

EDUARDO AYUB LOPES

JOELHO 1 x PROFESSOR 0

O joelho e suas nuances

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA
2000**



EDUARDO AYUB LOPES

JOELHO 1 x PROFESSOR 0

O joelho e suas nuances

Monografia apresentada na Faculdade de Educação Física como exigência parcial para a obtenção do certificado de graduação em Bacharel em Treinamento Esportivo da Universidade Estadual de Campinas, sob a orientação do Ricardo Luis Salvaterra Guerra.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA
2000**

AGRADECIMENTOS

Neste momento é interessante observar todos que nos circunda, pois estes mostram na verdade o que é a amizade real, a simplicidade de sermos simples amigos, no seu mais profundo significado.

O meu agradecimento a todos que me acompanham nesta longa jornada em busca do sucesso, que acreditam em mim e me dão aquela força básica.

Em especial aos meus pais e a minha irmã que já partiram da nossa existência carnal, mais ainda estão muito presentes dentro do meu coração.

**O mais engraçado da vida
é que levamos um tempão
para poder entender as coisas,**

e

**depois estas se tornam simples
e notamos**

**que o tempo que foi despendido
para tal conscientização foi grande demais
e poderia ter sido utilizado de outra forma
talvez mais produtiva.**

**Mas infelizmente ou felizmente tudo acontece no seu tempo...
Não adianta atropelar os acontecimentos.**

Eduardo A. Lopes, janeiro de 2001.

RESUMO

Quando iniciei o estudo sobre o tema relativo a este trabalho objetivei reunir alguns conceitos básicos sobre a articulação do joelho, não por ser a mais complexa mais sim por ser uma articulação que freqüentemente apresenta algumas alterações. E no decorrer das minhas visitas às academias, centros de treinamento, notei que faltavam algumas informações que eram fundamentais para quem lidava com o ser humano no seu dia-a-dia. Então Fiz um levantamento da literatura que abordava com seriedade o assunto e apresentarei a seguir alguns dos meus achados, que abordam a articulação do joelho no que diz respeito a anatomia, a cinesiologia e a biomecânica, para finalizar fiz um breve estudo sobre a mesa romana extensora baseado nos dados anteriormente obtidos. Espero humildemente que tenha contribuído para enriquecer de alguma forma os conhecimentos nesta área.

Sumário

1.0	Introdução.....	08
2.0	Objetivo.....	10
3.0	Justificativa.....	11
4.0	Artrologia.....	12
	Artrologia geral.....	12
	Artrologia da articulação do joelho.....	17
	Articulação tíbio-femoral.....	19
	Arcabouço ligamentar.....	22
	Ligamentos extra-capsulares.....	22
	Ligamentos intra-capsulares.....	24
	Estruturas intra-articulares.....	27
	Meniscos.....	27
	Bolsa sinoviais.....	29
	Articulação patelo-femoral.....	30
	Articulação tíbio-fibular.....	32
5.0	Estudo da movimentação da articulação do joelho.....	33
6.0	Biomecânica e cinesiologia da articulação do joelho.....	35
	Sua arquitetura.....	35
	O estudo aplicado dos movimentos.....	38
	Artrocinemática.....	43
	Análise postural.....	44
7.0	Músculos que atuam na articulação do joelho.....	46
	Extensores.....	46
	Flexores.....	50
	Rotadores.....	53
	Músculo articular do joelho.....	54
8.0	Estudo do exercício de extensão do joelho mesa romana extensora.....	55
9.0	Conclusão final.....	60
10.0	Referências bibliográficas.....	61

Lista das figuras

Figura 1. figura do exercício na mesa romana extensora.....	22
Figura 2. foto da mesa romana extensora	23

1. INTRODUÇÃO

A articulação do joelho é a mais acometida em lesões, o que leva muitos a estudarem suas peculiaridades de forma profunda.

Seu relacionamento é complexo em toda sua extensão articular, muscular, tecidos conjuntivos e sua movimentação peculiar. Além disto há todo um contexto interarticular com a articulação do quadril e do tornozelo.

Nas academias encontramos várias dificuldades em indicar com toda a convicção qual é o exercício mais indicado para cada caso de cada aluno, qual é a musculatura que está sendo solicitada em um movimento, quais são os riscos de um certo movimento e assim por diante.

Longe de ao menos tentar sanar todas as dúvidas ou de deixá-los repletos de certezas, este trabalho mediante ao levantamento literário possibilita mais um referencial teórico a ser consultado.

2. OBJETIVO

O objetivo central deste trabalho seria através da literatura mais conhecida desmistificar a articulação do joelho.

De demonstrar as relações articulares, (fêmur, tíbia, fibula e patela), musculares e suas ativações e desativações relacionadas com os movimentos em suas distintas amplitudes.

Propor metodologicamente um referencial literário de base para se desenvolver programas mais científicos e inteligentes aos clientes freqüentadores dos centros de treinamentos.

E finalmente é apresentado um breve estudo da mesa romana extensora baseado no que foi levantado na literatura.

3. JUSTIFICATIVA

A idéia deste trabalho surgiu a partir das várias dúvidas e certezas que rondavam a atmosfera cerebral minha e dos meus colegas de profissão.

Onde discutíamos por horas sobre alguns destes assuntos que serão abordados a seguir.

Até mesmo em congressos, cursos e mesas redondas, vários destes assuntos são pautas de discussões infundáveis. Até por que existem muitas controvérsias, inclusive na literatura especializada.

Nada mais divertido e estimulante poderia gerar esta curiosidade para aprofundar a pesquisa neste tema 'joelho'.

4.0 Artrologia.

Artrologia geral

A função da articulação além de unir as peças ósseas é fundamentalmente permitir que haja uma mobilidade específica de cada articulação. (Dangelo,1988). No caso específico do joelho tem uma amplitude de movimento de 150°. segundo a associação médica americana, realizando esta medida em decúbito ventral. (Norkin,1997)

Neste tipo de articulação, sinoviais ou diartroses, encontramos algumas estruturas básicas que a constituem. Dentre estes constituintes estão: o líquido sinovial, a cápsula articular, cartilagem articular e a cavidade articular. (Dangelo,1988).

O líquido sinovial tem em sua composição mucopolissacarídeos (Gardner,1978), dando origem ao ácido hialurônico que lhe confere a viscosidade necessária para sua função lubrificante. Sugere-se que o líquido sinovial é um filtrado do sangue, originando-se então na membrana sinovial. (Dangelo,1988).

As funções do líquido sinovial são: promover o deslizamento entre as superfícies articulares, sem promover, no entanto grande atrito ou desgaste, distribuir uniformemente as pressões intra-articulares, absorver impactos, nutrir estruturas intra-articulares como a cartilagem articular (Gardner,1978).

Nos casos de sinovites (inflamações da articulação) ocorre dentre vários eventos o aumento do volume do líquido sinovial, que denominamos como edema. Este fato distende as estruturas intra-articulares e periarticulares, levando a um quadro álgico e perda da função. Na verdade é um método de proteção do organismo, que tem o intuito de evitar ou pelo menos diminuir a mobilidade no local para que o indivíduo faça um repouso regional. (Camanho,1996).

A cápsula articular é um tecido fibroso, resistente e reforçado por ligamentos em certos pontos. (Dangelo,1988).

Tem por funções básicas: a limitação da amplitude de movimento, impedir movimentos em planos indesejáveis e a união das peças ósseas através de uma fixação as epífises ósseas, mas especificamente na lâmina do disco epifisial, estruturas estas intra-articulares (Gardner,1978). Devemos dar a devida importância às informações descritas anteriormente, principalmente nos casos de lesões.

Realiza ainda a cápsula articular a função de contenção das estruturas intra-capsulares, como um manguito envolvendo a articulação. É formada por dois folhetos: um externo a membrana fibrosa e um interno a membrana sinovial que é altamente vascularizada e inervada. (Dangelo,1988).

Especificamente na articulação do joelho há um espessamento da cápsula articular, este se interpõem na articulação quando em movimento

causando um pinçamento capsular com conseqüente reação inflamatória, a isso denominamos plica sinovial. (Camanho,1996).

Os ligamentos se dividem em: intra-articulares, extra-capsulares e aqueles que são verdadeiros espessamentos da cápsula articular. As funções básicas destes são: unir as peças ósseas, através de uma fixação a estas, a limitação da amplitude de movimento e a função de impedir movimentos em planos indesejáveis. (Dangelo,1988).

Nos casos de imobilização prolongada e permanente a capsula articular sofre um processo de fibrose onde a amplitude de movimento torna-se limitada. (Dangelo,1988).

Uma das principais funções dos ligamentos e cápsula estão relacionados com a propriocepção. Isto pode ser observado quando são realizados movimentos bruscos em planos indesejáveis ou acima do limite articular. (Gardner,1978).

Desta forma estas estruturas funcionam como protetores articulares, ou melhor, sensores, que indicam quaisquer excessos na amplitude de movimento articular, na verdade quando expostos aos stresss acionam os verdadeiros protetores articulares, os músculos. No entanto quando a contração muscular é ineficiente ocorrem as lesões ligamentares, podendo se apresentar de forma total ou parcial.

A cavidade articular é na verdade virtual, pois é preenchida pelo líquido sinovial. (Dangelo,1988).

Superfície articular é a porção do osso onde haverá contato articular, portanto é uma superfície lisa e polida, esta característica pode ser alterada em casos de fraturas intra-articulares onde não houve êxito no realinhamento. (Dangelo,1988). O que futuramente estará susceptível ao desenvolvimento de desgastes articulares denominados como osteoartrose. (Salter,1985).

Sobre a superfície articular há um revestimento conhecido como cartilagem articular. (Dangelo,1988).

A cartilagem articular é uma cartilagem do tipo hialina, (Gene-ser,1987), nesta estrutura não houve ossificação como no osso sub-condral, que é o osso que se encontra em uma situação profunda em relação a cartilagem articular. (Dangelo,1988).

Possui propriedades elásticas, mas com grande resistência. Quando sofre compressão torna-se delgada e ao cessar o estímulo retorna lentamente, esse fenômeno intermitente é gerador do espessamento da cartilagem articular com conseqüente absorção de líquido sinovial e nutrição local. (Gardner,1978).

A redução da mobilização articular como nas imobilizações prolongadas e nos casos de fraturas intra-articulares pode levar à fibrose da cartilagem articular.(Comarck,1991).

Não há inervação na cartilagem articular, pois se houvesse se tornaria impossível realizar saltos devido à dor que ocasionaria na fase de aterrissagem proporcionada pelo impacto.(Dangelo, 1988).

O processo de regeneração da cartilagem articular fica um tanto comprometido quando não totalmente, devido a sua característica de ser uma estrutura avascular. A sua nutrição é advinda do osso sub-condral e do líquido sinovial o que dificulta a recuperação. (Dangelo,1988).

Esta estrutura é acometida não raramente por um processo de degeneração onde sua espessura é diminuída o que denominamos como osteoartrose, a imagem radiográfica apresenta uma diminuição da fenda articular.(Salter,1995).

Os discos e meniscos são elementos fibrocartilagíneos, intra-articulares. Geram uma melhor congruência articular, adaptando as superfícies articulares entre si, proporcionando uma maior estabilidade estática (Gardner,1978). Destinam-se também a absorção de impactos. (Dangelo,1988).

Artrologia da articulação do joelho

No estudo da anatomia classificamos a articulação do joelho como sendo uma articulação sinovial, que tem por característica uma mobilidade ampliada em relação aos tipos fibrosas e cartilagosas. Isto ocorre devido ao fato de não haver tecido conjuntivo interpondo-se entre as superfícies articulares. (Dangelo,1988).

É através da articulação do joelho que se torna possível agachar, deambular com um dispêndio de energia menor, além disto sustenta na marcha uma sobrecarga de 4 a 6 vezes o peso corporal. (Smith,1997).

A articulação do joelho é uma articulação composta, ou seja, formada por três ossos: o fêmur e a tíbia que são ossos do tipo longo, formando entre si um ângulo de 10°. a 12°. numa vista antero-posterior (Gardner,1978), e a patela que é um osso do tipo sesamóide intra tendineo. (Dangelo,1988).

O fêmur e a tíbia formam este ângulo de valgismo fisiológico descrito acima, entretanto no sexo feminino este ângulo é ligeiramente acentuado devido à pelve feminina portar um diâmetro latero-lateral aumentado. Podendo atingir no Maximo 20°. (Smith,1997).

Há ainda um quarto osso longo a fíbula. Entretanto não possui contato direto na articulação do joelho, mas nem por isso deixa de ser importante na constituição e dinâmica articular. (Bienfait,1987). Por exemplo nela esta fixada o músculo bíceps femoral e o ligamento colateral lateral da articulação do joelho.

Articulação tíbio-femoral

A articulação entre a tíbia e o fêmur é a maior do corpo humano. Os contatos articulares são entre os côndilos laterais e mediais do fêmur e as glenóides dos côndilos mediais e laterais da tíbia. (Dangelo,1988).

A construção do fêmur e da tíbia em concavidade posterior é o que proporciona a flexão máxima da articulação dando espaço para acomodar a massa muscular. (Kapandji,1990).

Os côndilos femorais em sua arquitetura são um tanto diferentes, o côndilo interno diverge mais em relação ao eixo antero-posterior ou sagital do joelho. É um côndilo mais estreito e sua ranhadura entre a tróclea e o côndilo femoral é mais acentuada. (Kapandji,1990).

A cápsula articular é mais densa nas regiões lateral e medial, entretanto nas regiões anterior e posterior é mais delgada o que permite o movimento de flexo-extensão. (Dangelo,1988).

Lateralmente a cápsula articular forma em seu desdobramento os fundos de sacos latero-rotulianos. (Kapandji,1990).

Na região posterior a cápsula possui uma característica: com uma textura membranosa, sua inserção que se localiza logo abaixo da inserção dos gastrocnêmios e acima da cartilagem articular condiliana.(Kapandji,1990).

A loja posterior da articulação do joelho é extremamente resistente é através desta que se limita a extensão ou hiperextensão desta articulação, sendo reforçada por várias estruturas fibrosas como veremos no parágrafo seguinte. (Kapandji,1990).

As estruturas que reforçam a articulação do joelho posteriormente são: os ligamentos colaterais e cruzado postero-interno da articulação do joelho, as capas condilares (onde se insere os músculos gastrocnêmicos), internamente o ligamento poplíteo oblíquo e externamente o leque fibroso que se estende da apófise estilóide da fibula, chamado de ligamento poplíteo arqueado. (Kapandji,1990).

O leque fibroso citado acima é constituído pelo ligamento lateral externo curto que forma o feixe externo. Se inserindo proximalmente na capa condiliana externa e no sesamóide do gastrocnêmio lateral. E pelo feixe interno cujas fibras inferiores formam o ligamento poplíteo arqueado, onde se introduz o músculo poplíteo, chamada também de arcada do poplíteo. (Kapandji,1990).

Apesar de que Kapandji,1990 cita trabalhos científicos onde relata que é o ligamento cruzado antero externo é a estrutura que mais se tensiona na hiperextensão. Sendo assim esta estrutura também é um protetor da loja posterior da articulação do joelho.

Ativamente temos os músculos da pata de ganso (semitendinoso, grácil e o sartório), o bíceps femoral e os gatrocnêmios que se opõe a hiperextensão. (Kapandji,1990).

Na região anterior a cápsula articular é substituída parcialmente pelo tendão patelar, pelo tendão do quadríceps e pela patela. Na região da fossa troclear forma-se com seu desdobramento o fundo de saco sub-quadricepsal. (Kapandji,1990).

Nas faces axiais dos côndilos a cápsula mantém contato com a cartilagem articular em toda extensão da fossa inter-condilar, com contato íntimo com os ligamentos cruzados. (Kapandji,1990).

A fixação da cápsula articular no fêmur é localizada em torno das margens das superfícies articulares dos côndilos (linha interarticular). Na tíbia se fixa nas bordas dos côndilos sendo que na região anterior se prolonga ao longo da linha oblíqua até alcançar a tuberosidade tibial. Nas inserções distais possuem uma íntima relação com os ligamentos coronários meniscais (Gardner,1978), o que devemos nos atentar, pois é de extrema importância no caso de lesões.

Nota-se em uma vista posterior do joelho que a membrana sinovial sofre uma fenda na inserção proximal do músculo poplíteo, mas esta é reforçada pelo ligamento arqueado. Nesta região há um outro reforço o ligamento oblíquo, que na realidade é uma expansão do tendão do músculo semimenbranoso. (Dangelo,1988).

Entre a face anterior distal do fêmur e o tendão do quadríceps a cápsula articular deixa de existir, formando uma prega da membrana sinovial chamada como bolsa supra patelar. (Dangelo,1988).

O arcabouço ligamentar

Ligamentos extras capsulares

Os ligamentos colaterais mediais e lateral da articulação tíbio-femoral proporcionam uma estabilidade estática ao stress articular em valgo ou varo (adução ou abdução respectivamente) ou um stress no sentido latero-lateral, esta é dada como uma função primária. (Dangelo,1988).

A cápsula articular é reforçada por estes ligamentos que mutuamente se ajudam para estabilizar a articulação do joelho em extensão. (Kapandji,1990).

A fixação do ligamento colateral medial do joelho se entende do epicôndilo medial do fêmur na sua porção proximal até a região superior da face antero-medial da tíbia na sua porção distal. No plano profundo voltado para linha interarticular há uma íntima fixação com menisco medial e a cápsula articular. (Dangelo,1988).

O ligamento colateral medial tem sentido antero-inferior. (Kapandji,1990).

O ligamento colateral lateral do joelho se fixa no epicôndilo lateral do fêmur proximalmente e distalmente na cabeça da fíbula. Tem a forma de um cilindro como um cordão, não mantendo ligações com nem uma estru-

tura na sua região intermediária, separando-se da cápsula articular por meio de um tecido adiposo. (Dangelo,1988).

O sentido do ligamento colateral lateral é postero-inferior. (Kapandji,1990).

Os traumas na região lateral do joelho causam um stress em abertura na região medial do joelho estirando o ligamento colateral medial, podendo causar uma ruptura deste, este mecanismo é contido primariamente pelos músculos da pata de ganso que nos casos onde o impacto é mais violento podem também se danificar. (Kapandji,1990).

Enquanto que inversamente os traumas na região medial do joelho causam um stress em abertura na região lateral do joelho estirando o ligamento colateral lateral, podendo causar uma ruptura, este mecanismo é contido primariamente pelo músculo tensor da fáscia lata que nos casos onde o impacto é mais violento podem também se danificar. (Kapandji,1990).

Ligamentos intra articulares

Os ligamentos cruzados sugere-se que são populares devido ao numero elevado de lesões que são verificadas.

São responsáveis pela estabilidade estática do joelho no sentido antero-posterior, conhecidos com: ligamento cruzado anterior e ligamento cruzado posterior. (Dangelo,1988).

Ambos se fixam na fossa inter-condilar do fêmur proximalmente e distalmente nas eminências inter-condilares anterior e posterior da tibia respectivamente. As suas fixações fazem com que eles se cruzem no plano sagital e frontal, o que gera suas denominações. Na vista superior são paralelos. (Smith,1997).

De forma mais específica o ligamento cruzado anterior tem sua inserção proximal no côndilo femoral interno enquanto o ligamento cruzado posterior tem sua inserção proximal no côndilo externo femoral. (Kapandji,1990).

O ligamento cruzado anterior é torcido sobre ele mesmo. Deve receber a denominação de ligamento cruzado antero externo, pois suas fibras inserem-se distalmente na região anterior da tibia e proximalmente no côndilo lateral do fêmur na face axial, seu direcionamento da tibia para o fêmur é superior, posterior e lateral. (Kapandji,1990).

Na sua inserção na tíbia emite expansões para o menisco medial no seu corno anterior. (Dangelo,1988).

A constituição do ligamento cruzado antero-externo é realizada através de três feixes: o antero-interno, o intermediário e o postero-externo. (Kapandji,1990).

O feixe antero interno é o mais lesado e o postero-externo é o mais resistente. (Kapandji,1990).

O ligamento cruzado posterior é retro espinhal, ou seja, esta inserido distalmente posterior a espinha inter-condilar posterior da tíbia, ultrapassando o limite do platô tibial. No fêmur sua inserção proximal, é efetuada no côndilo interno na face axial. Este direcionamento com uma flexão de 90°. é superior, anterior e medial, que gera sua denominação correta ligamento cruzado postero-interno. (Kapandji,1990).

O ligamento citado acima é constituído por três feixes constantes e um inconstante (o feixe anterior de humphrey). (Kapandji,1990).

O feixe postero-externo tem suas inserções mais posteriores na tíbia e mais laterais no fêmur. O feixe Antero interno tem suas inserções mais anteriores na tíbia e mais mediais no fêmur. E o feixe menisco-femoral de Wriberg insere-se distalmente no corno posterior do menisco lateral. (Kapandji,1990).

O sistema capsulo-ligamentar é reforçado anteriormente pelas expansões do tendão do músculo quadríceps femoral. Estas expansões são

dirigidas no sentido vertical e oblíquo, (cruzando a articulação do joelho anteriormente), (Kapandji,1990).

Estruturas intra-articulares

Meniscos

Internamente os joelhos portam uma estrutura cartilaginosa que se fixa aos côndilos tibiais denominada como meniscos. São elementos intra-articulares fundamentais para o funcionamento articular, na periferia são levemente espessados e côncavos na região das fossas das faces articulares dos côndilos da tibia. (Dangelo,1988).

O menisco medial tem o formato de uma letra 'C', sua mobilidade é limitada pela sua aderência à cápsula articular e ao ligamento colateral medial do joelho. Isto o predispõe as lesões com maior freqüência, principalmente em stress rotacional. (Dangelo,1988).

Na borda posterior deste menisco temos a ligação direta com o músculo semi-menbranoso e do ligamento cruzado postero-interno com o corno posterior deste menisco. (Kapandji,1990).

Já o menisco lateral tem a forma de um cilindro quase completo. O músculo poplíteo tem uma expansão direta com a borda posterior deste menisco, assim como o ligamento cruzado antero externo com seu corno anterior . (Kapandji,1990).

Anteriormente os meniscos são unidos pelo ligamento transverso através dos seus cornos anteriores. Este ligamento tem íntima relação com o ligamento adiposo retro-patelar. (Kapandji,1990).

A menisectomia total reduz a área de contato entre os côndilos femorais e as glenóides dos côndilos tibiais em 50%, e eleva o coeficiente de atrito intra-articular em 20% . (Rasch,1989). A área de contato passa de 20 cm² para 12 cm² em flexão de -5°. Com a flexão de 45°. passa de 13 cm² para 9 cm² e por fim em 90°. de flexão de 12 cm² para 6 cm² .(Smith,1997).

Bolsas sinoviais

São frutos do pregueamento da membrana sinovial. A supra patelar se localiza superiormente ao bordo superior da patela e profundamente em relação ao tendão do músculo quadríceps. A bolsa infra patelar está profundamente em relação ao ligamento patelar e em posição inferior ao pólo inferior da patela. (Dangelo,1988).

O atrito constante leva a inflamação desta estrutura o que denominamos como bursite. (Salter,1985).

Articulação patelo femoral

Na articulação patelo-femoral as faces articulares medial e lateral da patela deslizam sobre os côndilos femorais. (Dangelo,1988).

Devido a este deslizamento ocorrer sob pressão a patela é protegida posteriormente em sua face articular por uma cartilagem articular com espessura de 4 a 5 mm. (Kapandji,1990).

Os reforços lateral e medial são proporcionados pelos retináculos medial e lateral, advindos como uma expansão do tendão do músculo quadríceps. A estrutura em questão tem ligação direta aos meniscos na sua região anterior.(Kapandji,1990).

Com esta contenção previne-se a luxação patelar em relação ao fêmur no sentido latero-lateral. (Kapandji,1990).

A tendência de luxação patelar é para região lateral dos joelhos, pois o ângulo formado entre o tendão quadricipital e o ligamento patelar é obtuso, com o ângulo voltado para o sentido da fibula, gerando uma resultante de força com sentido de medial para lateral no joelho. (Kapandji,1990).

Com o objetivo de tornar esta contenção mais eficaz o côndilo lateral do fêmur se projeta anteriormente mais pronunciado que o côndilo medial. (Kapandji,1990).

Esta articulação é acometida por condromalácia, quando forçada a trabalhar fora do seu alinhamento correto, (Camanho,1996), esta lesão é determinada por uma degeneração da cartilagem articular, ocorrendo uma lesão semelhante no fêmur e na patela em dimensões e localização, isto é o que denominamos lesão em espelho. (Salter,1985)

A patela exerce uma importante função no aparelho extensor funcionando como uma polia, aumentando a força motriz do músculo quadríceps sobre a tibia. (Kapandji,1990). A retirada da patela, (patelectomia), resulta em uma perda de força no mecanismo extensor de 49%.(Rasch,1989)

Isto é possível, pois a patela em sua funcionalidade normal diminui os vetores de força dos componentes de tração e compressão otimizando o vetor de força de rotação, que efetivamente iria gerar algum movimento articular através de um momento rotacional.(Kapandji,1990).

Em cadeia cinética fechada na amplitude de 90°. de flexão da articulação do joelho a compressão da patela sobre o fêmur representa 2,6 vezes o peso corporal. (Smith,1997).

Articulação tíbio fibular

O contato entre a tíbia e a fíbula se faz através da região lateral do côndilo lateral da tíbia, face articular fibular, com a cabeça da fíbula, face articular da cabeça da fíbula, constituindo uma articulação do tipo sinovial plana na região proximal. (Dangelo,1988).

Na região proximal a articulação tíbio-fibular a cápsula articular é reforçada pelos ligamentos da cabeça da fíbula anterior e posterior, em 20% dos casos há uma comunicação com a articulação do joelho. (Dangelo,1988).

Distalmente o contato é feito pela incisura fibular da tíbia com a região superior da face articular maleolar da fíbula. Estamos nos referindo a uma articulação fibrosa do tipo sindesmose onde a união é realizada pelo espesso ligamento interósseo, reforçado pelos ligamentos tíbio-fibular anterior, posterior e transversal. (Dangelo,1988).

Com tais contenções impede-se que haja uma perda de integridade da pinça bimalleolar, comprometendo a articulação do tornozelo. (Dangelo,1988).

5.0 Estudo da movimentação da articulação do joelho

Os movimentos dos segmentos corpóreos são realizados em torno de um eixo e através de um plano. (Dangelo,1988).

Quando ocorre um acréscimo ou decréscimo de graus do ângulo formado entre o segmento móvel e o fixo em um movimento, dizemos: que este é um movimento angular. Na flexão ocorrerá um decréscimo de graus do ângulo entre a tíbia e o fêmur. Já extensão ocorrerá um acréscimo de graus do ângulo entre a tíbia e o fêmur. (Dangelo,1988).

O movimento de flexo-extensão ocorre através do plano sagital e em torno do eixo transversal. (Dangelo,1988).

O eixo transversal se movimenta em torno de 2 cm durante o movimento de flexo-extensão. (Smith,1997).

Os movimentos onde o segmento roda em torno de um eixo longitudinal são denominados de rotação. Quando ocorre um movimento em direção ao plano mediano sagital estamos falando da rotação medial ou interna, porém no caso contrário quando o movimento ocorre em direção contrária estamos falando da rotação externa ou lateral. (Dangelo,1988).

Os movimentos de rotação da articulação do joelho só são possíveis em flexão, pois em extensão há uma trava intra-articular, formada pelas

espinhas intercondilares da tibia e a fossa intercondilar do femur. (Kapandji,1990).

Já que o joelho realiza tanto os movimentos de flexo-extensão como os de rotações, é denominado: articulação biaxial perante a classificação quanto ao numero de eixos de movimento, dizemos que possui dois graus de liberdade. (Dangelo,1988).

7.0 Biomecânica e cinesiologia

Da

Articulação do joelho.

Sua arquitetura

A articulação do joelho sofre com sobrecargas em regime de compressão devido à ação da gravidade. (Kapandji,1990).

E ainda sua fisiologia compartilha de uma contradição, a estabilidade associada com uma mobilidade considerável. (Kapandji,1990).

A propriedade de estabilidade é necessária para suportar o peso de todo o corpo acrescido do grande braço de alavanca que o joelho possui. (Kapandji,1990).

Já a propriedade de mobilidade proporciona a possibilidade de correr, praticar atividades físicas e corrigir as alterações de equilíbrio impostas pelo terreno. (Kapandji,1990).

Mas devido seu frágil encaixe se torna exposta aos entorses. Quando o trauma ocorre em flexão as estruturas mais acometidas são os ligamentos e os meniscos. No entanto quando este ocorre em extensão o risco é de fraturas. (Kapandji,1990).

Quando se fala em eixos, os membros inferiores mostram sua complexidade, pois existem dois eixos distintos: o eixo mecânico e os eixos das peças ósseas do membro inferior. (Kapandji,1990).

O ângulo formado entre a tíbia e o fêmur gira em torno de 170° . (Kapandji,1990).

Entre o fêmur e o eixo mecânico forma-se um ângulo de 6° . e entre o eixo mecânico e a vertical um ângulo de 3° ., este eixo mecânico passa pela articulação do joelho e do tornozelo. (Kapandji,1990).

O eixo transversal do joelho forma um ângulo de 81° . com o fêmur e de 93° . com a tíbia, o que proporciona no movimento de flexão uma medialização da tíbia. Isto ocorre, pois o eixo da tíbia se dirige para posterior e medial. (Kapandji,1990).

Há uma certa semelhança entre um trem duplo de aterrissagem de um avião e a arquitetura da articulação do joelho. Onde se relacionam as glenóides tibiais com os côndilos femorais e as espinhas intercondilares da tíbia com a fossa intercondilar femoral na articulação tíbio-femoral. Enquanto que as vertentes ou faces articulares da patela se relacionam com as faces das trócleas femorais, assim como a crista vertical patelar com a garganta troclear. (Kapandji,1990).

O formato dos côndilos femorais é todo especial no que se concerne ao raio de sua curvatura. No geral este raio aumenta quando nos dirigimos da região posterior dos côndilos para anterior, chegando ao seu ápice pró-

ximo ao centro dos côndilos para posteriormente irem decrescendo até chegar na região anterior. (Kapandji,1990).

Os côndilos tibiais não fogem muito do aspecto diferencial, já que a glenióide do côndilo interno é côncava no sentido transversal e sagital, enquanto a glenóide do côndilo externo é côncava no sentido transversal e convexa no sentido sagital. Isto é motivo de instabilidades articulares, que devem ser corrigidas pelos meniscos e ligamento cruzado antero-externo. (Kapandji,1990).

O estudo aplicado dos movimentos

Partindo da extensão completa dos joelhos para a flexão os menisco retrocedem, sendo que o menisco lateral tem um deslocamento de 12 mm e o medial de 6 mm. Devemos nos atentar que esta mobilidade não se deve aos cornos meniscais, visto que estas estruturas são fixas, inseridas na tibia. Os movimentos realizados ocorrem no corpo dos meniscos que se deformam.(Kapandji,1990).

Esta mobilidade se deve ao músculo poplíteo com relação ao menisco lateral e ao músculo semi-menbranoso atuando no menisco medial. (Kapandji,1990).

Ainda no movimento descrito acima, a flexão, notamos que à medida que se aumenta a amplitude de movimento diminui a área de contato dos côndilos femorais com as glenoidais dos côndilos tibiais, ocorre então um aumento da mobilidade articular associado com uma perda de estabilidade articular, que é acrescido pelo relaxamento automático dos ligamentos colaterais. (Kapandji,1990).

Com relação aos fundos de sacos estes se desdobram no decorrer do movimento de flexão. E o ligamento adiposo altera sua orientação espacial em 180°. (Kapandji,1990).

Já na relação da articulação patelo-femoral o contato patelar ocorre na região media da patela em flexão de 30°. e na flexão total o contato é feito na região superior e supero externa da patela. (Kapandji,1990).

Com relação à articulação patelo-femoral, ainda no movimento de flexão, mas agora somente em cadeia cinética fechada, a patela altera seu posicionamento, orientando-se obliquamente, com sua face posterior voltada postero-inferiormente através de uma translação circunferencial. (Kapandji,1990).

No movimento de flexão da articulação do joelho no geral é o ligamento cruzado postero-interno que se tensiona. (Kapandji,1990).

Com uma amplitude de flexão da articulação do joelho em 30°. todos os ligamentos estão tensos. Com amplitude de 120°. os ligamentos que se tensionam são as fibras Antero-superiores do ligamento cruzado Antero-externo e as fibras postero-superiores do ligamento cruzado postero-interno. (Kapandji,1990).

No movimento contrário, de retorno da flexão, a extensão, os meniscos se anteriorizam, isto se deve às pregas alares menisco rotulianas. (Kapandji,1990).

Os fundo de saco sub quadricipetal é tracionado para não ser pinçado entre os côndilos femorais e as glenóides dos côndilos tibiais. O tracionamento é realizado pelo músculo articular do joelho. (Kapandji,1990).

Com relação à articulação patelo-femoral o contato se faz com a região inferior da patela quando o joelho está em extensão completa. (Kapandji,1990).

Nos últimos graus de extensão da articulação do joelho (20°), ocorre uma rotação lateral da tibia de 20°. Em cadeia cinética fechada a rotação ocorrerá no sentido contrário e a peça óssea que se movimenta é o fêmur.(Smith,1997).

O ligamento cruzado antero-externo se tensiona na extensão da articulação do joelho e mais ainda na hiperextensão, visto que a fossa intercondilar se apóia sobre ele. (Kapandji,1990).

As lesões meniscais são frutos de um pinçamento do menisco entre os condilos femorais e as glenóides dos côndilos tibiais. Um outro fator seria a lesão do ligamento cruzado Antero externo que libera a posteriorização do fêmur com possível pinçamento. (Kapandji,1990).

Nas rotações a situação se inverte um pouco, na rotação lateral o menisco lateral se anterioriza enquanto o medial se posterioriza. Na rotação medial é o menisco interno que se anterioriza e o lateral se posterioriza. Nota-se que a movimentação meniscal se realiza no sentido contrário da condilar. (Kapandji,1990).

A construção dos joelhos impede que haja o movimento de rotação quando esta articulação se encontra em extensão, devido a um sistema de

trava. Que é constituído pela crista tibial e a garganta da tróclea femoral. (Kapandji,1990).

A rotação automática do joelho é conseqüente da orientação dos côndilos femorais. No movimento de extensão é associado à rotação externa, já no movimento de flexão a rotação interna que ocorre associadamente.(Kapandji,1990).

Os pivôs centrais da rotação do joelho são as espinhas tibiais.(Kapandji,1990).

No movimento de rotação o côndilo medial do fêmur se movimenta pouco com relação ao côndilo lateral, o centro de rotação se localiza medialmente à crista intercondiliana da tibia, desta forma pode-se dizer que a rotação se faz em torno do côndilo medial do fêmur. (Smith,1997).

Na rotação medial da tibia os ligamentos cruzados sofrem um efeito de torniquete, enrolando-se um sobre o outro, o que acentua a coaptação articular, no entanto a tensão do ligamento cruzado antero-externo aumenta ao contrário do que ocorre com o ligamento cruzado postero-interno. Os ligamentos colaterais sofrem efeito inverso, tornando-se verticais e menos tensos. (Kapandji,1990). Enquanto na rotação lateral da tibia os ligamentos cruzados desenrolam-se, o que gera uma decoaptação articular, no entanto a tensão do ligamento cruzado antero-externo diminui, oposto do que ocorre com o ligamento cruzado postero-interno. Os ligamentos colaterais sofrem

efeito contrário, tornando-se mais horizontais e mais tensos. (Kapandji,1990).

Quando a articulação do joelho é submetida a alterações bruscas de direção, ao se levantar de uma posição ajoelhada, sentada ou acorçada é onde notamos a importância dos movimentos rotacionais. Sem contar na rotação do fêmur sobre a tibia em cadeia cinética fechada, tomando como exemplo nos desportos onde se realiza giros em torno de um pé de apoio. (Smith,1997).

Em resumo os ligamentos cruzados limitam a rotação medial da tibia, enquanto os ligamentos colaterais limitam a rotação lateral da tibia. (Kapandji,1990).

Artrocinemática

Quando estudamos a artrocinemática da articulação do joelho observamos que no movimento macro de flexo-extensão ocorre internamente na articulação micro-movimentos.

No movimento de flexão dos joelhos em cadeia cinética fechada o fêmur ao mesmo tempo em que rola sobre as glenóides dos côndilos tibiais ocorre também inevitavelmente um deslizamento, porque sem isto os côndilos femorais rolariam sobre a tibia até luxarem posteriormente. O micro-movimento de deslizamento é proporcionado pelos ligamentos cruzados que atraem os côndilos. (Kapandji,1990).

O ligamento cruzado antero-externo é responsável pelo deslizamento anterior e pelo rolamento posterior dos côndilos, ou seja, o que ocorre no ato de flexão. (Kapandji,1990).

O ligamento cruzado postero-interno é responsável pelo deslizamento posterior e pelo rolamento anterior dos côndilos, ou seja, o que ocorre no ato de extensão. (Kapandji,1990).

Análise Postural

Os deslocamentos latero-laterais dos joelhos são denominados varismo e valgismo. O diagnóstico pode ser feito por raios-X, quando o centro do joelho se deslocar para medial em relação ao eixo mecânico estamos diante de um joelho valgo. E contrariamente quando o deslocamento se realizar para lateral este joelho é denominado varo. (Kapandji,1990).

Se não tratado corretamente este joelho irá desenvolver um desgaste anormal da região que estiver em regime de compressão, o que denominamos como osteoartrose. (Kapandji,1990).

No joelho varo o desgaste será interno, enquanto no valgo o desgaste será lateral. (Kapandji,1990).

O joelho genu valgus e/ou a rotação externa da tíbia aumentam a tração para a região lateral da patela, podendo causar agudamente uma luxação ou cronicamente uma condromalácia patelar. (Kapandji,1990).

Segundo Rasch, (1989) os tornozelos em pronação e a rotação interna da tíbia, além do aumento do diâmetro latero-lateral do anel pélvico, (que acentua o valgismo dos joelhos), também provocam o deslocamento lateral da patela sobre o côndilo femoral lateral.

O retesamento do tracto ílio tibial traciona a patela para lateral e/ou a fraqueza do vasto medial oblíquo libera a limitação ativa realizada medialmente, o que também lateraliza a patela.(Smith,1997).

Com relação a hiperextensão e tolerado como fisiológico a amplitude de 5 a 10°. passivos. (Kapandji,1990). Segundo Smith, (1997) esta tolerância é de até 15°.

Quando o joelho possui a alteração postural descrita acima a linha de ação da gravidade passa anteriormente a esta articulação. (Kapandji,1990).

7.0 Músculos que atuam na articulação do joelho

Extensores

Este sistema é composto por um grande grupo muscular o quadríceps.

O quadríceps conhecido como o mais poderoso extensor da articulação do joelho possui uma secção transversa de 148 cm^2 , com um percurso de 8 cm, atingindo uma potência de 42 kgm, o que representa três vezes mais a potência dos flexores. (Kapandji,1990). Pode gerar uma força interna de 450 kg, isto é necessário para que este músculo possa realizar sua função de forma correta em cadeia cinética fechada como se levantar de uma cadeira, saltar, correr e na aterrissagem de um salto evitando o colapso articular. (Smith,1997).

Como seu nome já prediz o músculo quadríceps é constituído por quatro músculos, sendo três monoarticulares: os músculos: vasto medial, vasto lateral e o vasto intermédio. E somente um músculo biarticular, o reto-femoral. (Kapandji,1990).

Os quatro músculos têm uma inserção distal comum através do aparelho extensor na tuberosidade anterior da tíbia por meio do ligamento patelar. (Kapandji,1990).

O músculo vasto lateral é maior de todos, sua inserção proximal é feita nas faces lateral e posterior do fêmur, chegando superiormente até o trocânter maior do fêmur e posteriormente a linha áspera. É inserido distalmente na borda lateral da patela e no retináculo patelar lateral com um ângulo de convergência de 12 a 15°. (Smith,1997).

O músculo vasto medial tem como uma das funções o tracionamento patelar para a medial devido à linha de tração das suas fibras musculares. (Kapandji,1990).

Este mecanismo de realinhamento da patela é conhecido como 'tracking' e é fundamentalmente produzido pelo vasto medial oblíquo, que se insere na patela formando um ângulo de 50 a 55°. (Smith,1997).

A atividade do músculo vasto medial se eleva nos últimos graus de extensão do joelho, (15°.), sugerindo sua função estabilizador da articulação patelo-femoral. . (Rasch,1989)

A inserção proximal do músculo vasto medial é feita na face medial e posterior do fêmur, estendendo-se até a linha intertrocanteriana superiormente e posteriormente até a linha áspera. Inserindo-se distalmente na face medial do bordo superior da patela e no retináculo medial da patela.(Smith,1997).

O músculo vasto intermédio localiza-se embaixo do músculo reto femoral. Sua inserção proximal é realizada na face anterior e lateral do fêmur estendendo-se até o trocânter menor superiormente e posteriormente

até a linha áspera do fêmur. Sua inserção distal ocorre no pólo superior da patela e na cápsula articular.(Smith,1997).

O músculo reto femoral contribui somente com 1/5 da força do músculo quadríceps. (Kapandji,1990). Este músculo apresenta uma fisiologia toda especial devido ao fato de ser um músculo biarticular, sendo assim há uma grande e fundamental relação do joelho com o quadril no que concerne a cinesiologia do reto-femoral. (Kapandji,1990).

Para exemplificar, na flexão do quadril passiva ocorre uma diminuição da tensão do músculo reto-femoral, isto acontece pela aproximação da inserção proximal à inserção distal. (Kapandji,1990).

A inserção proximal do músculo reto femoral é realizada na espinha ilíaca antero-inferior e no rebordo superior do acetábulo, a inserção distal é no pólo superior da patela.(Smith,1997).

O músculo tensor da fáscia lata tem sua fisiologia dirigida para extensão da articulação do joelho somente nos últimos graus da extensão. (Kapandji,1990).

Através do deltóide glúteo o músculo glúteo máximo participa do movimento de extensão da articulação do joelho. (Kapandji,1990).

Os músculos gastrocnêmios são sinergistas da extensão da articulação do joelho, pois no momento da extensão ao se contraírem anteriorizam os côndilos femorais. (Kapandji,1990).

A inserção proximal dos músculos citados acima se faz logo acima dos côndilos femorais. (Smith,1997).

Flexores

O satório é o músculo com o maior comprimento do corpo é atua na flexão da articulação do joelho devido sua inserção distal na região posterior da tibia. (Rasch,1989)

Os ísquios tibiais que são compostos pelos músculos: semi-tendinoso, semi-membranoso e bíceps femoral, são os motores primários da flexão da articulação do joelho, tem uma potencia de 15 kgm. (Kapandji,1990).

Estes músculos apresentam uma fisiologia toda especial devido ao fato de serem músculos biarticulares, sendo assim há uma grande e fundamental relação do joelho com o quadril no concerne a cinesiologia dos ísquios tibiais. (Kapandji,1990).

Para exemplificar na flexão do quadril passiva ocorre um aumento da tensão dos músculos ísquios tibiais, isto acontece pelo distanciamento da inserção proximal, (tuberosidade isquiática), as inserções distais na tibia. (Kapandji,1990).

O músculo bíceps femoral localiza-se na região postero-lateral da coxa. Insere-se proximalmente na tuberosidade isquiática (cabeça longa) na porção inferior da diáfise do fêmur (cabeça curta) e insere-se distalmente na cabeça da fíbula e no côndilo lateral da tibia. (Smith,1997).

O músculo semimenbranoso localiza-se na região postero-medial da coxa. Inserindo-se proximalmente na tuberosidade isquiática e distalmente no côndilo medial da tíbia. (Smith,1997).

O músculo semitendinoso localiza-se na região postero-lateral da coxa superficialmente ao semi membranoso. Inserindo-se proximalmente na tuberosidade isquiática e distalmente na face medial da tíbia, distalmente ao tendão do músculo grácil. (Smith,1997).

O músculo grácil faz parte da massa dos adutores do quadril, mas ao atravessar a articulação do joelho posteriormente causa um torque para a flexão. (Smith,1997).

Os músculos gatrocnêmios atuam principalmente na articulação do tornozelo, mas devido sua característica biarticular atravessam a articulação do joelho com inserção proximal posterior gerando um torque que auxilia a flexão da articulação do joelho. (Rasch,1989)

O músculo poplíteo tem uma área de secção transversa equivalente a 70% da área do músculo semitendinoso. (Smith,1997).

Sua inserção proximal se faz no côndilo lateral do fêmur e na região proximal e posterior da tíbia, indo se inserir distalmente na região posterior e distal da tíbia. (Smith,1997).

É observada a maior atividade do músculo poplíteo no início da flexão da articulação do joelho, associado ao mecanismo de desbloqueio e

durante a deambulação, partindo da fase intermediária de oscilação no período de rotação medial da tíbia até o apoio do membro. (Rasch,1989).

Ao sustentar o peso do corpo em posição ortostática com a articulação do joelho flexionada o músculo poplíteo atua estabilizando a articulação na sua tendência de anteriorização do fêmur associado ao ligamento cruzado posterior. (Rasch,1989).

Tem inserção proximal profundamente ao ligamento colateral lateral, formando um espessamento da cápsula articular lateral. (Gardner,1978). E esta inserção proximal é intracapsular. (Kapandji,1990).

Rotadores.

A rotação lateral do joelho é realizada pelos músculos bíceps femoral e tensor da fáscia lata, com uma potência de 1,8 kgm. (Kapandji,1990).

A rotação medial do joelho é realizada pelos músculos da pata de ganso: semi-tendinoso, grácil e sartório associados com os músculos: semi-menbranoso e o poplíteo. Atingindo uma potencia de 2,0 kgm. (Kapandji,1990).

Em cadeia cinética fechada os músculos citados acima ao invés de rotacionar a tíbia em relação ao fêmur, rotacionam o fêmur em relação à tíbia. (Rasch,1989).

O músculo articular do joelho

O músculo articular do joelho que possui duas porções, com inserção proximal na porção inferior da face anterior do fêmur e inserção distal na porção superior da cápsula articular. (Gardner,1978).

8.0 Estudo do exercício de extensão dos joelhos na mesa romana anterior

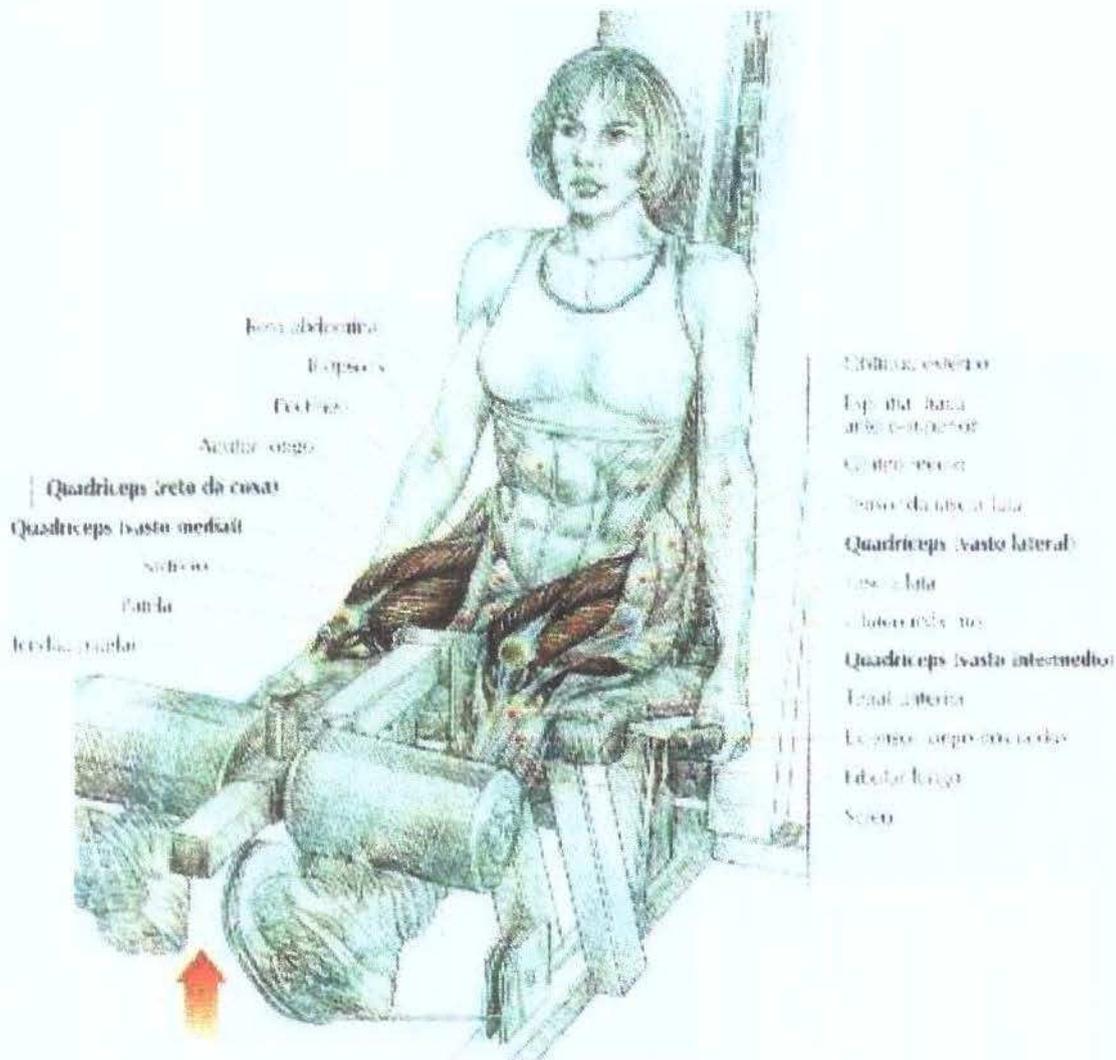


fig. 1- figura tirada do livro (Delavier, Frédéric. Guia dos movimentos de musculação).

Neste exercício, especificamente no aparelho estudado, o executante senta-se no assento do aparelho procurando deixar sua coxa totalmente apoiada e o centro de rotação do aparelho alinhado com o joelho. (Pereira).

O músculo quadríceps executa uma contração concêntrica na extensão da articulação do joelho e uma ação excêntrica na flexão do joelho, que é realizada contra uma sobrecarga. (Campos,2000).

As costas estarão apoiadas, evitando qualquer balanço do tronco, (flexo-extensão), no intuito de no momento da extensão, através dos músculos paravertebrais movimentar a pelve em retroversão, tracionando o músculo reto femoral e por fim executando uma extensão do joelho. (Pereira).

A sobrecarga é implementada na região mais distal da tíbia. (Pereira).

O braço de alavanca de resistência deste aparelho não se altera, pois o cabo que transmite a sobrecarga e inserido no braço de alavanca do aparelho, mas é guiado por uma polia que mantém um ângulo de 90° . entre o cabo de aço e o braço do aparelho. Ver figura 2.

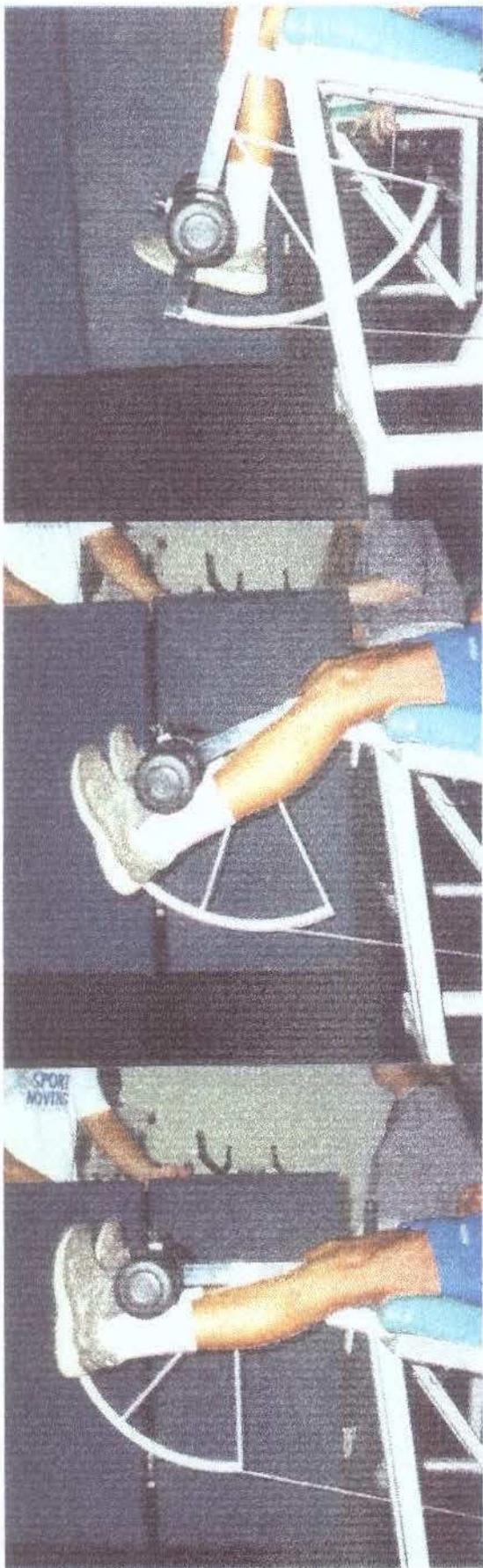


fig. 2 –Foto do aparelho mesa romana, cedido pela academia Sport moving.

O reto femoral por ser um músculo biarticular pode ter seu trabalho enfatizado ou não, isto se dá através do posicionamento do encosto, se este estiver mais inclinado para posterior o reto femoral se encontrara pré-estirado com maiores possibilidades de executar uma contração muscular eficiente.

Se ao invés disto enquanto mais o encosto vier aproximando o tórax da coxa, (flexão do tronco), o reto femoral se encontrara encurtado, com suas inserções proximal e distal aproximadas, gerando uma insuficiência ativa nos últimos graus de extensão do joelho, o que causara uma maior sobrecarga dos vastos. O encosto posicionando o tronco em flexão, leva a pelve a uma Anteroversão, se executante tiver o músculo ísquios tibiais encurtado, este posicionamento levará a uma insuficiência passiva, dificultando a extensão completa dos joelhos. (Campos,2000).

No movimento de extensão da articulação dos joelhos em cadeia cinética aberta ocorre um torque que proporciona uma translação anterior da tíbia, com isso conclui-se que o ligamento cruzado anterior deverá estar íntegro para que o movimento seja executado. (Campos,2000).

A amplitude de movimento a ser utilizada deve ser muito bem observada, pois enquanto maior o ângulo de flexão do joelho maior a pressão retro patelar contra o fêmur. (Campos,2000).

Nos últimos 15°. de extensão coloca o quadríceps em desvantagem mecânica, o que exige que seja implementado mais 60% de força. (Campos,2000).

As forças longitudinais em relação à tibia decompostas do vetor de força do ligamento patelar provocam uma coaptação articular.

9.0 CONCLUSÃO FINAL

Após a análise de dados literários deste estudo pode-se concluir que o estudo da articulação do joelho é complexo em toda sua extensão, o que nos leva a crer que este campo é infinito.

Obviamente não foi possível consultar toda literatura que aborda o assunto, nem sequer a literatura que tinha em mãos pode ser totalmente explorada.

E também não se pode abordar aqui todas as possibilidades e variações dos aparelhos e exercícios que são propostos.

Foi dada uma pequena noção sobre lesões para que se conheça a fisiopatologia destas com o intuito de direcionar a abordagem de um possível aluno lesado, mas não se descartou a necessidade de encaminhá-lo anteriormente a um profissional da área de saúde.

O exercício de extensão da articulação do joelho na mesa romana foi tomado com exemplo, para que se observe o raciocínio teórico que se fez.

Este trabalho foi de suma importância para minha formação profissional visto que atuo na área de academias.

E espero que também o seja para meus colegas e futuros colegas de profissão. Sucesso!

10.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIENFAIT, M., **Fisiologia da terapia manual**, São Paulo, Summus editorial, 1987.
- CAMANHO, G. L., **Patologia do joelho**, São Paulo, Sarvier, 1996.
- CAMPOS, M., **Biomecânica da musculação**, Rio de Janeiro, Sprint, 2000.
- COMARCK, D. H., **Ham histologia**, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1991.
- DELAVIER, F., **Guia dos movimentos de musculação**, São Paulo, Manole, 2000
- DÂNGELO, J. G.; FATTINI, C. A., **Anatomia humana Sistêmica e segmentar**, Rio de Janeiro, Livraria Atheneu, 1988.
- HOLLMANN, W. E HETTINGER, T., **Medicina de esporte**, São Paulo, Manole, 1989.
- KAPANDJI, I. A., **Fisiologia articular**, São Paulo, Manole, 1990.
- GARDNER, E.; GRAY, D. J.; O'RAHILLY, R., **Anatomia estudo regional do corpo humano**, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1978.
- GENESER, F., **Atlas de histologia**, São Paulo, Editora Médica Panamericana, 1987.
- NORKIN, C. C., **Medida do movimento articular**, Porto Alegre, Artes médicas, 1997.
- PEREIRA, N. A. F., **Musculação e cinesiologia aplicada**, Rio de Janeiro, Graphos, 1994.
- RASCH, P. J., **Cinesiologia e Anatomia aplicada**, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1989.

SALTER, R. B., **Distúrbios e lesões do sistema músculo-esquelético**, Rio de Janeiro, Medsi, 1985.

SMITH, L. K.; WEISS E. L.; LEHMKUHL L. D., **Cinesiologia Clínica de Brunnstrom**, São Paulo, Manole, 1997