrica. Na contração excêntrica, o alongamento do agonista pode levar à ativação do reflexo de estiramento neste músculo, reforçando o movimento voluntário. Foi observando ainda que um número maior de unidades

motoras precisa ser recrutado para controlar a mesma carga concêntrica do que excêntrica (GAYTON; HALL, 2002; GREVE; AMATUZZI, 1999; MC'ARDLE; KATCH; KATCH, 2008; POWERS; HOWLEY, 2005).

Os procedimentos de treinamento isométricos e isotônicos produzem melhorias substanciais na força, porém os métodos isotônicos oferecem resultados discretamente superiores em termos de força muscular, endurance local e hipertrofia muscular. Vale destacar também, que os exercícios dinâmicos podem ser realizados contra uma resistência constante ou variável, dependendo das necessidades do paciente (GAYTON; HALL, 2002; MC'ARDLE; KATCH; KATCH, 2008; PRETICE; VOIGHT, 2003; POWERS; HOWLEY, 2005).

Lima et al. (2006) dizem que os estudos sobre o tratamento e a reabilitação da força muscular por meio de recursos mecânicos são fragmentados e escassos, com poucas associações entre os aparelhos e os seus respectivos aspectos fisiológicos e biomecânicos, o que dificulta o planejamento e periodização dos exercícios terapêuticos.



**Figura 6** - Fortalecimento Muscular de Quadríceps

Fonte: [http://o2pominuto.uol.com.br/imagens/galeria\\_album/quadriceps\\_2.jpg](http://o2pominuto.uol.com.br/imagens/galeria_album/quadriceps_2.jpg)

O exercício de resistência progressiva utiliza principalmente contrações, a contração excêntrica produz mais força contra resistência do que a contração concêntrica, porque a primeira requer um nível de atividade das unidades motoras para alcançar uma determinada força. Apesar disso o uso de oxigênio é menor nas contrações excêntricas logo este tipo de contração é menos resistente a fadiga (MC'ARDLE; KATCH; KATCH, 2008; POWERS; HOWLEY, 2005; PRENTICE 2002).

Mas o exercício de resistência progressiva concentra-se essencialmente no componente concêntrico, pois as excêntricas são muito utilizadas para a desaceleração do movimento, especialmente sobre as atividades dinâmicas de alta velocidade. Assim sendo o exercício de resistência progressiva é importante incorporar ambas as contrações, devendo o músculo ser sobrecarregado e fatigado tanto concêntrico como excentricamente, para que ocorra um ganho máximo de força muscular.

Os exercícios de fortalecimento muscular têm sua importância, pois a fraqueza dos músculos que envolvem a articulação osteoartrítica contribui para a incapacidade do paciente. Os exercícios isométricos são recomendados inicialmente, por ser bem tolerados pelos pacientes e por ser mínima a probabilidade de causarem inflamação, principalmente se realizados em ângulos articulares que causam menos dor. Além disso, a elevação da pressão intra-articular, através desse tipo de exercício, é pequena e a destruição do osso subcondral também é mínima em relação a outros tipos de exercícios (CARNAVAN, 1998; KRAEMER; HAKKINER, 1999; PRENTICE, 2002)

O fortalecimento muscular de quadríceps em cadeia cinética aberta a 90° de flexão do joelho, há menor estresse femoro-patelar do que a 50°, que por sua vez é menor do que o estresse encontrado a 15°, todavia, trabalhar fortalecimento muscular de quadríceps em pacientes com osteoartrose de joelho será melhor entre 0° e 15° (CARNAVAN, 1998; KAPANDJI, 2000; KRAEMER; HAKKINER, 1999; PRENTICE, 2002).

Os exercícios realizados em CCA produzem menores forças compressivas quando a perna está fletida a aproximadamente 90 graus e maiores forças compressivas quando fletida a menos que 57 graus, em relação aos exercícios em CCF, que geram maiores forças em ângulos de flexão acima de 85 graus. (CABRAL, et al., 2008; GREVE; AMATUZZI, 1999; PRENTICE; VOIGHT, 2003).

Os tratamentos baseados no fortalecimento do músculo quadríceps (figura 6) femoral possibilitam melhoras importantes nos principais sinais e sintomas apresentados pelos pacientes com OA de joelho, não havendo diferenças evidentes entre os realizados em CCA e CCF (CABRAL et al., 2008; CARVALHO et al., 2003; MELO et al., 2008).

Marques e Kondo (1998 apud Fischer 1991) em um estudo realizado com 15 pacientes portadores de osteoartrose que exercitaram três vezes por semana por 30 dias, obtiveram ganho de força muscular; endurance e velocidade de contração, ficando menos dependentes e sem piora da articulação, em um outro estudo realizado com 20 homens e 20 mulheres com mesmo programa de exercício, ocorreu aumento da força muscular do quadríceps e dos posteriores, endurance e diminuição da dor com conseqüente melhora das AVDs.

Alguns casos de fraqueza muscular ocorrem com uma doença e, no caso da osteoartrose de joelho envolve toda a musculatura envolvente, sendo mais enfraquecido o quadríceps, que proporciona insegurança, déficit na deambulação, menor estabilidade articular dinâmica, fadiga muscular, dores no joelho.

O fortalecimento desta musculatura tem como objetivos melhorar o equilíbrio da articulação, maior estabilidade dinâmica, melhora na resistência muscular, traz confiança, melhora na deambulação.

Além dos exercícios de fortalecimento, pode se utilizar a hidroterapia e a estimulação elétrica neuromuscular como adjuvante ao fortalecimento do músculo quadríceps.

O fortalecimento muscular de quadríceps supervisionado por um profissional em fisioterapia contribui para melhorar a funcionalidade da biomecânica da articulação do joelho. Os objetivos e condutas traçadas pelo fisioterapeuta têm como principal função propiciar uma melhor qualidade de vida e auto-estima para o paciente.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A articulação do joelho é fundamental na deambulação e no ortostatismo, portanto, com fraqueza muscular de quadríceps a biomecânica do joelho estará prejudicada.

É importante ressaltar que a osteoartrose é a uma doença reumática comum entre os idosos, o joelho é uma das articulações bem acometidas por esta patologia. Com o envelhecimento da população as patologias degenerativas tendem aumentar, e quando não tratada adequadamente pode levar a incapacidade física, quedas, imobilização devido às dores e perda da força muscular, tornando-se assim um grande problema de saúde pública.

O fortalecimento muscular busca o equilíbrio dinâmico e potencializa as ações dos músculos, conseqüentemente, aumenta a capacidade nas respostas das articulações, tendões, ligamentos e da maioria dos sistemas, o foco deste estudo foi o fortalecimento muscular de quadríceps e sua aplicação no tratamento da osteoartrose de joelho.

O presente estudo teve a pretensão de buscar novas pesquisas relacionadas sobre a temática, todavia espera-se que contribua com todos aqueles que possuem algum tipo de interesse nessa área e desperte realmente a ampliação nesse campo de estudo por um número maior de pesquisadores.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, G. **Análise da eficácia de um protocolo de intervenção fisioterapêutica em pacientes acometidos por osteoartrite de joelho**. 2004. 136f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Curso de Fisioterapia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2004.

ALEXANDRE, T. S.; CORDEIRO, R. C.; RAMOS, L. R. Fatores associados à qualidade de vida em idosos com osteoartrite de joelho. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 326-332, out./dez. 2008.

AMADIO, A. C. et al. **Introdução à Biomecânica para Análise do Movimento Humano: Descrição e Aplicação dos Métodos de Medição**. São Paulo. [2000]. Artigo do Laboratório de Biomecânica, Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.cemafe.com.br/AULA%20-%20biomec%C3%A2nica1%20-%20Campos.pdf>. Acesso em 30 ago. 2009.

BATISTA, M. A. B. et al. Potencialização: a influência da contração muscular prévia no desempenho da força rápida. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 11, n. 2, p. 07-12, jun. 2003.

BIAZOLI, M. Z.; IZOLA, L. N. T. Aspectos gerais da reabilitação física em pacientes com osteoartrose. **Revista Brasileira de Medicina**, São Paulo, v. 60, n. 3, p. 133-136, mar. 2003.

BORGES, F. S. et al. Parâmetros de modulação na eletroestimulação neuromuscular utilizando corrente russa - Parte 1. **Revista Fisioterapia Ser**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 1-10, jan./mar. 2007.

CABRAL, C. M. N. et al. Fisioterapia em Pacientes com Síndrome Fêmoro-Patelar: Comparação de Exercícios em Cadeia Cinética Aberta e Fechada. **Acta Ortopédica Brasileira**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 180-185, jul./set. 2008.

CAMANHO, G. L. Tratamento da osteoartrose do joelho. **Revista Brasileira de Ortopedia e Traumatologia**, São Paulo, v. 36, n. 5, p. 135-140, maio. 2001.

CARNAVAN, P. K. **Reabilitação em Medicina Esportiva: um guia abrangente**. Rio de Janeiro: Manole, 1998.

CARVALHO, J. et al. Efeito de um programa de treino em idosos: comparação da avaliação isocinética e isotônica. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 74-84, jan./jun. 2003.

CIPRIANO, J. J. **Manual fotográfico de testes ortopédicos e neurológicos**. Tradução de Sonia Bidutte. 4 ed. Barueri: Manole, 2005.

CIRIMBELLI, L. G. **Tratamento hidroterapêutico na artrose de joelho: estudo de caso**. 2005. 85f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Curso de Fisioterapia, Universidade de Sul Santa Catarina, Santa Catarina, 2005.

CLELAND, J. **Netter Exame Clínico Ortopédico: Uma Abordagem Baseada em Evidências**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

COIMBRA, I. B. et al. Consenso brasileiro para o tratamento da osteoartrite (artrose). **Revista Brasileira de Reumatologia**, São Paulo, v. 42, n. 6, p. 371-374, nov./dez. 2002.

DAVINI, R. et al. Avaliação da atividade eletromiográfica, da força muscular e da função em paciente submetido à reabilitação do ligamento cruzado anterior por meio do protocolo acelerado modificado. **Revista Ciência Médica**, Campinas, v. 14, n. 5, p. 461-469, set./out. 2005.

EGRI, D.; BATTISTELLA, L. R.; YOSHINARI N. H. O envelhecimento da cartilagem articular. **Revista Brasileira de Reumatologia**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 45-48, jan./fev. 1999.

ELIAS, L. A. et al. Relação entre a força de extensão do joelho e a atividade mioelétrica dos componentes do quadríceps. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, 21**. Salvador. Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica, 2008. p. 104-109.

EVANS, R. C. O Joelho. In \_\_\_\_\_ **Exame Físico Ortopédico Ilustrado**. 2 ed. Barueri: Manole, 2003. Cap. 11.

FACCI, L. M.; MARQUETTI, R.; COELHO, K. C. Fisioterapia aquática no tratamento da osteoartrite de joelho: série de casos. **Fisioterapia em Movimento**, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 17-27, jan./mar. 2007.

**FIBRAS MUSCULARES.** Disponível em: <[http://www.ck.com.br/materias/2001\\_07\\_arquivos/0701\\_arquivos/20017.jpg](http://www.ck.com.br/materias/2001_07_arquivos/0701_arquivos/20017.jpg)>. Acesso em 10 outubro 2009. il. color.

**FORTALECIMENTO MUSCULAR DE QUADRICEPS.** Disponível em: <[http://o2porminuto.uol.com.br/imagens/galeria\\_album/quadriceps\\_2.jpg](http://o2porminuto.uol.com.br/imagens/galeria_album/quadriceps_2.jpg)>. Acesso em 10 outubro 2009. il. color.

FOSS, M. L.; KETEVIAN, S. K. Desenvolvimento da Força Muscular, Endurance e Flexibilidade. In \_\_\_\_\_ **Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. Cap. 13.

GOLDING, D. N. Osteoartrite (Osteartrose). In \_\_\_\_\_ **Reumatologia em Medicina e Reabilitação**. São Paulo: Atheneu, 2001. Cap. 16.

GREVE, J. M. D. A.; AMATUZZI, M. M. (org.) **Medicina de Reabilitação Aplicada à Ortopedia e Traumatologia**. São Paulo: Roca, 1999.

GUYTON, A. C; HALL, J. E. Contração do Músculo Esquelético. In: \_\_\_\_\_ **Tratado de Fisiologia Médica**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2002. Cap. 6.

HERBERT, S. X.; R. PARDINI, A. G.; FILHO, T. E. P. B. (org.) **Ortopedia e Traumatologia: Princípios e Prática**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2003.

**JOELHO.** Disponível em: <[http://www.abc.esp.br/fotos/materias/lig\\_joelho.jpg](http://www.abc.esp.br/fotos/materias/lig_joelho.jpg)>. Acesso em 01 outubro 2009. il. color.

KAPANDJI, A. I. **Fisiologia Articular**. 5. Ed. São Paulo: Panamerica, 2000. v. 2

KIRKWOOD, R. N. et al. Análise Biomecânica das Articulações do Quadril e Joelho Durante a Marcha em Participantes Idosos. **Acta Ortopédica Brasileira**, São Paulo, v. 15, n. 5, p. 267-270, nov./dez. 2007.

KISNER, C.; COLBY, L. A. (org.) **Exercícios Terapêuticos: Fundamentos e Técnicas**. 4. ed. Barueri: Manole, 2005.

KOKRON, A. E. V. et al. Seria o ligamento cruzado posterior o principal estabilizador do joelho? **Revista Brasileira de Ortopedia e Traumatologia**, São Paulo, v. 28, n. 6, p. 393-397, jun. 1993.

KRAEMER, W. J.; HAKKINER, K. **Treinamento de Força para o Esporte**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

LIMA, A. P. T. et al. Mecanoterapia e fortalecimento muscular: um embasamento seguro para um tratamento eficaz. **Revista Saúde.Com**, Jequié, v. 2, n. 2, p. 143-152, ago./dez. 2006.

LIMEIRA, S. C. **Benefícios dos exercícios contra-resistidos para idosos com osteoartrose de joelho**. 2002. 8f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação)-Pós-graduação em Educação Física, Universidade Gama Filho, Brasília, 2002.

MARQUES, A. P.; KONDO, A. A fisioterapia na osteoartrose: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Reumatologia**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 83-90, mar./abr. 1998.

MARX, F. C. et al. Tradução e Validação Cultural do Questionário Algo funcional de Lequesne para Osteoartrite de Joelhos e Quadrís para a Língua Portuguesa. **Revista Brasileira de Reumatologia**, São Paulo, v. 46, n. 4, p. 253-260, jul./ago. 2006.

MC'ARDLE, W. D.; KATCH, F. L.; KATCH, V. L. Força muscular: Treinando os Músculos para se tornarem mais fortes. In \_\_\_\_\_. **Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. Cap. 22.

MELO et al. Avaliação da força muscular de flexores e extensores de joelho em indivíduos com e sem osteoartrose. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 10, n. 4, p. 335-340, out./dez. 2008.

MELO, R. G. O líquido sinovial. **Acta Reumatológica Portuguesa**, Lisboa, v. 28, n. 4, out./dez. 2003.

NEVES, E. B. et al. Desenvolvimento de instrumentos de apoio ao diagnóstico e acompanhamento da osteoartrite em pára-quedistas militares. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, 21**. Salvador. Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica, 2008. p. 661-664.

PAIZANTE, G. O.; KIRKWOOD, R. N. Reeducação Proprioceptiva na Lesão do Ligamento Cruzado Anterior. **Revista Meio Ambiente e Saúde**, Manhuaçu, v. 2, n. 1, p. 123-135, jul./ago. 2007.

PALMER, M. L.; EPLER, M. E. Joelho. In \_\_\_\_\_ **Fundamentos das técnicas de avaliação Musculoesquelética**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. Cap. 13.

PAOLILLO, R. F.; PAOLILLO, R. A.; CLIQUET A. Respostas cardio-respiratórias em pacientes com traumatismo raquimedular. **Acta Ortopédica Brasileira**, São Paulo, v. 13, n. 3, p.149/152, abr./maio. 2005.

PEREIRA H. L. A.; RIBEIRO S. L. E.; CICONELLI R. M. Tratamento com Antiinflamatórios Tópicos na Osteoartrite de Joelho. **Revista Brasileira de Reumatologia**, São Paulo, v. 46, n. 3, p. 188-193, maio/jun. 2006.

PEREIRA, M. I. R.; GOMES, P. S. C. Testes de força e resistência muscular: Confiabilidade e predição de uma repetição máxima - Revisão e novas evidências. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v. 9, n. 5, p. 325-335, set./out. 2003.

PLAPLER, P. G. Reabilitação do joelho. **Acta Ortopédica Brasileira**, São Paulo, v. 3, n. 4, p. 1-5, out./dez. 1995.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. Treinamento para o desempenho. In \_\_\_\_\_ **Fisiologia do Exercício: Teoria e aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho**. 5 ed. Barueri: Manole, 2005. Cap. 21.

PRENTICE, W. E. **Técnicas de reabilitação em Medicina Esportiva**. 3 ed. São Paulo: Manole, 2002.

PRENTICE, W. E; VOIGHT, M. L. **Técnicas em Reabilitação Musculoesquelética**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

**QUADRÍCEPS**. Disponível em:  
<<http://www.fitstep.com/Advanced/Anatomy/Graphics/quadriceps-anatomy.jpg>>.  
Acesso em 01 outubro 2009. il. color.

RESENDE, M. U.; GOBBI, R. G. Tratamento medicamentoso da osteoartrose do joelho: drogas modificadoras da doença. **Revista Brasileira de Ortopedia e Traumatologia**, São Paulo, v. 44, n. 1, p. 14-19, jan./fev. 2009.

SALMELA, L. F. T. et al. Fortalecimento muscular e condicionamento físico em hemiplégicos. **Acta Fisiátrica**, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 108-118, dez. 2000.

SALMELA, L. F. T. et al. Musculação e condicionamento aeróbio na performance funcional de hemiplégicos crônicos. **Acta Fisiátrica**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 54-60, ago. 2003a.

SALMELA, L. F. T. et al. O impacto da movimentação passiva contínua no tratamento de pacientes submetidos a artroplastia total de joelho. **Acta Fisiátrica**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 21-27, mar. 2003b.

SCHNITZER, T.; LANE, N. E. Osteoartrite. In: GOLDMAN, L.; AUSIELLO, D. **Cecil Tratado de Medicina Interna**. 22. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. v. 2, Cap. 287.

SHINZATO, G. T. et al. Protocolo de Avaliação Funcional de Joelho em Patologias Ortopédicas. **Acta Fisiátrica**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 30-36, abr. 1996.

SILVA, A. L. P.; IMOTO, D. M.; CROCI, A. T. Estudo comparativo entre a aplicação de crioterapia, cinesioterapia e ondas curtas no tratamento da osteoartrite de joelho. **Acta Ortopédica Brasileira**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 204-209, set./out. 2007.

SILVA, N. A.; MONTANDON, A. C. O. S.; CABRAL, M. V. S. P. Doenças osteoarticulares degenerativas periféricas. **Einstein**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 21-28, out./dez. 2008.

SKARE, T. L. Osteoartrite (Osteoartrose). In \_\_\_\_\_ **Reumatologia Princípios e Prática**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. Cap. 8.

SKHARE, T. L. **Reumatologia: Princípios e Práticas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.

SMITH, L. K.; WEISS, E. L.; LEHMKUHL, L. D. **Cinesiologia Clínica de Brunnstrom**. Tradução de Nelson Gomes de Oliveira. 5 ed. Barueri: Manole, 1997.

TAMEGUSHI, A. S. et al. Capacidade Funcional de Idosos com Osteoartrite de Joelhos e Quadril. **Revista Espaço para a Saúde**, Londrina, v. 9, n. 2, p. 08-16, jun. 2008.

TEIXEIRA, L. F.; OLNEY, S. J. Interferência do Alinhamento na Performance Biomecânica do Joelho Durante a Marcha em Pacientes com Osteoartrite. **Acta Fisiátrica**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 20-29, nov./dez. 1996.

**TESTE DE LACHMAN.** Disponível em: <<http://www.mhhe.com/hper/phyped/athletictraining/illustrations/ch20/20-16.jpg>>. Acesso em 18 setembro 2009. il. color.

VASCONCELOS, K. S. S.; DIAS, J. M. D.; DIAS, R. C. Relação entre intensidade de dor e capacidade funcional em indivíduos obesos com osteoartrite de joelho. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 10, n. 2, p. 213-218, jan./fev. 2006.

WANNMACHER, L. Osteoartrose de joelhos Parte I: Evidências sobre abordagens não-medicamentosas. **Organização Pan-Americana da Saúde/ Organização Mundial da Saúde**, Brasília, v. 3, n. 3, p. 1-6, fev. 2006a.

WANNMACHER, L. Osteoartrose de joelhos Parte II: Evidências sobre abordagens não-medicamentosas. **Organização Pan-Americana da Saúde/ Organização Mundial da Saúde**, Brasília, v. 3, n. 4, p. 1-6, mar. 2006b.

WEINSTEIN, S. L.; BUCKWALTER, J. A. **Ortopedia de Turek: Princípios e sua Aplicação**. 5. ed. Barueri: Manole, 2000.