

UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES
MARCELO ZAHARUR

DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA A
MENSURAÇÃO DO MOVIMENTO PATELAR NO PLANO
FRONTAL.

MOGI DAS CRUZES
2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES
MARCELO ZAHARUR

**DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA A
MENSURAÇÃO DO MOVIMENTO PATELAR NO PLANO
FRONTAL.**

Dissertação de Mestrado apresentada à
Universidade de Mogi das Cruzes, como
requisito parcial para a obtenção do título de
Mestre em Engenharia Biomédica.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Jean Jacques Bonvent.

MOGI DAS CRUZES
2006

FICHA CATALOGRÁFICA

Universidade de Mogi das Cruzes - Biblioteca Central

Zaharur, Marcelo

Desenvolvimento de metodologia para mensuração do movimento patelar no plano frontal / Marcelo Zaharur. -- 2006.

64 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Universidade de Mogi das Cruzes, 2006.

Área de concentração: Instrumentação Biomédica

Orientador : Prof. Dr. Jean Jacques Bonvent

1. Joelho 2. Articulação femoropatelar 3.
Movimento patelar 4. Biomecânica I. Título II. Bonvent,
Jean Jacques

CDD 610.28

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a **minha esposa** que muitas vezes privada de meu convívio soube compreender, a situação, me auxiliando com seu profissionalismo, tornou mais clara minha redação, demonstrando seu **amor** e companheirismo, nesta fase **de minha vida**.

Dedico também a Carlos Roberto Zaharur (in memorian) que pôde presenciar algumas conquistas em minha vida, inclusive meu ingresso no Mestrado, mas infelizmente foi impossibilitado, pelas mãos Divinas, de presenciar o término de mais essa etapa.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela generosidade de bênçãos em minha vida.

Aos meus familiares, Adriana (esposa) Ana (mãe), Roberta (irmã) Alessandro e Fernanda (sobrinhos) pela força nos momentos em que a desistência rondava a mente cansada e o corpo exausto.

Ao Prof. Jean Jacques Bonvent pela paciência, atenção e perseverança, tanto na orientação metodológica quanto nos conselhos profissionais.

Aos Colegas e Amigos das Faculdades de Guarulhos e Universidade Católica de Santos, pelo incentivo e apoio.

RESUMO

A instabilidade sintomática do aparelho extensor do joelho é um problema comum nas clínicas Ortopédicas. No entanto, apesar de um enfoque relevante por parte dos profissionais da saúde, alguns movimentos ainda não estão completamente esclarecidos. Novas técnicas vêm sendo utilizadas, advindas inclusive de outras áreas para auxiliar no processo diagnóstico. Um exemplo bastante recente é a utilização da captação de imagens digitais dos movimentos esqueléticos e o tratamento dessas imagens através de programas específicos para a obtenção dos dados referentes aos movimentos do corpo humano ou de determinados membros. Para a realização do presente estudo, foi desenvolvido um dispositivo para o acoplamento com joelho de uma filmadora digital que capta a imagem da patela durante a extensão do joelho e utilizando um programa de imagens determinou-se a da posição da patela no plano frontal. O dispositivo possibilita ainda verificar em qual angulação a articulação está posicionada, utilizando um potenciômetro linear e um multímetro digital. Foram estipulados dois pontos na patela, o ponto (A e B), para análise. Como resultado, após a avaliação de seis indivíduos (3 do sexo masculino e três do sexo feminino), sem qualquer história de patologia no joelho, verificou-se que o ponto A no joelho direito deslocou-se em média, 16,27mm medial e 28,76mm para baixo; o ponto B no joelho direito deslocou-se 15,72mm para medial enquanto que para baixo deslocou-se 28,52mm. Houve diferença entre os sexos masculino e feminino nos valores. O dispositivo mostrou-se de fácil utilização e permite observar o movimento da patela em relação a um ponto fixo.

Palavras-Chave: Joelho, articulação femoropatelar, movimento patelar e Biomecânica

ABSTRACT

The symptom instability of the knee extensor system is a common problem in orthopedic clinics. Despite the relevant focus from the Medicine professionals, some movements are still not completely clarified. New techniques, even coming from other areas besides Medicine, have been used to help into the diagnosis process. A very recent example of this is picking up digital images of the skeleton movements through specific programs to obtain data referred to the body movements or to its certain members. It was developed a new device to couple the knee with a digital camera which shoots the kneecap image during the extension of the knee; and by using a program of images the kneecap position was determined at a front ground. The device still allows verifying at which angle position the articulation is positioned by the use of a linear potentiometer and a digital multimeter. To the analysis, two spots were defined on the kneecap as point A and point B. As a result, after the examination of six individuals – three from the feminine and three from the masculine genders – without any historical of pathology on the knee, it was noticed that point A on the right knee moved approximately 16,27 mm median and 28,76 mm down, while point B moved 15,72 mm median and 28,76 mm down. There was difference between the feminine and the masculine values. The device is easy to use and it allows observing the kneecap movement in relation to a fixed point.

Keywords: Knee, articulation femora-kneecap, kneecaps movement and Biomechanics.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| APRESENTAÇÃO | 1 |
| I – INTRODUÇÃO | 3 |
| II – ANATOMIA E BIOMECÂNICA DA ARTICULAÇÃO FEMOROPATELAR | 7 |
| 2.1 Características anatômicas da articulação femoropatelar | 7 |
| 2.2 Artrocinemática da articulação femoropatelar | 9 |
| 2.3 A estabilização patelar | 12 |
| 2.4 A instabilidade femoropatelar | 14 |
| 2.5 A avaliação da instabilidade patelar | 15 |
| 2.5.1 Avaliação da posição da patela no plano frontal | 17 |
| 2.5.2 Avaliação da posição da patela no plano sagital | 19 |
| III – METODOLOGIA | 23 |
| 3.1 Dispositivo de posicionamento e avaliação do movimento patelar | 23 |
| 3.1.1 Captação do movimento angular do joelho | 25 |
| 3.1.2 Leitura do movimento angular do joelho | 27 |
| 3.1.3 Sistema de captação das imagens | 27 |
| 3.1.4 Sistema de iluminação | 28 |
| 3.1.5 Sistema de referência fixa | 29 |
| 3.1.6 Determinação e validação dos pontos da patela | 30 |
| 3.1.7 Avaliação, posicionamento do indivíduo e captação do movimento patelar | 34 |
| 3.1.8 Tratamento das imagens obtidas | 36 |
| IV – RESULTADOS | 38 |
| 4.1 Caracterização da amostra | 38 |
| 4.2 Observação e quantificação do movimento da patela | 39 |
| V – DISCUSSÃO E CONCLUSÃO | 56 |
| VI – REFERÊNCIAS | 58 |
| ANEXOS | |

APRESENTAÇÃO

A instabilidade sintomática do aparelho extensor do joelho é atualmente um problema comum nas clínicas ortopédicas, pois são inúmeras as queixas de dores nessa região, tornando-se esta uma causa de absenteísmo no trabalho (GOMES *et al.*, 1996).

A articulação do joelho, mais especificamente a articulação femoropatelar, é muito exigida durante as atividades diárias, bem como durante as atividades esportivas, sofrendo, conseqüentemente, sobrecarga, sendo esse motivo suficiente para os vários estudos que são realizados para a análise e o entendimento da ação funcional dos músculos envolvidos na sua estabilização e movimentação (PASSOS & CERQUEIRO, 2003).

GROSSI *et al.* (2004) mencionam a desordem femoropatelar como a causa mais comum de patologias do joelho encontradas em clínicas de ortopedia, sendo que uma das características mais freqüentes nos pacientes com essa sintomatologia é o desalinhamento do aparelho extensor do joelho, ocasionado por desequilíbrios entre os componentes mediais e laterais.

No entanto, apesar de a articulação do joelho ter recebido, nos últimos anos, um enfoque relevante por parte dos profissionais da saúde, alguns movimentos ainda não estão completamente esclarecidos, como o movimento da patela durante a flexão e extensão no plano frontal. Tampouco tem sido dada a devida atenção aos movimentos da patela correlacionados com alguma patologia, cujo fator predisponente seja a alteração no alinhamento dessa estrutura.

Em face dessa problemática, novas formas de se avaliar o movimento da patela podem ser bastante úteis no diagnóstico precoce de patologias da articulação

do joelho, principalmente se o método permitir que o avaliador o realize em seu próprio consultório e com um equipamento que não apresente custo elevado.

Este trabalho é organizado da seguinte maneira:

No Capítulo I é feita uma explanação do problema desde seus aspectos históricos até o que se tem descrito na literatura na atualidade.

No Capítulo II é abordada a anatomia e a biomecânica da articulação femoropatelar, bem como suas características anatômicas, artrocinemática, instabilidade, a estabilização patelar, a avaliação da instabilidade patelar, a avaliação da posição da patela no plano frontal e a avaliação da posição da patela no plano sagital.

No Capítulo III são descritos os métodos experimentais realizados no presente estudo.

No Capítulo IV são mostrados os resultados obtidos utilizando-se a metodologia proposta.

No Capítulo V é feita uma discussão e conclusão sobre os resultados obtidos.

I – INTRODUÇÃO

Achados históricos de Galeno (129 a 200 d.C.) já descreviam enfermidades na articulação femoropatelar, designando-lhe, na época, um tratamento com bandagens. No decorrer da história, e principalmente a partir do século XIX, este assunto suscitou cada vez mais interesse; o grande número de trabalhos publicados sobre instabilidades patelares, nesses últimos anos, ressalta esta tendência (HEBERT *et al.*, 2003).

Essa instabilidade patelar, geralmente causada por um mau alinhamento do aparelho extensor, possui alguns fatores que podem ser predisponentes, como displasia patelar, hipoplasia do côndilo lateral femoral, patela alta, que seria um aumento na altura da patela causada por exemplo por encurtamento do quadríceps; torção tibial externa (caracterizada por uma rotação externa da tibia em relação ao eixo longitudinal do fêmur) e ângulo quadricipital (ângulo Q), que seria o ângulo formado pelo alinhamento do quadríceps e pelo ligamento patelar na tuberosidade anterior da tibia, aumentado (SEVERINO *et al.*, 1998).

MELOJÚNIOR *et al.* (1998) mencionam que as instabilidades do aparelho extensor, as quais são representadas pelas luxações e subluxações da patela, envolvem grande complexidade biomecânica e são causadas, em sua grande maioria, por fatores que resultam em um defeito femoropatelar dinâmico, sugerindo que os componentes musculares têm maior parcela nessa problemática.

Há também estudos, como o de SILVA (2002), que correlacionam problemas na articulação femoropatelar com alterações de origem postural, sugerindo que um desalinhamento nessa articulação pode ser causado por um desajuste do alinhamento articular global do indivíduo, gerado por compensações e encurtamentos.

Além desses fatores, há que se ressaltar que os mecanismos envolvidos nas instabilidades patelares são complexos, haja visto que a biomecânica da articulação femoropatelar apresenta características que dificultam seu diagnóstico e tratamento (MELLO JÚNIOR *et al.*, 1998).

GOMES *et al.*, 1996, e BERTRAN *et al.*, 2005, ressaltam que a instabilidade sintomática do aparelho extensor do joelho é problema comum na clínica ortopédica, e ainda, no que se refere à prevalência, há um acometimento maior nos pacientes do sexo feminino.

No que se refere à forma de avaliação, existem alguns métodos para medir o alinhamento da patela, mas a abordam de forma estática. Um dos principais testes utilizados para verificar o alinhamento da patela na tróclea femoral é o do ângulo Q. No entanto, a medida do ângulo Q corresponde a um método subjetivo que será explanado com maior propriedade adiante.

A confiabilidade dos testes de avaliação usados depende não somente da habilidade do examinador, mas também de alguns fatores que podem deturpar o resultado, como o melhor posicionamento do paciente avaliado, pois há diferenças entre os posicionamentos em pé, em decúbito dorsal e até mesmo sentado.

Outra forma de avaliação clínica envolve o exame radiológico, a tomografia axial computadorizada e a ressonância magnética, esta última apresentando vantagens no que se refere à possibilidade de encontrar anormalidades nos tecidos moles como pregas sinoviais, retração do retináculo lateral e lesão nos meniscos (SEVERINO *et al.*, 1998).

Novas técnicas vêm sendo utilizadas para auxiliar no processo diagnóstico. Um exemplo bastante recente é a utilização da captação de imagens digitais dos movimentos e o tratamento dessas imagens através de programas específicos para a obtenção dos dados referentes aos movimentos do corpo humano ou de determinados membros (VASCONCELOS, 2002, e CORTIZO *et al.*, 2002). Essa técnica poderia, conseqüentemente, ser utilizada para a verificação do movimento da patela.

Há distinção entre os tratamentos das patologias femoropatelares, os quais são classificados em duas categorias: os tratamentos cirúrgicos e os tratamentos conservadores.

No caso das instabilidades femoropatelaes, existem técnicas, geralmente cirúrgicas, que buscam restabelecer o alinhamento da patela através da fixação com parafusos e hastes, cuja finalidade é devolver ao sistema a função do mecanismo extensor do joelho (MANINE *et al.*, 2002).

Questiona-se a evolução para artrose se a instabilidade femoropatelar não for tratada. Alguns autores mencionam que se não for feita precocemente uma intervenção cirúrgica, é certo que a complicação surgirá; outros autores, no entanto, afirmam que se uma correção for feita utilizando técnicas específicas, nas quais o tendão patelar é abaixado ou medializado através da colocação de fixadores (parafusos ou pinos), a pressão da tróclea femoral aumentará e isso levará a uma degeneração da cartilagem articular (MANINI *et al.*, 2002).

Com relação ao tratamento conservador, a maioria dos pacientes apresenta melhora, sendo reservado o tratamento cirúrgico para os casos refratários ou para os pacientes que apresentam alterações anatômicas bem definidas e para os quais não haja prognóstico de melhora com o tratamento conservador (SEVERINO *et al.*, 1998).

Ainda no que se refere ao tratamento conservador das instabilidades femoropatelaes, em geral utiliza-se a fisioterapia convencional, que enfatiza o fortalecimento do aparelho extensor com exercícios para os membros inferiores, denominados exercícios de cadeia cinética aberta e de cadeia cinética fechada (MELOJÚNIOR *et al.*, 1998).

NIKKU, *et al.* (2005), cita em seu estudo que na década de 70 era comum o procedimento cirúrgico para a correção do desalinhamento da patela e que ao estudar 127 casos, verificou que os resultados após 2 anos são bastante similares entre os dois procedimentos.

O termo “cadeia cinética” foi descrito originalmente em 1955 por Stendle para analisar sistemas articulados em engenharia mecânica. Stendle observou que se o pé ou a mão sofre considerável resistência durante um exercício, o recrutamento muscular e o movimento articular ocorrem de maneira diferente. Essa observação constitui o princípio para a execução do exercício em cadeia cinética fechada, em que o membro permanece fixo durante todo o movimento (MELOJÚNIOR *et al.*, 1998).

Outro estudo, como o de MELLO JÚNIOR *et al.* (1998), mencionam a utilização de exercícios físicos de cadeia cinética fechada, durante os quais o paciente mantém o contato distal com o solo, como forma de tratamento conservador para a instabilidade femoropatelar. Tais estudos demonstraram resultados satisfatórios na melhora do alinhamento do aparelho extensor do joelho, comparando ainda esse tipo de atividade com a cadeia cinética aberta, que apresenta uma frequência de utilização diária menor, uma vez que as atividades que realizamos no dia-a-dia, em grande parte, são em cadeia cinética fechada, sendo portanto esta mais funcional.

Ainda como uma forma não invasiva, alguns autores como CUSHNAGHAM, *et al.* (1994) sugerem uma técnica conhecida como “tapping” que utiliza uma bandagem adesiva, cujo objetivo é tracionar a patela medialmente, garantindo que seja mantido um bom alinhamento durante os movimentos de flexão e extensão do joelho. Como forma de tratamento, esse realinhamento da patela ocorre em decorrência do tensionamento ocasionado, que provoca uma mudança em seu alinhamento. De forma geral, é realizada uma medialização da patela, pois demonstra-se que na maioria dos casos, pelos vetores resultantes das forças que atuam sobre a patela, faz-se com que esta seja deslocada lateralmente.

No realinhamento da patela com “tapping”, é importante ressaltar a direção do vetor de posicionamento, pois existem diferenças entre deixá-lo na posição neutra, medializá-lo ou lateralizá-lo. A lateralização e a colocação na posição neutra, de acordo com WILSON, *et al.* (2003), proporcionam uma maior diminuição na dor quando comparada à medialização.

Várias técnicas conseguem resolver o problema da instabilidade femoropatelar a curto prazo; entretanto, reavaliações posteriores a longo prazo mostraram que em muitos casos a deterioração articular ocorreu de forma mais rápida do que seria razoável, cobrando dos pacientes um preço indesejável pelo seu êxito inicial (GOMES *et al.*, 1996)

II – ANATOMIA E BIOMECÂNICA DA ARTICULAÇÃO FEMOROPATELAR

2.1 Características anatômicas da articulação femoropatelar

O joelho é uma articulação intermédia do membro inferior e, do ponto de vista mecânico, é um caso surpreendente, pois consegue conciliar dois conceitos antagônicos que seriam a estabilidade e a mobilidade (KAPANDJI, 2000).

A articulação do joelho é descrita como uma articulação condilóide, com dois graus de liberdade de movimento, e pode ser comparada à articulação do cotovelo, no entanto suporta o peso corporal e também transmite forças advindas do tronco e membros superiores para os membros inferiores, além de oferecer grande mobilidade. Do ponto de vista articular, são três as articulações existentes na região do joelho: a articulação tíbio-femoral; a articulação tibiofibular e a articulação femoropatelar (HAMIL e KNUTZEN, 1999).

No joelho, os movimentos de flexão e extensão são realizados graças a uma estrutura que se articula com o fêmur e que pode ser comparada com um mecanismo de polia, a patela. A patela atua como peça fundamental nesses mecanismos e tende a ter um movimento de translação vertical (KAPANDJI, 2000). A patela, um dos componentes da articulação femoropatelar, é um osso sesamóide¹, está situada dentro do prolongamento do tendão do quadríceps e apresenta uma forma triangular com um vértice inferior, uma face anterior e outra posterior. Na face posterior, ocorre a divisão em duas partes: o quarto inferior, que é extra-articular, e os três quartos superiores (HEBERT *et al.*, 2003).

¹ Que apresenta formato de um grão de sésamo (gergelim). *Fonte:* MICHAELIS, 1998.

Na parte posterior da patela e sua relação com o sulco femoral, há a presença da cartilagem considerada a mais espessa encontrada em todo o corpo humano (HAMIL & KNUTZEN, 1999).

No que se refere à forma da patela, ela apresenta duas facetas articulares, uma interna e outra externa, sendo que a face externa é maior e mais alta do que a interna. Existe ainda uma terceira faceta denominada faceta de Odd (figura 1), que se articula com o côndilo femoral medial quando o joelho ultrapassa os 90° de flexão (HEBERT *et al.*, 2003).

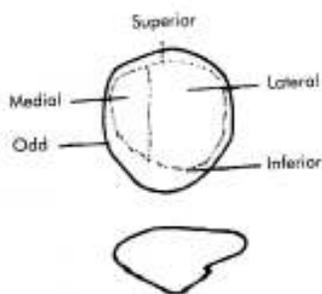


Figura 1 – Facetas patelares (Fonte: HEBERT *et al.*, 2003)

Além da divisão das facetas por área, há também uma angulação entre elas que apresenta um valor médio de 130°, podendo variar de 100° a 140° (figura 2) (HEBERT *et al.*, 2003).

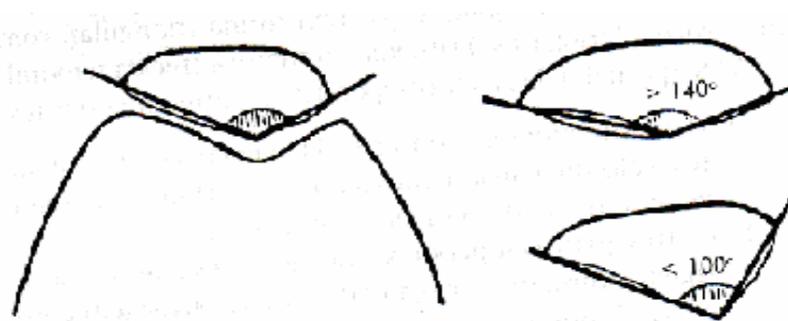


Figura 2 – Angulação facetária (Fonte: HEBERT *et al.*, 2003)

Para a descrição das diferenças entre o tamanho das facetas, foi estabelecido (figura 3) por Wiberg (1941) apud Hebert *et al.* (2003) um índice classificando a patela em:

Tipo I – as faces internas e externas são praticamente iguais (10%).

Tipo II – a face externa é maior do que a interna em uma proporção de 3:2 (65%).

Tipo III – a face interna é quase inexistente.

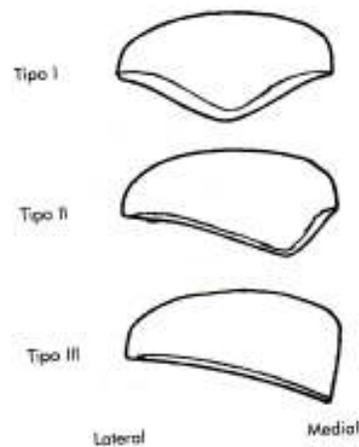


Figura 3 – Tipos patelares (*Fonte: HEBERT et al., 2003*)

2.2 Artrocinemática da articulação femoropatelar

De forma geral, a mecânica do joelho é complexa, tendo em vista que as articulações dos côndilos femorais são assimétricas, além de haver movimentos patelares na região anterior que apresentam valores aproximados para a amplitude de movimento de 145° de flexão com o quadril flexionado e de 120° com o quadril estendido, segundo HAMIL e KNUTZEN (1999), que menciona ainda que “quando começa a flexão do joelho, o fêmur roda medialmente sobre a tíbia com o côndilo femoral medial rolando cerca de 10° e o côndilo femoral lateral rolando cerca de 15°

e após ter sido completado o rolamento inicial, o fêmur faz rotação e translação e termina em flexão máxima apenas deslizando”.

Com relação a sua movimentação, a patela pode apresentar movimentos instáveis, os quais podem se agravar quando essa estrutura, por algum motivo, está fora do sulco patelar (PASSOS e CERQUEIRO, 2003).

KAPANDJI (2000) descreve que no plano frontal a patela, em condições normais, desloca-se súpero-inferiormente apenas devido ao seu perfeito encaixe e à força de coaptação. No entanto, no final da extensão ou na hiperextensão, a tendência da patela é a de lateralizar, principalmente se houver uma diminuição no tamanho do côndilo femoral lateral, mantendo a patela na tróclea, o que poderia ocasionar episódios de subluxação.

BULL *et al.* (2002) mencionam que a articulação femoropatelar apresenta seis graus de liberdade de movimento (figura 4) e que desses seis apenas quatro têm significância clínica. São eles: o “tilt”, a rotação, a flexão e o “shift”. A translação ântero posterior e medial-lateral não são clinicamente significantes de acordo com o autor.

Já HEBERT *et al.* (2003) abordam o mesmo tema, afirmando que a patela se desloca no sulco patelar em apenas três planos de movimento, sendo que no plano frontal a patela encontra-se, na extensão total do joelho, levemente lateralizada e quando há a flexão, ela tende a deslocar-se medialmente, no plano transversal ela move-se com certa inclinação, acompanhando o movimento da tíbia.

Para que as questões referentes ao movimento da patela sejam esclarecidas, BULL *et al.* (2002) acredita que é necessária uma abordagem da definição dos quatro graus de liberdade desses movimentos, o que de forma geral não ocorre na literatura.

Durante a flexão do joelho, a patela desce no sulco patelar, percorrendo um trajeto de aproximadamente duas vezes seu comprimento, acompanhando o sulco até cerca de 90° de flexão do joelho (HAMIL & KNUTZEN, 1999).

Essa opinião sobre o movimento de incursão da patela (figura 4) é ratificada por KAPANDJI (2000). Esse autor menciona que no plano frontal, durante a flexão e a extensão do joelho, a incursão da patela se dá de forma vertical ao longo do sulco patelar localizado entre os côndilos femorais, e o deslocamento da patela é de duas vezes o seu comprimento, cerca de 8 cm, completando ainda que é realizado um

giro sobre o eixo transversal e sua face posterior, dirigindo-se diretamente para trás em uma posição de extensão e orientando-se diretamente para cima, quando o joelho está em flexão, no fim do trajeto patelar sobre os côndilos.

No plano frontal, com o joelho em extensão, a patela está ligeiramente subluxada externamente em relação à tróclea femoral (POZZI e KONKEWICZ, 2003). Ainda nesse mesmo plano, há o movimento de rotação da patela sobre um eixo perpendicular à própria patela, sendo que, quando o joelho está em extensão total, a patela encontra-se quase totalmente no plano frontal (BULL *et al.*, 2002). JENNY *et al.* (2002) afirmam que a patela apresenta um movimento contínuo diretamente proporcional ao ângulo de flexão do joelho, e nos primeiros 30° de flexão do joelho apresenta cerca de 10° de rotação interna.

No plano transversal, considera-se o movimento de flexão da patela positivo quando o pólo distal move-se posteriormente, acompanhando o movimento de flexão da tíbia, movimento este que é realizado em um eixo látero-lateral (um eixo de vai de um lado a outro) (BULL *et al.*, 2002).

Outro movimento que pode ser descrito é o “tilt”, que ocorre sobre um eixo proximal-distal da patela e também no plano transversal. Nesse movimento, observa-se que o pólo medial se eleva enquanto o pólo lateral se deprime e vice-versa (BULL *et al.*, 2002).

Ainda no plano transversal, há uma rotação (báscula) interna que em parte se deve à rotação automática da tíbia durante a flexão (HEBERT *et al.* 2003).

Por sua vez, o “shift” patelar é um movimento de translação da patela que ocorre sobre o eixo médio-lateral nos sentidos lateral e medial, respectivamente (BULL *et al.*, 2002).

No plano sagital, em relação ao plano sagital da tíbia, JENNY *et al.* (2002) encontraram um deslocamento de cerca de 10 a 20 mm quando a flexão do joelho era iniciada.

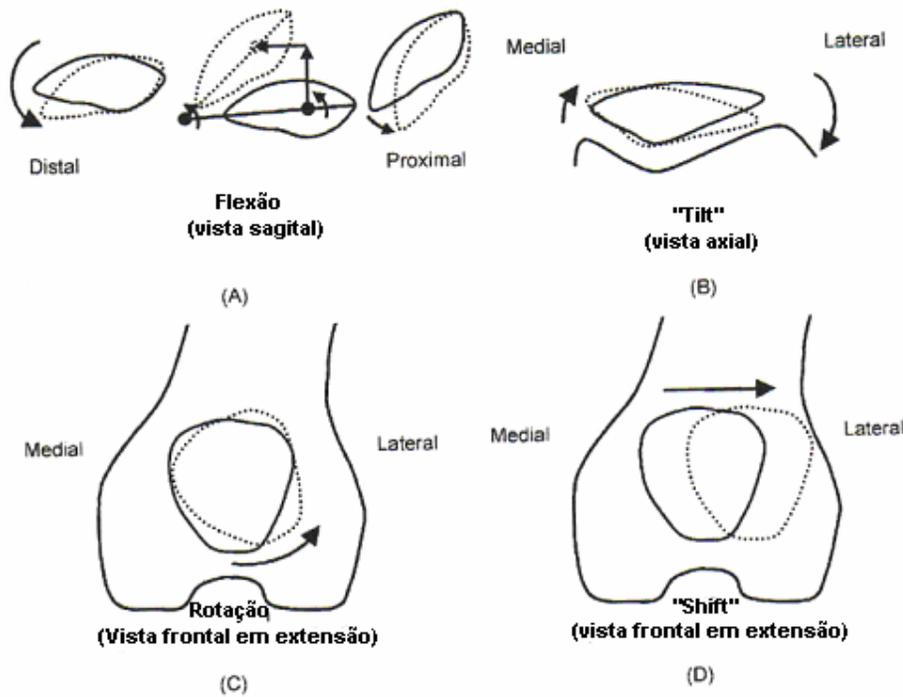


Figura 4 – Movimentos patelares (Fonte: BULL *et al.*, 2002)

É importante ressaltar que a literatura que trata do movimento da articulação femoropatelar pode ser dividida em dois grupos: aquela que descreve o movimento da patela relativo ao eixo do fêmur e aquela que descreve o movimento patelar com base no eixo fixo do corpo. Esse dado é importante para analisarmos os resultados obtidos, pois BULL *et al.* (2002) colocam que os resultados que se aproximam dos valores mais fidedignos adotam o eixo do fêmur como referência.

2.3 A estabilização patelar

Em alguns pacientes, a patela não se apresenta tão firmemente fixada no sulco patelar, podendo, às vezes, ir à direção lateral chocando-se contra o côndilo lateral (DANDY, 2000).

A patela possui elementos que são responsáveis por sua estabilização. Dinamicamente, os músculos vasto medial, com suas fibras oblíquas, e os músculos grácil, semitendinoso e sartório, com seus tendões formando uma estrutura denominada “pata de ganso”, contribuem para a estabilização no sentido medial da estrutura (SILVA, 2002).

De acordo com HAMIL & KNUTZEN (1999), o movimento patelar sofre maior influência da superfície articular da patela e da tróclea femoral do que a influência proporcionada pelo comprimento do tendão patelar, uma vez que é pouco afetado pelo quadríceps femoral.

Um dos músculos que participam da estabilização da patela por fazer parte do grupo muscular denominado quadríceps é o reto femoral que, de acordo com MORAES *et al.* (2003), apresenta maior participação nos movimentos de flexão e extensão; em cadeia cinética fechada, esse músculo apresenta-se como o mais potente do corpo humano e em um estudo pôde verificar, com o auxílio da eletromiografia, que há maior participação dele quando os pés estão em flexão dorsal (a menos de 90°) ou na posição de 90°.

A estabilidade no sentido lateral é garantida pelo músculo vasto lateral, que também apresenta fibras com sentido oblíquo, conforme descrito por ANDRADE *et al.* (2001), podendo ser essa uma região anatômica mais bem localizada para exercer o controle da patela.

GROSSI, *et al* (2004) mencionam que os músculos responsáveis pela estabilização da patela são o vasto medial oblíquo e também o vasto lateral oblíquo, que devem manter um equilíbrio entre si, havendo para tal um padrão de contração sincrônico entre eles, principalmente nos últimos graus de extensão de joelho.

Ainda no que se refere aos músculos responsáveis pela estabilização da patela, há a possibilidade de se alterar a atividade elétrica em músculos específicos, modificando-se o posicionamento do tornozelo, ou seja, essa mudança no tornozelo pode, a médio e longo prazo, interferir na estabilização da patela, pois de acordo com SIGNORILE *et al.* (1995), pode refletir em uma maior atividade elétrica em músculos dos compartimentos medial ou lateral do quadríceps.

Outro estudo realizado por TAKEYA *et al.* (2002) mostra, que quando ocorre a rotação do tornozelo em relação ao eixo longitudinal da tíbia, há realmente a

diferença na captação do sinal elétrico dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral.

JENNY *et al.* (2002) afirmam que no plano frontal, em relação ao fêmur, há uma rotação da patela que é de difícil captação, sendo da ordem de 10° aproximadamente, o que, associado à superfície articular, pode se tornar um fator de predisposição à instabilidade da patela.

Outro fator que promove a estabilidade da patela é uma estrutura denominada coxim adiposo, constituído basicamente de tecido adiposo subcutâneo localizado na região infrapatelar, que, além de fornecer um alinhamento cinemático, tem a propriedade de diminuir as tensões na articulação da patela com o fêmur, pois sua perda implica aumento da mobilidade, além do aumento da pressão na articulação femoropatelar (BOHNSACK *et al.*, 2004).

O coxim adiposo, além de oferecer um importante fator de estabilização também apresenta em sua estrutura receptores (mecanorreceptores) os quais são responsáveis pela garantia e manutenção da percepção da estrutura como uma todo, o que denomina-se propriocepção (ROBERTS, *et al.*, 2004).

2.4 A instabilidade femoropatelar

O mau alinhamento do aparelho extensor é um problema comum na prática ortopédica, sendo causa de instabilidade e dor na região anterior do joelho, acometendo principalmente pacientes do sexo feminino.

Vários são os fatores que levam ao mau alinhamento patelar e à conseqüente instabilidade da articulação: displasia patelar, hipoplasia do côndilo femoral lateral, patela alta, torção tibial externa, ângulo quadricipital aumentado (ângulo Q), encurtamento do retináculo lateral, alterações do músculo vasto medial e o trauma sendo que os fatores podem aparecer isolados ou conjuntamente (SEVERINO *et al.*, 1998).

As instabilidades do aparelho extensor, representadas pelas luxações e subluxações recidivantes de patela, envolvem grande complexidade biomecânica,

são causadas por fatores que resultam em defeito femoropatelar dinâmico e são de difícil diagnóstico e tratamento (MELO JÚNIOR *et al.*, 1998).

Nos primeiros 20° de flexão de joelho, há uma rotação interna da tíbia que tira a patela da sua posição inicial, fazendo com que o primeiro contato ocorra com as facetas inferiores na patela. Nesses primeiros graus, a estabilidade oferecida pelo côndilo lateral é mais importante, fato que torna as luxações nesses graus mais freqüentes. Há também o acompanhamento do sulco patelar pela patela até o 90° de flexão e, nessa amplitude, o contato é feito com as facetas superiores da patela, sendo que, se continuada essa flexão até 135°, o contato ocorre na faceta extra da patela (HAMIL & KNUTZEN, 1999).

Outro fator importante que pode predispor a um episódio de luxação é a rotação externa da tíbia durante a flexo-extensão. Esse movimento tibial faz com que o ligamento patelar que se encontra inserido na tuberosidade anterior da tíbia seja rodado externamente, o que favorece a lateralização da patela (KAPANDJI, 2000).

Há ainda a menção a tuberosidade anterior da tíbia, local onde se insere o ligamento patelar, que apresenta um direcionamento para lateral, como um fator que também poderia predispor a articulação a episódios de luxação (MIYANISHI, *et al.*, 2000).

2.5 A avaliação da instabilidade patelar

Quanto à avaliação e ao diagnóstico da patologia femoropatelar, dispõe-se de algumas “ferramentas” que podem auxiliar na detecção de problemas. Alguns recursos indicam as alterações tanto no plano frontal quanto no sagital (HEBERT e col., 2003).

Referindo-se à articulação do joelho, JACOB *et al.* (1997) mencionam que: *“Quando falamos da avaliação dos componentes que, em conjunto, são responsáveis pelo movimento e estabilização das estruturas do joelho, estamos diante de uma tarefa um tanto quanto árdua”*.

É de consenso que há uma grande dificuldade em estabelecer parâmetros quantitativos “in vivo” quando nos referimos aos movimentos de joelho (STUKENBORG-COLSMAN *et al.*, 2002).

O movimento da articulação femoropatelar é de grande interesse clínico porque há uma grande porcentagem de casos de distúrbios nessa articulação que mencionam o movimento anormal da patela em relação ao fêmur (BULL *et al.*, 2002).

Apesar de a articulação femoropatelar ser bastante acessível ao exame clínico, provavelmente a mais acessível do corpo humano, e dos recentes avanços na área de imagenologia, como a radiologia, a cintilografia, a tomografia e a ressonância magnética nuclear, há ainda muita dificuldade na obtenção de resultados que possam favorecer o tratamento da patologia femoropatelar (MARCZYK e GOMES, 2000). O mapeamento do movimento patelar *in vivo* é de difícil captação, o que desperta grande interesse da captação desse movimento *in vitro*.

A avaliação pode ser realizada de vários modos: por meio de exame radiológico, tomografia axial computadorizada e ressonância magnética, sendo que esta última apresenta vantagens no que se refere à possibilidade de encontrar anormalidades nos tecidos moles, como pregas sinoviais, retração do retináculo lateral e lesão nos meniscos (SEVERINO *et al.*, 1998).

Alguns autores preferem dar maior importância ao exame clínico da articulação femoropatelar, inclusive para a indicação de procedimentos cirúrgicos, como é o caso de SEVERINO *et al.* (1998), que realizaram um levantamento em prontuários de pacientes mencionando que não foram levados em conta dados de exames complementares para a indicação do tratamento cirúrgico, haja visto que, de acordo com o referido autor, nenhuma imagem é capaz de substituir um exame clínico bem realizado.

A avaliação clínica apurada e concisa do paciente com instabilidade femoropatelar é fundamental para um diagnóstico correto. A história clínica e o exame físico desempenham três funções: 1) a sugestão de diagnóstico pelo levantamento de história completa; 2) a confirmação do diagnóstico pela reprodução dos sintomas durante o exame e 3) o uso de achados clínicos pertinentes para auxiliar no tratamento (MARCZYK & GOMES, 2000).

Em seguida, é realizada a palpação da patela e das estruturas vizinhas, comparando o joelho com queixa com o joelho contralateral. É feito o clássico teste para verificar se há derrame articular, e os tecidos moles periarticulares devem ser palpados meticulosamente. Um teste importante é o estresse em valgo, pois pode demonstrar lesão no ligamento colateral medial concomitantemente ao ligamento femoropatelar medial (MARCZYK & GOMES, 2000).

Ainda com relação ao exame clínico, em particular os testes ortopédicos, HURLEY *et al.* (2004), mencionam que as diferentes formas de posicionar as mãos na estrutura a ser testada pode influenciar o resultado do teste.

Em geral, a avaliação da posição da patela é realizada de forma estática em dois planos: o plano frontal e o plano sagital.

2.5.1 Avaliação da posição da patela no plano frontal

No plano frontal, podem-se identificar movimentos que estão relacionados com o alinhamento da patela no sulco patelar, ou seja, se a patela está em posição neutra, medializada ou lateralizada; essa verificação pode ser feita utilizando a medida do ângulo quadricipital (figura 5) ou ângulo “Q” (HEBERT *et al.*, 2003).

Essa forma de avaliar se há alinhamento patelar no plano frontal consiste em correlacionar o alinhamento da patela com o alinhamento do quadríceps, traçando-se uma linha desde a espinha íliaca ântero-superior até o centro da patela e outra linha desde o ligamento patelar até o centro da patela. Essa congruência gera um ângulo e fornece a informação se há maior ou menor grau de deslocamento não só da patela, mas também do alinhamento do fêmur sobre a tíbia (PRENTICE & VOIGHT, 2003).

A etiologia de correlação entre a dor na região anterior do joelho, sugerindo algum padrão patológico e a presença de aumento do ângulo Q, tem sido questionada, pois de acordo com PAULA *et al.* (2004), trata-se de uma medida de ordem estática e que não leva em conta condições dinâmicas da articulação femoropatelar.

De acordo com MARCZYK & GOMES (2000), a medida do ângulo Q representa um teste (que deve ser realizado com o joelho em flexão) para verificar o alinhamento da patela na tróclea femoral. Esses autores mencionam que, se for realizada em extensão, essa medida pode sofrer alterações, principalmente se o paciente tiver uma luxação lateral.

Contrapondo o afirmado acima, HEBERT *et al.* (2003) mencionam que a medida do ângulo Q pode ser feita de duas formas: a primeira com o paciente em decúbito dorsal com os membros inferiores estendidos e o quadríceps contraído, e a segunda com o paciente sentado com os joelhos encostados um no outro; depois, traça-se uma linha a partir da espinha íliaca ântero-superior até o centro da patela e essa mesma linha dirigindo-se à tuberosidade anterior da tíbia, sendo considerados normais valores até 10°.

Com relação aos procedimentos para a realização da avaliação, existem algumas divergências de ordem prática entre os autores no que se refere à realização da medida, pois essa avaliação depende, em primeiro lugar, diretamente da habilidade do examinador; ainda, encontra-se divergência na literatura quanto ao posicionamento do paciente para a sua descrição.

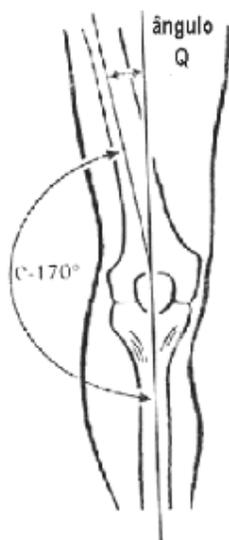


Figura 5 – Medida do ângulo “Q” (Fonte: MARQUES, 2003)

2.5.2 Avaliação da posição da patela no plano sagital

O estudo radiológico da articulação deve ser o primeiro dos exames de imagem a ser realizado. A radiografia em posição ântero-posterior permite a avaliação do alinhamento dessa articulação. A radiografia em perfil absoluto em 30 graus de flexão é fundamental para o estudo não só da patela com o sulco troclear, mas também sua relação com a tuberosidade anterior da tibia. (MARCZYK & GOMES, 2000).

No plano sagital, a avaliação da instabilidade patelar, bem como se há ou não alteração no seu trajeto, é difícil, sendo que atualmente é possível verificar se a patela está mais alta ou mais baixa por meio de técnicas que utilizam radiografia e usam os pontos anatômicos para traçar e medir as distâncias (POZZI *et al.*, 2003). É possível verificar se a patela encontra-se com altura relativamente adequada no sulco patelar com a ajuda de mais de doze métodos diferentes descritos na literatura; no entanto, três índices são mais freqüentemente utilizados (figura 6):

- *Índice de Insall Salvatti*. Esse índice corresponde à razão dos comprimentos do ligamento patelar e da própria patela. Para que seja considerada uma altura normal, o índice de Insall Salvatti deve ser em torno de 1,02 (POZZI *et al.*, 2003) (figura 6a).

- *Índice de Blackburne-Peel*. Considera-se a razão entre a distância de um traço na linha tangente ao platô tibial até o limite inferior da superfície articular da patela e a área da superfície articular total da patela. O valor considerado dentro da normalidade é de 0,8 (HEBERT *et al.*, 2003) (figura 6b).

- *Índice de Caton-Deschamps*. Relaciona a distância entre a extremidade inferior da superfície articular da patela e a borda anterior do planalto tibial, com o comprimento da superfície articular da patela. O valor considerado dentro da normalidade é 1 (POZZI *et al.*, 2003) (figura 6c).

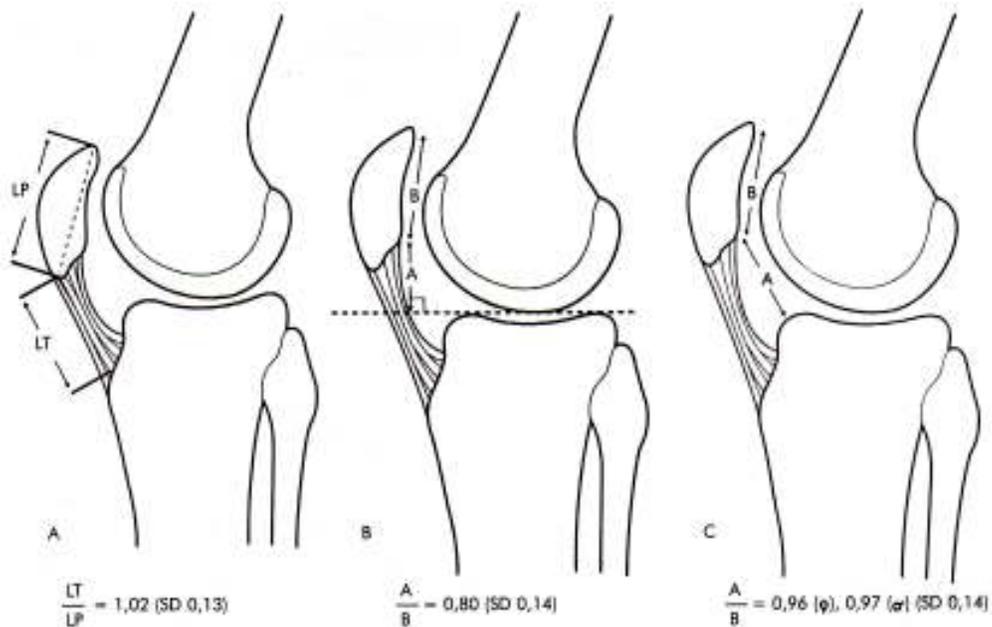


Figura 6 – Métodos de medida da altura da patela (Fonte: HEBERT *et al.*, 2003)

De acordo com POZZI *et al.* (1997), pode haver diferença entre os métodos de acordo com o momento em que se utiliza um deles, pois os métodos de Caton-Deschamps e Blackburne-Peel parecem ser eficazes na medição da altura patelar em joelhos na fase de pré-operatório, porém no pós-operatório das próteses totais de joelho, devido à presença do polietileno do platô tibial e do botão patelar, o método que se mostra mais eficaz dentre os dois é o de Blackburne-Peel.

As técnicas atualmente utilizadas nos fornecem dados acerca de valores preestabelecidos, os quais nem sempre estão associados a quadros patológicos, mas sim fisiológicos do próprio indivíduo (ANDRADE, *et al.*, 1997).

Novas técnicas vêm sendo utilizadas pelas ciências da saúde, advindas inclusive de outras áreas para auxiliar no processo diagnóstico. Um exemplo bastante recente é a utilização da captação de imagens sobre os movimentos biológicos e o tratamento por meio de programas específicos para a obtenção dos dados (VASCONCELOS, 2002).

Outro método que utiliza a captação de imagens, denominada cinemetria, envolve filmagens ou fotografias digitais feitas perpendicularmente à estrutura que está sendo observada (SACCO *et al.*, 2003).

Algumas variáveis são extremamente importantes para que se possa entender completamente a descrição do movimento patelar; em primeiro lugar quando se está analisando o “tilt”, a rotação, a flexão e o “shift”, é necessário estabelecer qual convenção será usada para que se possa considerar o movimento como positivo. Em segundo lugar, é necessário que se estabeleçam os eixos, seja ele o patelar, femoral ou o alinhamento tibial, pois a questão é se nesses eixos ocorrem a rotação e a translação. E por último, é fundamental estabelecer qual a posição considerada como zero (BULL *et al.*, 2002).

Além das variáveis, quando se trata da técnica de captação de imagens, normalmente se utilizam marcadores em pontos anatômicos definidos previamente que sejam de interesse do examinador (SACCO *et al.*, 2003).

Para o estudo da atividade funcional dos estabilizadores dinâmicos da patela é utilizada a eletromiografia de superfície, que apresenta algumas vantagens, pois possibilita a verificação do sinal elétrico do músculo; entretanto, essa técnica apresenta algumas desvantagens uma vez que torna difícil isolar um grupo muscular específico, podendo ser captado o sinal eletromiográfico de um músculo vizinho ao que se está estudando (PASSOS e CERQUEIRO, 2003).

Várias são as tentativas de desenvolver formas de entendimento da articulação do joelho, em particular do movimento patelar. Nesse sentido, várias técnicas são utilizadas e empregam modelos estáticos. Essas técnicas apresentam como desvantagem a captação de valores obtidos de forma estática, os quais são transportados para a forma dinâmica posteriormente, o que pode não representar a reprodução exata de seu comportamento dinâmico (HALLORAN, *et al.*, 2005).

A patela tem interferência direta em vários aspectos dos mecanismos de flexão e extensão do joelho, e seu desalinhamento pode causar dor. No entanto, no que se refere à ativação da musculatura responsável por sua estabilização (vasto medial oblíquo e vasto lateral oblíquo), esse desalinhamento não é capaz de provocar nenhuma alteração no padrão eletromiográfico desses músculos (NG, 2005).

O objetivo do presente estudo é o de desenvolver uma metodologia utilizando a captação de imagens e de sensores de deslocamento para observar e quantificar o movimento patelar, no plano frontal no movimento de flexão e de extensão do joelho em cadeia cinética aberta, que seja de fácil aplicação e de baixo custo.

Como hipóteses podem ser listados os seguintes aspectos:

Que tal dispositivo possa ser utilizado na prática clínica, oferecendo dados sobre o deslocamento da patela no plano frontal.

Que possa ser, a médio ou longo prazo traçado um padrão para o movimento da patela em indivíduos normais e com patologias específicas, para então, poder dar um diagnóstico precoce sobre o surgimento de determinadas patologias.

Que referido dispositivo não apresente aplicabilidade clínica ou ainda não ofereça dados sobre o movimento da patela.

III – METODOLOGIA

Conforme abordada no capítulo II, a avaliação do movimento patelar é de difícil realização, tendo em vista a sua complexidade, e para o presente estudo, um dispositivo foi desenvolvido para posicionar o joelho durante a extensão em cadeia cinética aberta e possibilitar a captação da imagem através de sistema digital durante o movimento.

3.1 Dispositivo de posicionamento e avaliação do movimento patelar

O dispositivo projetado e construído no presente estudo, para o acoplamento de câmera de captação de imagem, é composto de duas partes, uma fixa e outra móvel (figura 7 e 8).

Na parte fixa estão acoplados um potenciômetro linear, utilizado como sensor de deslocamento, um sistema de iluminação com tela de difração da luz, um dispositivo luminoso para o estabelecimento do ponto fixo e ainda um apoio para a região posterior de coxa.

Na parte móvel, estão acoplados um multímetro digital, um apoio para a região anterior de tornozelo e uma câmera digital.

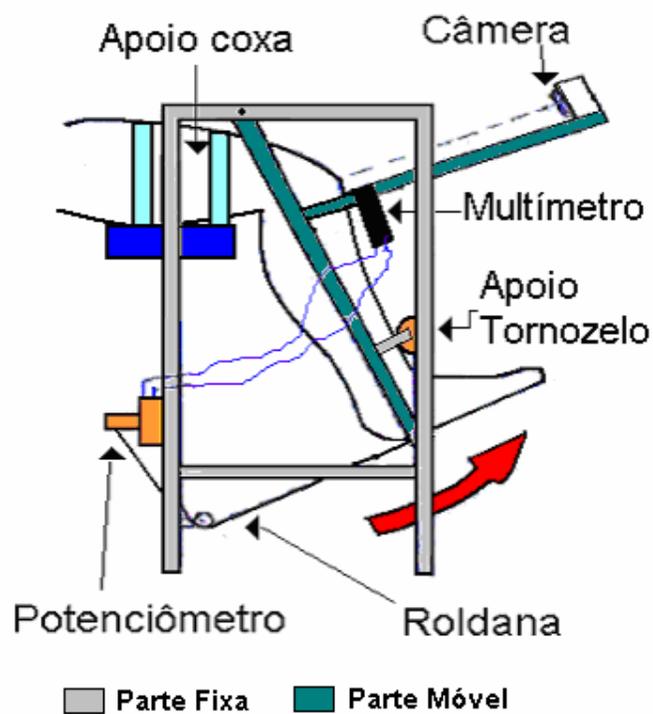


Figura 7 – Esquema do dispositivo para avaliação do movimento patelar (lateral)

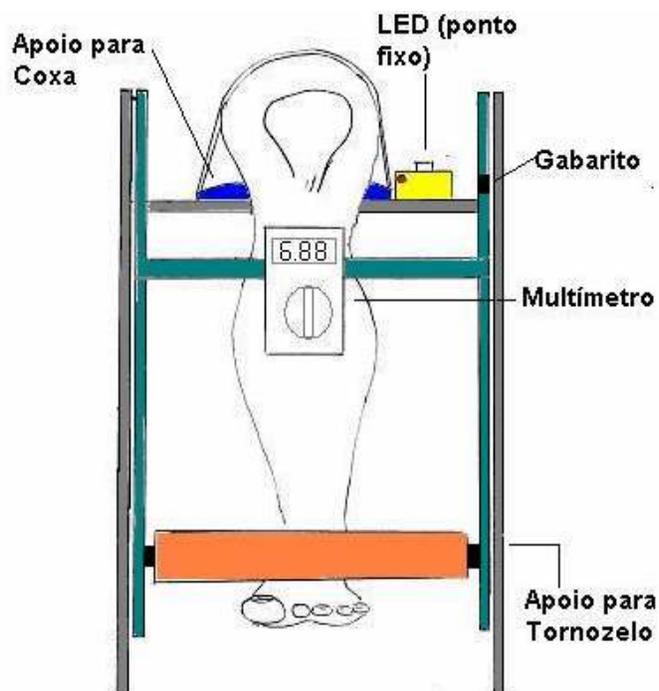


Figura 8 – Esquema do dispositivo para avaliação do movimento patelar (frontal)

3.1.1 Captação do movimento angular do joelho

Para quantificar os deslocamentos angulares durante a extensão do joelho, um potenciômetro linear foi preso na parte fixa do dispositivo e fixou-se na parte móvel um cabo, que estava conectado a esse potenciômetro, passando por uma roldana.

O potenciômetro permite a transdução de um sinal mecânico, proporcionado pela movimentação giratória (o deslocamento angular), em um sinal elétrico, gerando uma tensão elétrica na saída, que pode ser visualizada através de um multímetro digital.

A figura 9 mostra como foi realizado o acoplamento entre a parte móvel e o potenciômetro preso na parte fixa, utilizando-se de um cabo.

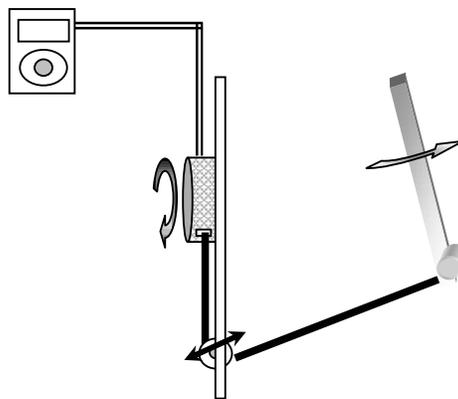


Figura 9 – Acoplamento do sensor à parte móvel

A calibração inicial do potenciômetro, ou seja, a determinação da relação entre a tensão de saída e o deslocamento angular foi feita com o dispositivo vazio (sem nenhum sujeito) e utilizando um goniômetro universal no centro de rotação.

Essa medida teve a finalidade de determinar a linearidade do sensor e foi feita posicionando-se o goniômetro a cada 10° de angulação (de 90° até 180°) alinhando-se a parte móvel do dispositivo com o goniômetro e anotando-se o valor de tensão obtido.

Essa medida foi realizada em três dias alternados.

Na figura 10 é mostrada a curva de calibração relacionando os valores de tensão medidos para cada 10° de rotação durante o deslocamento angular da parte móvel do dispositivo.

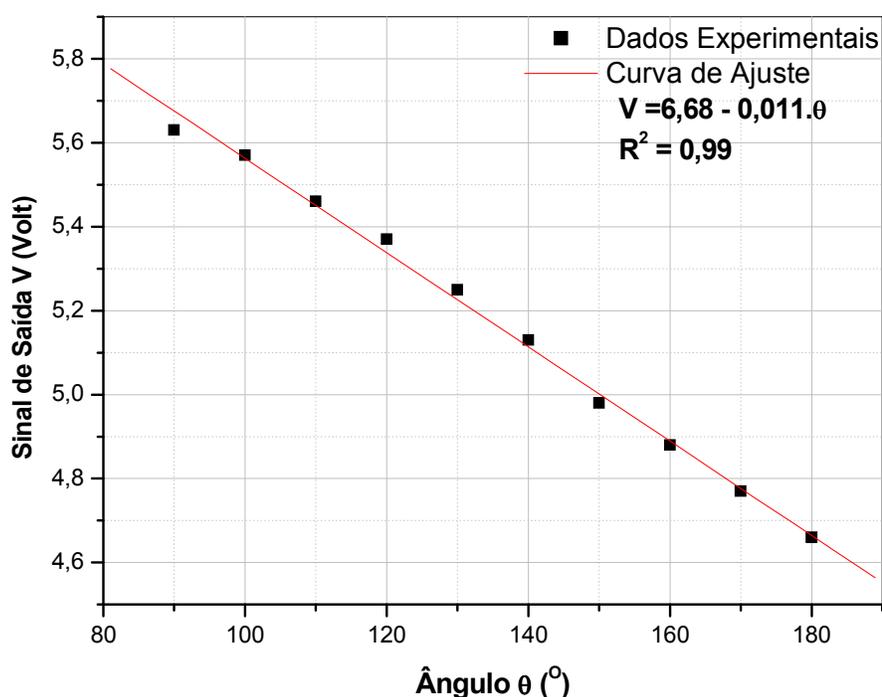


Figura 10 – Curva de calibração do potenciômetro linear

A cada nova realização do procedimento era efetuada uma nova calibração, verificando-se os valores inicial e final da tensão obtida no multímetro após o posicionamento a 90° e a 180°, respectivamente. Aplicando-se o coeficiente obtido na curva de calibração, era possível determinar o ângulo em que o joelho estava posicionado.

O potenciômetro foi alimentado com uma fonte de 9V e a tensão de saída era lida no visor do multímetro; em seguida, foi feito o deslocamento da parte móvel do

dispositivo. Os valores da tensão obtidos durante o movimento de rotação, a cada 10° no goniômetro, foram anotados para elaboração de uma curva de calibração para mostrar a relação tensão-deslocamento angular.

3.1.2 Leitura do movimento angular do joelho

Para visualizar o deslocamento angular do joelho, um multímetro foi posicionado no plano do movimento (frontal) e fixado a uma barra transversal fixada a frente do dispositivo, na parte móvel para observar os valores de tensão correspondentes ao deslocamento angular do movimento do joelho.

Este multímetro foi posicionado de tal maneira que seu visor pudesse aparecer nas imagens capturadas durante o movimento do joelho.

Através da captação dos valores mostrados no multímetro foi possível determinar a posição angular do joelho.

3.1.3 Sistema de captação das imagens

Para capturar as imagens na parte móvel, foi fixada uma filmadora digital marca Polaroid modelo PDC 3035 perpendicularmente ao plano frontal de movimento, alinhada com o centro da patela e afastada 68 cm desta, com o intuito de efetuar a captação de imagens durante o movimento.

Era feita uma filmagem, no plano frontal, da movimentação da patela, partindo da amplitude de 90° de flexão do joelho até 180° de extensão.

Após a realização da filmagem, o arquivo era então reproduzido em um software de imagem que possibilitava a divisão em “frames”, para a análise.

3.1.4 Sistema de iluminação

Tendo em vista ser a patela um osso que apresenta um movimento subcutâneo, e não apresenta tuberosidades ósseas que possibilitem a utilização de sistema de marcadores, a fim de que seu contorno pudesse ser melhor visualizado e conseqüentemente medido, um aparato que produz um sistema de franjas foi utilizado (figura 11).

Nesse aparato, uma lâmpada incandescente comum de 60W era acondicionada em um tubo cujo interior era reflexivo e em sua extremidade havia uma tela de difração (a qual consiste em um vidro limitador com linhas verticais), com um intervalo entre as linhas de 3mm (figura 12).

Esse sistema possibilitou o delineamento do contorno da patela nos diferentes ângulos do movimento, conforme figura 13.

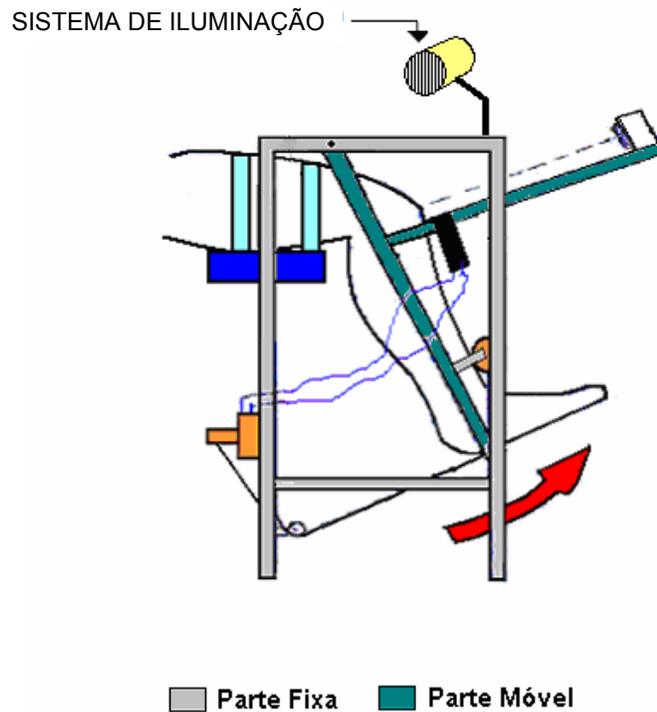


Figura 11 – Esquema do sistema de iluminação



Figura 12 – Foto do sistema de iluminação



Figura 13 – Incidência da luz sobre a patela

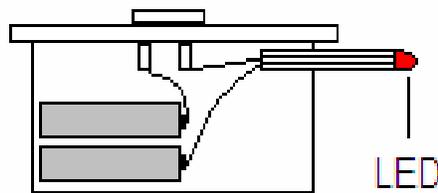
3.1.5 Sistema de referência fixa

Para que o ponto de referência que fosse visível am qualquer ângulo de movimento um sistema de referência fixa foi criado.

Tal sistema era composto por um LED, acoplado a um tubo plástico transparente com diâmetro de aproximadamente 0,5 cm e 10 cm de comprimento, alimentado por duas pilhas comuns.

O sistema foi acondicionado dentro de uma caixa plástica de 5 cm de largura, 9 cm de comprimento e 4 cm de altura, na qual havia a presença de interruptor para desligar a luz do e LED quando o sistema não estivesse sendo utilizado (figura 14).

A fonte luminosa do sistema foi alinhada com o eixo longitudinal do fêmur (figura 15), próximo a região de epicôndilos, seguindo o preconizado por MIYANISHI, *et al.* (2000), que utilizou em seu estudo o eixo longitudinal do fêmur para correlacionar o posicionamento da patela.



Vista Lateral

Figura 14 – Esquema do Sistema Luminoso LED

3.1.6 Determinação e validação dos pontos da patela

Para que o movimento da patela pudesse ser quantificado foram estabelecidos pontos para que, a cada frame, pudesse ser feita a medida, em relação ao ponto fixo, formado pelo LED luminoso.

Foram, inicialmente escolhidos quatro pontos, os quais correspondiam ao limite lateral superior (A), limite medial superior (B), limite lateral inferior (C) e limite medial inferior (D) (figura 15).



Figura 15 – Pontos iniciais marcados na patela

Para se obter um grau de fidelidade maior na escolha dos pontos, haja visto que a visualização destes pode sofrer alteração, de acordo com a interpretação do avaliador, foram escolhidas aleatoriamente duas imagens do banco de dados (figuras 16 e 17), marcados pelo autor. Essas imagens foram mostradas a cinco pessoas solicitando a elas que marcassem os limites da patela.



Figura 16 – Imagem 1 utilizada para validação dos pontos



Figura 17 – Imagem 2 utilizada para validação dos pontos

Dos cinco indivíduos que realizaram a colocação dos pontos na patela, quatro, eram fisioterapeutas e apresentam um tempo médio de formação de 5,25 anos ($\pm 3,2$ anos), e todos esses profissionais trabalham em ortopedia.

A outra pessoa, que não tinha formação na área da saúde, trabalha em ramo editorial, a cerca de 12 anos, foi submetida a uma rápida explanação sobre a anatomia da patela, tendo em vista não possuir tal conhecimento.

Após a marcação dos pontos as imagens foram abertas em um programa de imagem e os valores das coordenadas X e Y foram anotados em todos os casos e feita média aritmética e desvio padrão da amostra.

Ao final da análise optou-se por utilizar apenas os pontos A e B, correspondentes aos pólos superior e inferior da patela, por apresentarem valores mais próximos, daqueles que foram marcados previamente pelo autor, além de apresentarem os menores valores para o desvio padrão, conforme o apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Médias e Desvios Padrão para estabelecimento dos pontos (Dx) e (Dy) da patela

| Pontos | | A | | B | | C | | D | |
|----------|----------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
| | | Dx | Dy | Dx | Dy | Dx | Dy | Dx | Dy |
| Imagem 1 | Autor | 83 | 23 | 137 | 20 | 134 | 57 | 88 | 59 |
| | Média | 88,80 | 25,00 | 137,40 | 26,20 | 127,20 | 70,40 | 94,20 | 66,40 |
| | Desv Pad | 6,06 | 2,74 | 3,05 | 4,97 | 4,76 | 12,66 | 9,78 | 10,74 |
| Imagem 2 | Autor | 48 | 29 | 96 | 41 | 88 | 73 | 47 | 69 |
| | Média | 45,80 | 26,80 | 95,40 | 36,80 | 78,40 | 71,40 | 47,40 | 56,60 |
| | Desv Pad | 1,64 | 1,79 | 5,77 | 5,07 | 5,68 | 14,28 | 4,39 | 12,03 |

Em seguida as médias das coordenadas X e Y foram comparadas com as coordenadas marcadas pelo pesquisador e a partir dessa análise os quatro pontos anteriormente marcados tornaram-se apenas dois, pois os valores que mais se aproximavam dos que foram obtidos pelo pesquisador e ainda que apresentaram menor desvio padrão foram os pontos A e B (figura 18).

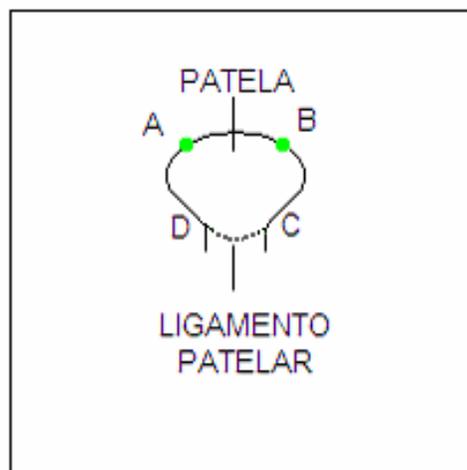


Figura 18 – Demarcação final dos pontos da patela

3.1.7 Avaliação, posicionamento do indivíduo e captação do movimento patelar.

Antes de ser posicionado no dispositivo o indivíduo foi esclarecido sobre a natureza e finalidade do estudo, bem como assinou um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, o qual, segue o preconizado na resolução CNE196/96 (Anexo 2).

O presente estudo foi submetido a apreciação do comitê de Ética da Universidade de Mogi das Cruzes, conforme anexo 3.

Após essa etapa o indivíduo era submetido a uma avaliação que constava de anamnese, onde eram colhidos nome, sexo, idade, peso, altura, se o participante praticava algum tipo de atividade física e quantas vezes por semana, se apresentava alguma dor na região do joelho, se teve ou tem alguma patologia na articulação do joelho a qual saiba.

Em seguida era realizada perimetria dos membros inferiores, mais especificamente da coxa do participante, a qual partia do trocanter maior do fêmur para baixo 15cm era o primeiro ponto; para baixo do primeiro ponto mais 10cm e como último ponto a ser medido, para baixo desse segundo ponto mais 10 cm, perfazendo um total de 3 (três) medidas as quais eram repetidas no membro contralateral.

O próximo passo era a realização do exame da articulação que consistiu de palpação a fim de verificar presença de aumento de temperatura e edema e a realização de testes ortopédicos para a articulação femoropatelar (teste de rapagem da patela, Tilt patelar e apreensão patelar); teste para verificar encurtamento de reto femoral (teste de Ely) e ainda, a fim de mapear possíveis alterações que pudessem interferir na realização do estudo, testes de instabilidade ligamentar (teste de lachman, teste de gaveta anterior e posterior, teste de Stress em varo e em valgo), bem como testes para meniscos (McMurray e Apley de distração e de compressão).

Para que a captação das imagens pudesse ser realizada, o indivíduo era posicionado sentado, com o quadril e joelho flexionados a 90 °, com o joelho a ser testado no dispositivo, com a coxa apoiada em sua face posterior.

A coxa do indivíduo era fixada, por um sistema de tirantes, confeccionados em tecido e velcro, ao apoio para a coxa, impossibilitando assim, movimentos indesejados de joelho e quadril.

A região de perna (tíbia e fíbula) tinha em sua face anterior um apoio para que quando fosse realizada a extensão do joelho em cadeia cinemática aberta, a parte móvel do dispositivo se movimentasse, gerando um movimento angular (Figura 19).

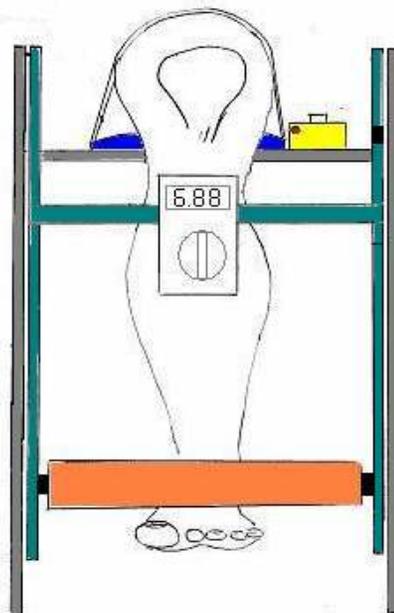


Figura 19 – Posicionamento do joelho a ser analisado

Em seguida, pediu-se para que o paciente realizasse a extensão completa, em um tempo de aproximadamente três segundos, até a amplitude máxima de extensão do joelho (cerca de 180°), a fim de se evitar possíveis problemas na captação da imagem com a filmadora digital. Esse procedimento é repetido três vezes antes da captação da imagem, a fim de familiarizar o paciente com a velocidade solicitada.

Durante o movimento de extensão do joelho, o pé do participante ficava livre de forma que o movimento pudesse ser realizado da forma mais natural possível.

A captação propriamente dita, foi repetida três vezes em cada joelho do mesmo paciente, e para a tabulação dos dados utilizou-se a média aritmética dos valores obtidos entre as filmagens.

3.1.8 Tratamento das imagens obtidas

Após a captação das imagens, essas eram descarregadas em um “software” que dividia a filmagem em “frames”, para que se pudesse visualizar os deslocamentos dos pontos, determinados como A e B em relação ao sistema de referência fixa.

As imagens foram obtidas a partir da câmera digital já citada e houve o cuidado para que em cada frame fosse possível visualizar além da patela, o ponto fixo e o valor de tensão no multímetro.

O joelho do paciente era posicionado em 90° de flexão e anotava-se o valor inicial da tensão exibido no multímetro, era então separado o “frame” correspondente a cada angulação predeterminada para análise (90°, 100°, 110°, 120°, 130°, 140°, 150°, 160°, 170° e 180°), aplicando-se o coeficiente obtido na curva de calibração do potenciômetro.

Os valores para os deslocamentos foram obtidos pela diferença da distância horizontal e vertical (X e Y) dos pontos marcados com o ponto fixo.

Para quantificar os posicionamentos dos pontos preestabelecidos, foi utilizado um programa de análise de imagem marca LEICA Q500 MC, da empresa Leica Cambridge Ltd.

A quantificação foi feita utilizando-se como gabarito o marcador de 18mm localizado na parte móvel do dispositivo o qual estaria alinhado com o plano da patela e alimentando o programa LEICA com esse dado.

Em seguida traçava-se uma linha reta ligando o ponto fixo formado pelo LED luminoso e o ponto da patela que estava sendo medido, e o programa fornecia os valores da distância linear entre os dois pontos, a altura do ponto de destino em

relação ao ponto de origem, a distância entre o ponto de destino e o de origem e o ângulo da linha reta.

Para o presente estudo foram utilizados os valores da distância e da altura.

IV – RESULTADOS

4.1 Caracterização da Amostra

Com base nos critérios preestabelecidos para o presente estudo, 6 (seis) sujeitos (voluntários) foram selecionados, sendo 3 (três) do sexo feminino e 3 (três) do sexo masculino (tabela 2).

O grupo do sexo feminino apresentou idade média de 28,67 anos ($\pm 4,04$ anos), média do índice de massa corporal de 23,41 ($\pm 1,69$). Com relação à atividade física apenas um dos componentes realiza atividade física do tipo musculação duas vezes por semana; no que se refere à medida de perimetria, foi obtido valor médio de 47,72 cm ($\pm 8,50$) para o membro inferior direito contra o valor médio de 49,09 cm ($\pm 8,25$) para o joelho esquerdo. Todos os voluntários eram dominantes do lado direito.

O grupo do sexo masculino apresentou idade média de 26 anos ($\pm 6,93$ anos), média do índice de massa corporal de 24 ($\pm 2,27$); com relação à atividade física, apenas um dos componentes realiza atividade física do tipo arte marcial (jiu-jitsu) cinco vezes por semana; no que se refere à medida de perimetria, apresentaram valores médios de 44,56cm ($\pm 7,75$) para o membro inferior direito. Todos eram dominantes do lado direito.

Como critério de exclusão, a existência de queixa de dor no joelho e a positividade para algum dos testes realizados foram adotados.

Tabela 2 –Dados de todos os participantes do estudo

| Nº | Nome | Idade | Sexo | Peso | Altura |
|-----------|-------------|--------------|-------------|-------------|---------------|
| 1 | D. S. | 22 | Masc. | 81 | 1,77 |
| 2 | R. G. | 22 | Masc. | 65 | 1,74 |
| 3 | S. C. C. | 34 | Masc. | 64 | 1,61 |
| 4 | D. A. S. A. | 24 | Fem. | 62 | 1,67 |
| 5 | R. Z. A. | 31 | Fem. | 69 | 1,65 |
| 6 | A. C. B. | 31 | Fem. | 67 | 1,72 |

4.2 Observação e quantificação do movimento da patela

Na tabela 3 abaixo, estão apresentados os valores médios referentes as distâncias (Dx) e alturas (Dy) dos pontos no joelho direito do participante 1 do sexo masculino.

Tabela 3 – Valores (mm) das distâncias (Dx) e das alturas (Dy) dos pontos da Patela em relação à referência fixa do joelho direito do participante 1

| | Ponto A | | Ponto B | |
|-----|---------|-------|---------|-------|
| | Dx | Dy | Dy | |
| 90 | 100,89 | 50,67 | 71,45 | 50,44 |
| 100 | 98,38 | 46,11 | 66,65 | 45,88 |
| 110 | 97,47 | 36,75 | 63,91 | 39,72 |
| 120 | 97,47 | 35,61 | 63,91 | 37,89 |
| 130 | 95,64 | 36,75 | 62,55 | 38,35 |
| 140 | 93,59 | 38,80 | 60,95 | 37,19 |
| 150 | 92,90 | 37,66 | 61,18 | 36,75 |
| 160 | 92,45 | 39,49 | 61,86 | 38,35 |
| 170 | 91,76 | 38,35 | 61,17 | 36,75 |
| 180 | 90,39 | 39,03 | 59,81 | 35,74 |

Na tabela 4 abaixo, estão apresentados os valores médios referentes as distâncias (Dx) e alturas (Dy) dos pontos no joelho direito do participante 2 do sexo masculino.

Tabela 4 – Valores (mm) das distâncias (Dx) e das alturas (Dy) dos pontos da Patela em relação à referência fixa do joelho direito do participante 2

| | Ponto A | | Ponto B | |
|-----|---------|-------|---------|-------|
| | Dx | Dy | Dx | Dy |
| 90 | 135,90 | 85,80 | 93,00 | 79,50 |
| 100 | 130,80 | 69,30 | 86,10 | 60,90 |
| 110 | 126,90 | 60,75 | 81,90 | 52,65 |
| 120 | 120,60 | 74,25 | 78,30 | 71,10 |
| 130 | 125,40 | 63,30 | 84,30 | 55,50 |
| 140 | 126,90 | 51,30 | 84,00 | 46,50 |
| 150 | 123,00 | 40,20 | 82,20 | 36,00 |
| 160 | 123,90 | 34,80 | 84,00 | 33,90 |
| 170 | 122,10 | 20,10 | 83,40 | 19,20 |
| 180 | 117,45 | 20,25 | 78,75 | 18,90 |

Na tabela 5 abaixo, estão apresentados os valores médios referentes as distâncias (Dx) e alturas (Dy) dos pontos no joelho direito do participante 3 do sexo masculino.

Tabela 5 – Valores (mm) das distâncias (Dx) e das alturas (Dy) dos pontos da Patela em relação à referência fixa do joelho direito do participante 3

| | Ponto A | | Ponto B | |
|-----|---------|-------|---------|-------|
| | Dx | Dy | Dx | Dy |
| 90 | 119,10 | 82,50 | 75,00 | 82,20 |
| 100 | 131,40 | 66,60 | 84,00 | 72,00 |
| 110 | 130,20 | 63,90 | 86,40 | 67,80 |
| 120 | 131,70 | 63,00 | 83,10 | 64,50 |
| 130 | 131,40 | 56,70 | 85,50 | 60,00 |
| 140 | 126,90 | 55,50 | 84,30 | 56,70 |
| 150 | 127,50 | 49,50 | 85,20 | 52,80 |
| 160 | 128,40 | 49,50 | 82,80 | 49,95 |
| 170 | 127,20 | 50,40 | 84,60 | 48,90 |
| 180 | 131,70 | 48,30 | 83,70 | 46,50 |

Na tabela 6 abaixo, estão apresentados os valores médios referentes as distâncias (Dx) e alturas (Dy) dos pontos no joelho direito do participante 4 do sexo feminino.

Já na tabela 7 abaixo, estão apresentados os valores médios referentes as distâncias (Dx) e alturas (Dy) dos pontos no joelho direito do participante 5 do sexo feminino.

Tabela 6 – Valores (mm) das distâncias (Dx) e das alturas (Dy) dos pontos da Patela em relação à referência fixa do joelho direito do participante 4

| | Ponto A | | Ponto B | |
|-----|---------|-------|---------|-------|
| | Dx | Dy | Dx | Dy |
| 90 | 138,00 | 59,40 | 99,90 | 58,80 |
| 100 | 131,70 | 51,00 | 96,60 | 52,50 |
| 110 | 130,20 | 45,90 | 95,10 | 48,60 |
| 120 | 126,90 | 45,60 | 91,50 | 46,50 |
| 130 | 123,60 | 43,80 | 87,00 | 43,80 |
| 140 | 123,90 | 43,50 | 86,40 | 44,40 |
| 150 | 121,20 | 42,60 | 87,30 | 43,20 |
| 160 | 119,10 | 43,80 | 82,50 | 44,10 |
| 170 | 116,10 | 45,30 | 82,50 | 45,90 |
| 180 | 118,80 | 54,00 | 84,90 | 51,60 |

Tabela 7 – Valores (mm) das distâncias (Dx) e das alturas (Dy) dos pontos da Patela em relação à referência fixa do joelho direito do participante 5

| | Ponto A | | Ponto B | |
|-----|---------|-------|---------|-------|
| | Dx | Dy | Dx | Dy |
| 90 | 138,00 | 59,40 | 99,90 | 58,80 |
| 100 | 131,70 | 51,00 | 96,60 | 52,50 |
| 110 | 130,20 | 45,90 | 95,10 | 48,60 |
| 120 | 126,90 | 45,60 | 91,50 | 46,50 |
| 130 | 123,60 | 43,80 | 87,00 | 43,80 |
| 140 | 123,90 | 43,50 | 86,40 | 44,40 |
| 150 | 121,20 | 42,60 | 87,30 | 43,20 |
| 160 | 119,10 | 43,80 | 82,50 | 44,10 |
| 170 | 116,10 | 45,30 | 82,50 | 45,90 |
| 180 | 118,80 | 54,00 | 84,90 | 51,60 |

Na tabela 8 abaixo, estão apresentados os valores médios referentes as distâncias (Dx) e alturas (Dy) dos pontos no joelho direito do participante 6 do sexo feminino.

Tabela 8 – Valores (mm) das distâncias (Dx) e das alturas (Dy) dos pontos da Patela em relação à referência fixa do joelho direito do participante 6

| | Ponto A | | Ponto B | |
|-----|---------|-------|---------|-------|
| | Dx | Dy | Dx | Dy |
| 90 | 129,00 | 64,64 | 90,27 | 66,82 |
| 100 | 124,10 | 50,46 | 86,73 | 57,54 |
| 110 | 119,17 | 46,37 | 83,16 | 52,09 |
| 120 | 115,37 | 45,28 | 76,64 | 52,09 |
| 130 | 111,00 | 48,27 | 71,46 | 54,00 |
| 140 | 107,73 | 48,82 | 68,73 | 55,36 |
| 150 | 106,90 | 49,09 | 66,00 | 53,73 |
| 160 | 106,90 | 50,45 | 62,45 | 50,73 |
| 170 | 105,95 | 47,46 | 60,55 | 47,05 |
| 180 | 108,80 | 39,27 | 59,73 | 40,09 |

No que se refere aos dados de todos os participantes, do presente estudo, foi feito um agrupamento e verificada a média de todos os valores para o eixo X (Dx), bem como para o eixo Y (Dy), sendo que estes estão representados conforme tabela 9 abaixo:

Tabela 9 – Valores médios (mm) das distâncias (Dx) e das alturas (Dy) dos pontos da Patela em relação à referência fixa do joelho direito de todos os participantes

| | A | | B | |
|------|--------|-------|-------|-------|
| | Dx | Dy | Dx | Dy |
| 90° | 121,06 | 66,90 | 83,38 | 65,72 |
| 100° | 118,69 | 55,45 | 80,61 | 56,12 |
| 110° | 116,22 | 50,26 | 78,87 | 51,19 |
| 120° | 114,23 | 50,87 | 75,68 | 52,26 |
| 130° | 113,62 | 48,16 | 74,97 | 48,72 |
| 140° | 111,89 | 46,13 | 73,95 | 46,23 |
| 150° | 110,77 | 42,85 | 73,66 | 43,33 |
| 160° | 110,01 | 41,41 | 71,69 | 41,82 |
| 170° | 109,05 | 39,33 | 71,77 | 38,48 |
| 180° | 104,79 | 38,14 | 67,56 | 37,19 |

Analisando os dados gerais de todos os participantes do estudo, em relação à referência fixa, inicialmente o ponto A encontrava-se a uma distância de 121,06 mm e uma altura de 66,90 mm. Ao final do movimento, verifica-se que este ponto encontra-se a uma distância de 104,79 mm e uma altura de 38,14 mm, implicando que houve um deslocamento total de 16,27 mm do ponto para medial e de 28,76 mm para baixo (figura 20).

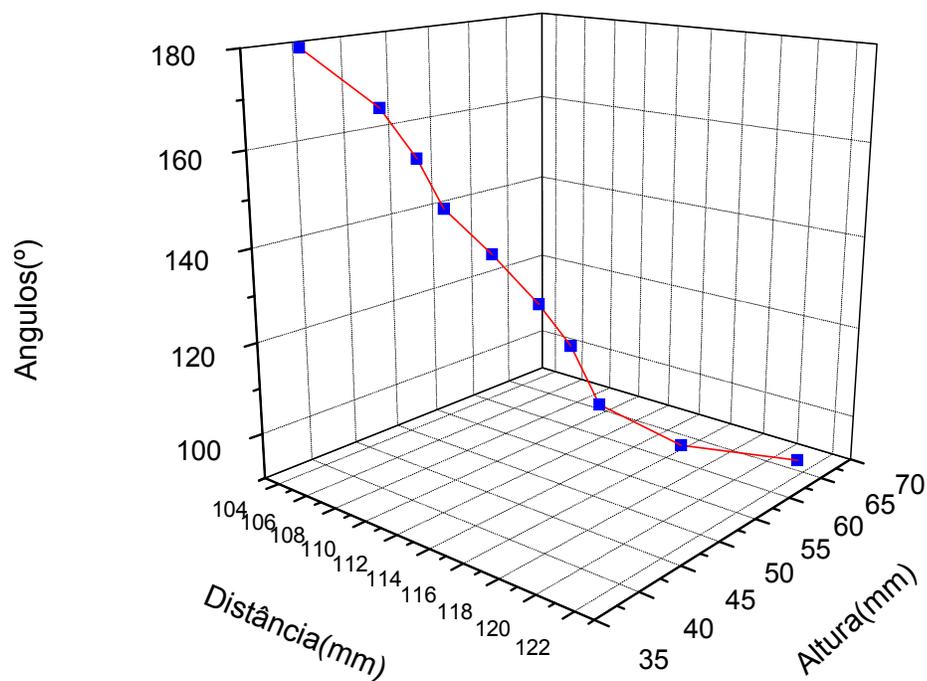


Figura 20 – Posicionamento do ponto A do joelho direito no espaço de todos os participantes (visão tridimensional)

Analisando o ponto B do joelho direito, este se encontrava inicialmente a uma distância de 83,38 mm e a uma altura de 65,72 mm do ponto de referência. No final do movimento, é possível verificar que o ponto B está a uma distância de 67,56 mm e a uma altura de 37,19 mm, demonstrando que houve um deslocamento total de 15,72 mm para medial enquanto que para baixo o deslocamento foi de 28,52 mm (figura 21).

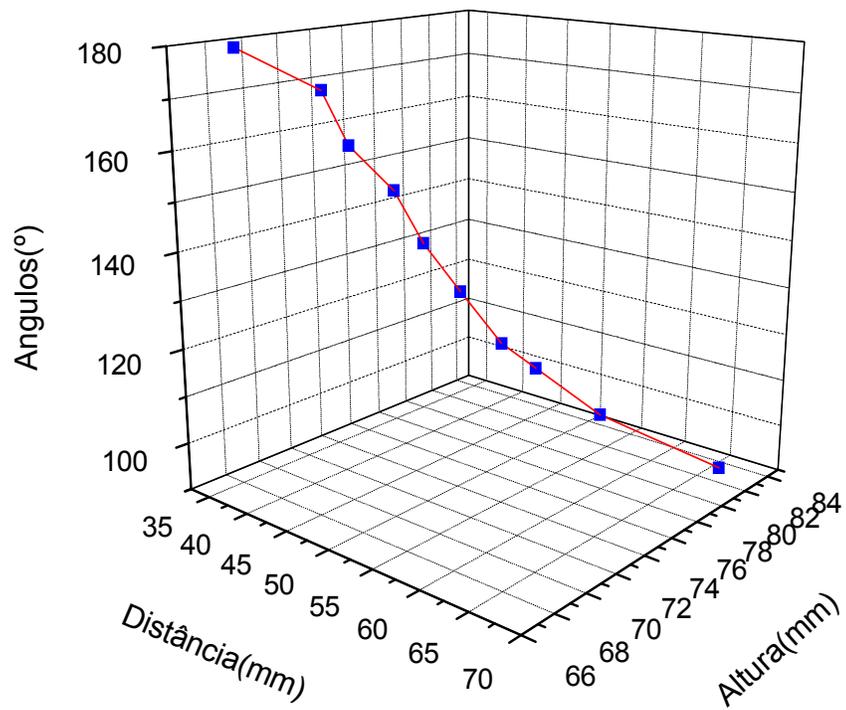


Figura 21 – Posicionamento do ponto B do joelho direito no espaço de todos os participantes.

Com relação a movimentação da patela no plano frontal, é possível visualizar seu deslocamento, partindo da posição inicial e chegando até a posição final, observando a figura 22.

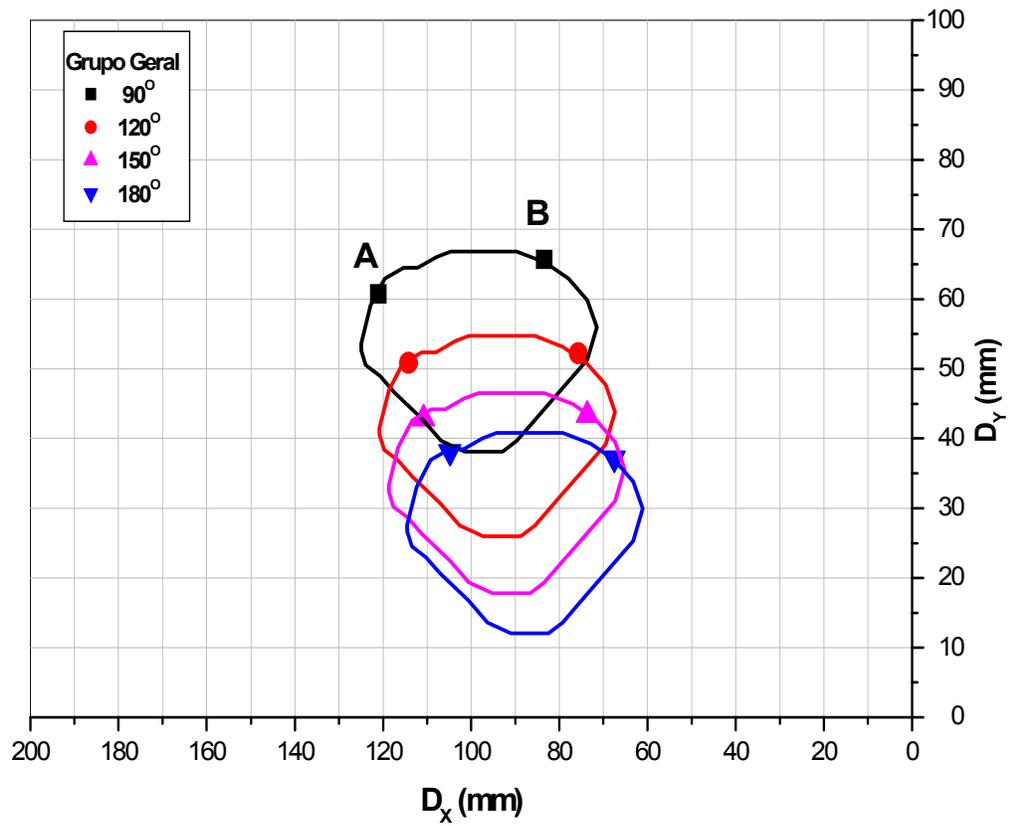


Figura 22 – Movimentação da patela, de todos os participantes, no plano frontal, nos ângulos de 90° , 120° , 150° e 180° , respectivamente.

Na tabela 3 abaixo, são mostrados todos os valores referentes aos deslocamentos dos pontos no joelho direito dos participantes do sexo masculino.

Tabela 3 – Valores (mm) das distâncias (Dx) e das alturas (Dy) dos pontos da Patela em relação à referência fixa do joelho direito dos participantes do sexo masculino

| | A | | B | |
|------|--------|-------|-------|-------|
| | Dx | Dy | Dx | Dy |
| 90° | 118,63 | 72,99 | 79,82 | 70,71 |
| 100° | 120,19 | 60,67 | 78,92 | 59,59 |
| 110° | 118,19 | 53,80 | 77,40 | 53,39 |
| 120° | 116,59 | 57,62 | 75,10 | 57,83 |
| 130° | 117,48 | 52,25 | 77,45 | 51,28 |
| 140° | 115,80 | 48,53 | 76,42 | 46,80 |
| 150° | 114,47 | 42,45 | 76,19 | 41,85 |
| 160° | 114,92 | 41,26 | 76,22 | 40,73 |
| 170° | 113,69 | 36,28 | 76,39 | 34,95 |
| 180° | 103,58 | 34,44 | 67,71 | 33,16 |

No que se refere somente aos participantes do sexo masculino, foi possível observar que no joelho direito, o ponto A, inicialmente, estava a uma distância de 118,63 mm e a uma altura de 72,99 mm da referência fixa; ao final do movimento, este mesmo ponto estava a uma distância de 103,58 mm e a uma altura de 34,44 mm do ponto de referência fixa, evidenciando um deslocamento de 15,05 mm para medial e 38,06 mm para baixo (figura 23).

No ponto B do joelho direito o inicialmente havia uma distância de 79,82 mm e uma altura de 70,71 mm da referência fixa, apresentando como distância e altura final os valores de 67,71 mm e 33,16 mm respectivamente o que mostra um deslocamento de 12,11 mm para medial e 37,56 mm para baixo da patela em relação ao fêmur (figura 24).

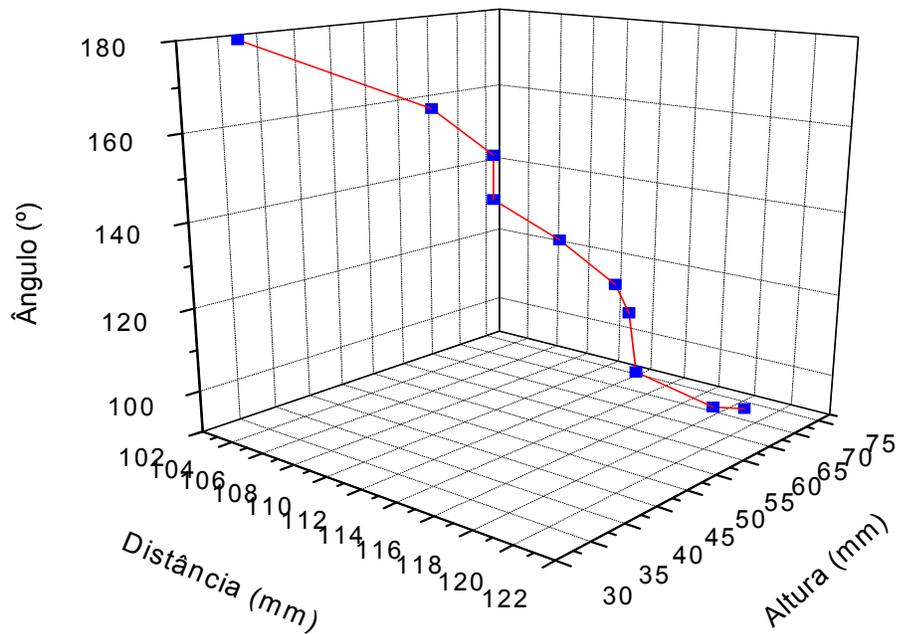


Figura 23 – Posicionamento do ponto A do joelho direito no espaço dos participantes do sexo masculino – demonstração tridimensional.

Com relação a movimentação da patela no plano frontal, do grupo masculino, é possível visualizar seu deslocamento, partindo da posição inicial e chegando até a posição final (figura 25).

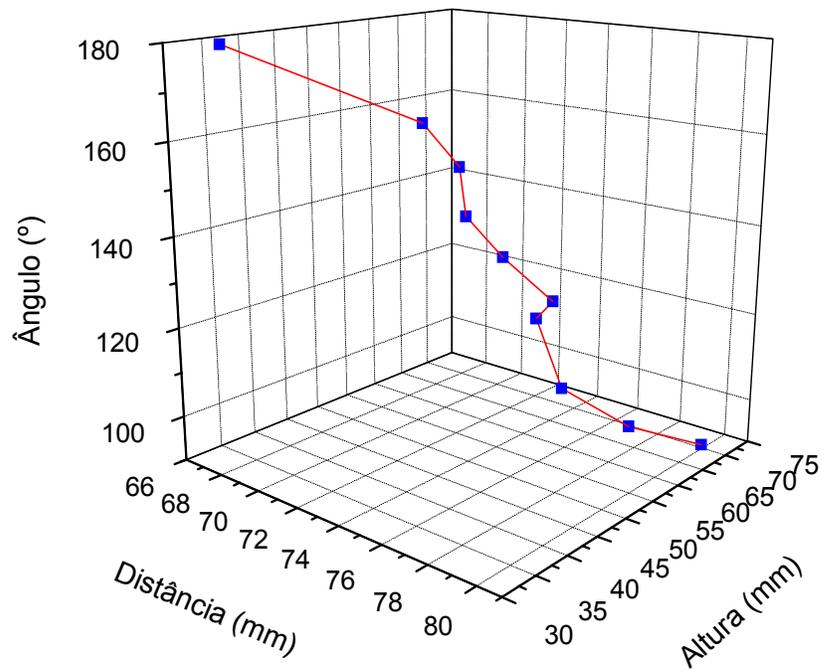


Figura 24 – Posicionamento do ponto B do joelho direito no espaço dos participantes do sexo masculino – demonstração tridimensional.

Na tabela 10, são mostrados todos os valores referentes aos deslocamentos dos pontos nos joelhos direito e Esquerdo dos participantes do sexo masculino.

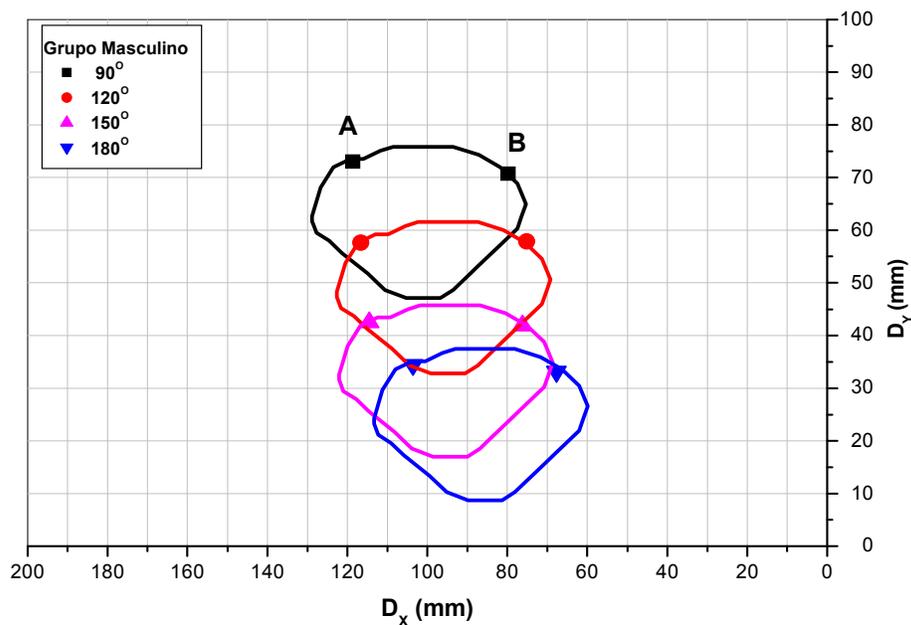


Figura 25 – Movimentação da patela, dos participantes do sexo masculino, no plano frontal, nos ângulos de 90°, 120°, 150° e 180°, respectivamente.

Tabela 10 – Valores (mm) das distâncias (Dx) e das alturas (Dy) dos pontos da Patela em relação à referência fixa do joelho direito dos participantes do sexo feminino

| | A | | B | |
|------|--------|-------|-------|-------|
| | Dx | Dy | Dx | Dy |
| 90° | 123,49 | 60,81 | 86,95 | 60,72 |
| 100° | 117,19 | 50,23 | 82,30 | 52,65 |
| 110° | 114,24 | 46,72 | 80,34 | 48,99 |
| 120° | 111,88 | 44,13 | 76,26 | 46,70 |
| 130° | 109,77 | 44,08 | 72,50 | 46,17 |
| 140° | 107,98 | 43,72 | 71,48 | 45,66 |
| 150° | 107,07 | 43,24 | 71,13 | 44,81 |
| 160° | 105,11 | 41,55 | 67,16 | 42,90 |
| 170° | 104,42 | 42,39 | 67,15 | 42,00 |
| 180° | 106,00 | 41,85 | 67,41 | 41,23 |

No que se refere somente aos participantes do sexo feminino, foi possível observar que no joelho direito, o ponto A, inicialmente estava a uma distância de 123,49 mm e a uma altura de 60,81mm da referência fixa, sendo que ao final este mesmo ponto estava a uma distância de 106 mm e a uma altura de 41,85 mm do ponto de referência fixa, evidenciando um deslocamento de 17,49 mm para medial e 18,97 mm para baixo (figura 26).

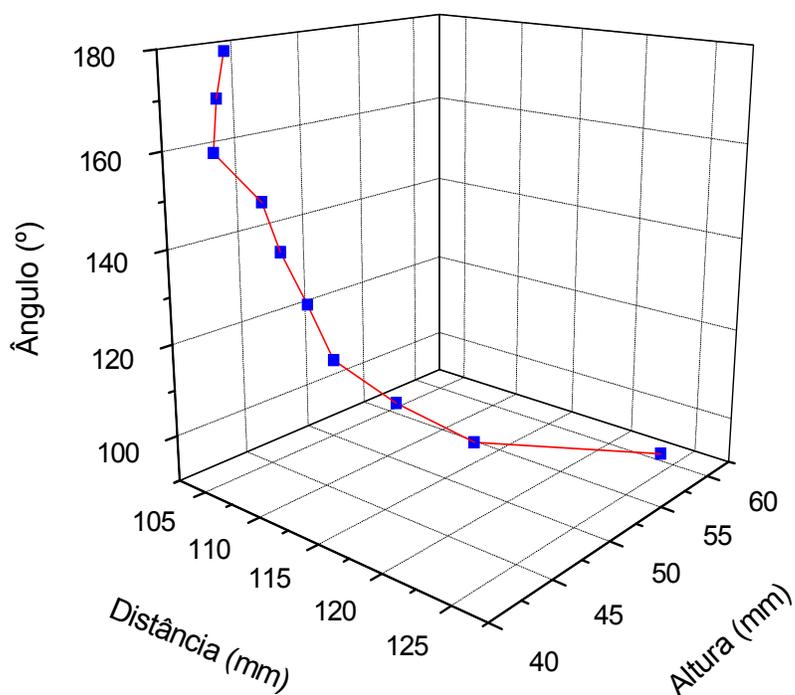


Figura 26 – Posicionamento do ponto A do joelho direito no espaço dos participantes do sexo feminino – demonstração tridimensional.

No ponto B do joelho direito o inicialmente havia uma distância de 86,95 mm e uma altura de 60,72 mm da referência fixa, apresentando como distância e

altura final os valores de 67,41 mm e 41,23 mm respectivamente o que mostra um deslocamento de 19,54 mm para medial e 19,49 mm para baixo da patela em relação ao fêmur (figura 27).

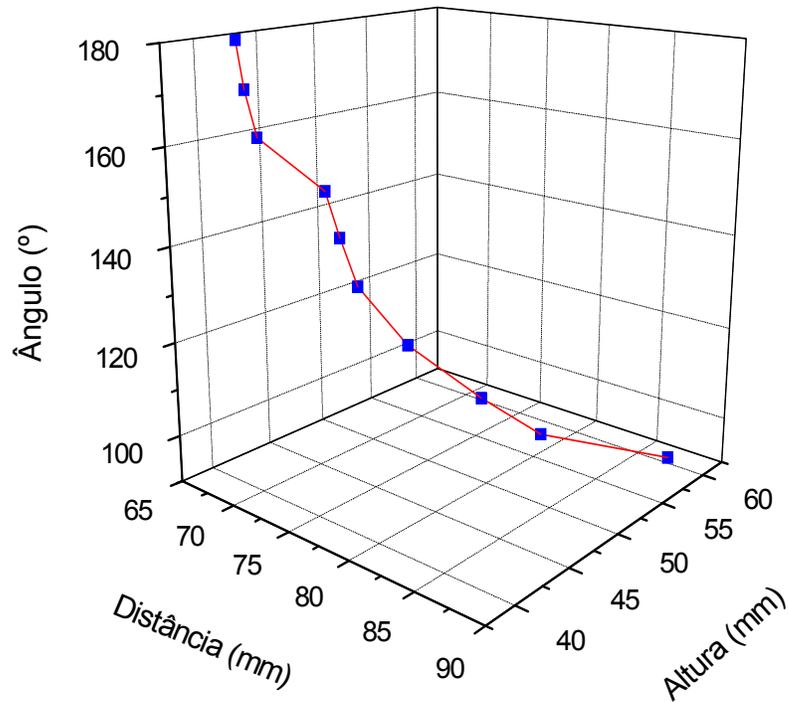


Figura 27 – Posicionamento do ponto B do joelho direito no espaço dos participantes do sexo feminino – demonstração tridimensional.

Com relação a movimentação da patela no plano frontal, do grupo masculino, é possível visualizar seu deslocamento, partindo da posição inicial e chegando até a posição final (figura 25).

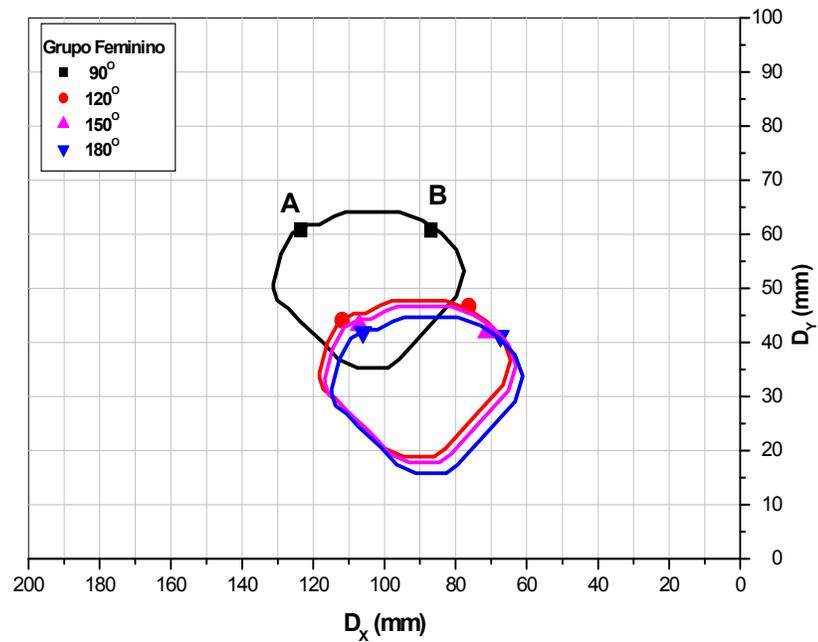


Figura 28 – Movimentação da patela, dos participantes do sexo feminino, no plano frontal, nos ângulos de 90°, 120°, 150° e 180°, respectivamente.

Com relação ao deslocamento do ponto percorrido em toda amplitude realizada, entre o ponto marcado e o ponto fixo, pode-se verificar que no ponto A do joelho direito é de 16,27 mm, enquanto que no ponto B deste joelho é de 15,82 mm.

Na altura a relação é bem menos dispare com 28,76 mm para o ponto A do joelho direito e 28,52 mm para o ponto B desse mesmo joelho (Tabela 11).

Tabela 12 – Valores dos deslocamentos obtidos na amplitude total (mm)

| | Direito | | | |
|-----------|---------|--------|-------|--------|
| | A | | B | |
| | Compr | Altura | Compr | Altura |
| Geral | 16,27 | 28,76 | 15,82 | 28,52 |
| Masculino | 15,05 | 38,56 | 12,11 | 37,56 |
| Feminino | 17,49 | 18,97 | 19,54 | 19,49 |

Quando comparados os grupos masculinos e femininos verifica-se que com relação ao deslocamento lateral, o grupo masculino apresentou um valor de 13,58 mm contra 18,52 mm apresentado pelo grupo feminino. E no que se refere à altura, o grupo masculino apresentou 38,06 mm e o feminino apresentou 19,23 mm.

Para o joelho esquerdo o deslocamento da distância foi de 3,09 mm no grupo masculino e de 5,89 mm no grupo feminino, enquanto que na altura, os valores encontrados foram de 42,13 mm para o grupo masculino e de 26,25 mm para o grupo feminino. Na Tabela 6 é possível visualizar esses deslocamentos.

Tabela 13 – Média dos deslocamentos do joelho direito dos grupos masculino e feminino (mm)

| | Direito | |
|-----------|---------|-------|
| | Dx | Dy |
| Masculino | 13,58 | 38,06 |
| Feminino | 18,52 | 19,23 |

V – DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

No presente estudo foi possível constatar a dificuldade acerca da captação do movimento da patela “in vivo”. Isto vai de encontro ao preconizado por MELLO Júnior et al. (1998), que menciona que os movimentos patelares são muito complexos e de difícil reprodução.

No que se refere aos trabalhos encontrados na literatura, os métodos propostos referem-se em geral a modelos mecânicos ou ainda ao estudo em cadáveres, para tentar reproduzir os movimentos da articulação femoropatelar, como mostra, por exemplo, o estudo de JENNY (2002).

Por se tratar de uma superfície de difícil acoplamento de marcadores, a correta delimitação de seus limites torna-se uma tarefa de extrema importância, e nesse sentido o sistema de difração da luz, utilizado no presente estudo, e também por CORTIZZO et al. (2002), o qual mapeia o contorno da sola do pé, mostrou-se bastante eficaz para o objetivo proposto.

Um ponto que é também de crucial importância é a visualização, por parte do avaliador, dos pontos que delimitam a patela, ou seja, a sua colocação fidedigna. Para isso ter uma colocação mais confiável, cinco pessoas foram solicitadas para demarcar os pontos delimitando a patela, em imagens captadas durante o movimento de extensão do joelho. Foi demonstrado que, nas imagens, os melhores pontos que podem definir o contorno da patela são aqueles localizados na região superior da patela, pois esses não sofrem a interferência direta do ligamento patelar, que dificulta a visualização dos limites inferiores.

Quando comparados os deslocamentos entre os grupos, o grupo masculino apresentou maior deslocamento da patela no sentido súpero-inferior (no sulco patelar), deslocando-se 49,47% a mais do que a patela do grupo feminino. No deslocamento látero-lateral, a patela do grupo feminino deslocou-se 26,6% a mais do que no grupo masculino.

Há ainda que se ressaltar que o deslocamento lateral no grupo feminino foi maior, nos levando a condição de que a patela feminina, de forma geral, desloca-se mais nesse sentido, enquanto que a patela masculina desloca-se mais no sentido súpero inferior. Este resultado é consistente com a afirmação de GOMES et al., 1996, e BERTRAN et al., 2005, sobre a maior incidência de instabilidade patelar no sexo feminino.

No que se refere aos valores encontrados, foi possível verificar que, à medida que o joelho estende, a distância dos pontos marcados na patela em relação ao ponto fixo diminui.

Após a realização do estudo e análise dos dados pode-se concluir que:

- O presente dispositivo apresentou desempenho satisfatório,, no que se refere ao acompanhamento do deslocamento dos pontos marcados na patela, com razoável confiabilidade.
- Há facilidade na observação e discriminação dos movimentos patelares no plano frontal.
- A metodologia proposta apresentou-se reprodutível e repetível, viabilizando sua utilização prática.

Como proposição futura, são colocados três aspectos considerados relevantes:

- a otimização do sistema de captação de imagem tornando-o mais estético e funcional para a aplicabilidade prática na rotina clínica e
- o desenvolvimento de um software que possa permitir, a partir da marcação dos pontos nas imagens, os cálculos referentes aos deslocamentos, e inclusive a confecção de gráficos.
- A realização de um estudo, com uma amostra substancialmente maior, com indivíduos normais e portadores de patologias, a fim de relacionar o deslocamento da patela com determinadas patologias. Isto permitiria obter um novo método para diagnóstico precoce e que seja relativamente de baixo custo para o uso clínico.

VI – REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. A. P.; LEAL, J. S.; BRANDÃO, G. F. Estudo anatômico e radiológico do ponto isométrico femoral. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 32 n. 5, p. 331-336, maio 1997.

ANDRADE, P. H.; GROSSO, B. B; BÉZIN, F.; GIL I.; PEDRO, V. M. Comparação da atividade elétrica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral oblíquo em indivíduos com disfunção femoropatelar. **Revista de Fisioterapia da Universidade de São Paulo**. v. 2, n. 2, p. 65-71, ago./dez., 2001.

BARAÚNA, M. A.; DELOROSO, M. G. B. Método fotogramétrico de rastreamento do ângulo de Charpy em crianças asmáticas e não asmáticas. **Revista Fisioterapia Brasil**. v. 1 n. 2, p. 75-95, nov./dez., 2000.

BERTRAM, T.; DIERCKS, R. L.; OOIJEN, P. M. A. V. E e HORN, J.R.V. Comparison of analog and digital preoperative planning in total hip and knee arthroplasties. **Acta Orthopaedica**, 76 (1) p. 78-84. 2005.

BOHNSACK, M.; WILHARM, A.; HURSCHLER, C.; RÜHMANN, O.; STUKENBORG-COLSMAN, C.; WIRTH, C.J. Biomechanical and kinematic influences of a total infrapatellar fat pad resection on the knee. **Am J Sports Med**; v. 32 n. 8:1873-80, Dec. 2004.

BULL, A. M.; KATCHBURIAN, M. V.; SHIH, Y. F.; AMIS, A. A. Standardisation of the description of patellofemoral motion and comparison between different techniques. **Knee Surgery, Sports Traumatology and Atrose**. n. 10, p. 184-193, 2002.

CERNY, K. Vastus medialis oblique/vastus lateralis muscle activity ratios for selected exercises in persons with and without patellofemoral pain sundrome. **Phys Ter**. 75: 672-683, 1995.

CORTIZO, E.; YERAS, M. A.; LEPORE, J. R.; CARAVAGLIA, M. Application of the structured ilumination method to study the topography of the sole of the foot during a walk. **Optics and Laser Engineering**, v. 31, Aug. 2002.

CUNHA, F. M.; MESTRINER, L. A. Contratura subclínica do músculo quadríceps – avaliação clínico-epidemiológica de 1.060 escolares de Belo Horizonte na faixa etária de 7 a 13 anos. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 32, n. 5, maio 1997.

CUSHNAGHAN, J.; MCCARTHY, C.; DIEPPE, P. Taping the patella medially: a new treatment for osteoarthritis of the knee joint? **Bio Medicine Journal**, n. 308, p. 753-755, March 1994.

- DANDY, D. J. **Ortopedia e Traumatologia Prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2000.
- GOMES, J. L. E.; SANHUDO, J. A. V.; MARCZYCK, L. R. S.; GUERRA, M.; ESSACA, P. M. A. Avaliação a longo prazo da instabilidade femoropatelar tratada pela técnica de Elmslie-Trillat. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 31, n. 7, p. 595-599, jul. 1996.
- GROSSI, D. B.; PEDRO, V. M.; BÉRZIN, F. Análise funcional dos estabilizadores patelares. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 12, n. 2. São Paulo, abr./jun. 2004.
- HALLORAN, J. P.; PETRELLA, A. J.; RULLKOETTER, P. J. Explicit finite element modeling of total knee replacement mechanics. **Journal of Biomechanics**, v. 38, n. 2, p. 323-331, Feb. 2005.
- HAMIL, J.; KNUTZEN, K. M. **Bases Biomecânicas do Movimento Humano**. São Paulo: Manole, 1999.
- HEBERT, S. e col. **Ortopedia e Traumatologia – Princípios e prática**. 3 ed. São Paulo: Artmed. 2003.
- HURLEY, W. L.; BOROS, R. L. e CHALLIS, J. H. Influences of variation in force application on tibial displacement and strain in the anterior cruciate ligament during the lachman test. **Clinical Biomechanics**, 19: 95-98, 2004.
- JACOB, A.A.; SOUZA, V. M. P.; NEGRÃO FILHO, R. F.; DÓCUSSE FILHO, A. J. E.; QUIALHEIRO, J. J. A. Avaliação funcional do joelho em indivíduos submetidos a reconstrução do LCA. **Revista Brasileira da Fisioterapia**, v. 2, n. 2, 1997.
- JENNY, J. Y.; LEFEBVRE, Y.; VERNIZEAU, M.; LAVASTE, F.; SKALLI, W. In vitro analysis of the continuous active patellofemoral kinematics of the normal and

prosthetic knee. **Revue de Chirurgie Orthopédique**, v. 88, n. 8, Dec. Masson, Paris, 2002.

KAPANDJI, I. A. **Fisiologia Articular**. 5. ed., v. 2. São Paulo: Panamericana, 2000.

MANINE, S.; FONSECA FILHO, F. F.; FARIA, P. C. Z.; BARONE, P. S. Modificação da técnica de realinhamento proximal no tratamento da instabilidade patelofemoral: análise de resultados. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 37, n. 3, p. 73-78, mar. 2002.

MARCZYCK, L. R. S.; GOMES, J. L. E. Instabilidade femoropatelar: conceitos atuais. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 35, n. 8, ago. 2000.

MARQUES, A. P. **Manual de Goniometria**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2003.

MELLO JÚNIOR, W. A.; MARCHETTO, A.; WIEZBICKI, R.; ABREU, A. D.; PRADO, A. M. A. Tratamento conservador das instabilidades patelofemorais com exercícios de cadeia cinética fechada. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 33, n. 4, p. 255-260, abr. 1998.

MICHAELIS: **O moderno dicionário da língua portuguesa**. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 1998.

MIYANISHI, K.; NAGAMINE, R.; MURAYAMA, S.; MIURA, H.; URABE, K.; MATSUDA, S.; HIRATA, G. e IWAMOTO, Y.; Tibial tubercle malposition in patellar joint instability – A computed tomography in full extension at 30° flexion. **Acta Ortop. Scand.** 71 (3):286-291, 2000.

MORAES, A. C.; BANKOFF, A. D. P.; OKANO, A. H.; SIMÕES, E. C.; RODRIGUES, C. E. B. Análise eletromiográfica do músculo reto femoral durante a execução de

- movimentos de joelho na mesa extensora. **Revista Brasileira de Ciências e Movimento**, v. 11, n. 2, p. 19-23, jun. 2003.
- NG, G. Y. Patellar tapping does not affect the onset of activities of vastus medialis obliquus and vastus lateralis before and after muscle fatigue. **Am. J. Phys Med. Rehabil**, v. 84, n. 2, p. 106-111, Feb. 2005.
- NIKKU, R.; NIETOSVAARA, Y.; ALTO, K. E KALLIO, P. E. Operative treatment of primary patellar dislocation does not improve medium term outcome – A 7 year follow-up report and risk analysis of 127 randomized patients. **Acta Orthopaedica**, 76 (5): 699-704, 2005.
- PASSOS, F. F.; CERQUEIRO, E. P. Estudo morfológico e eletromiográfico dos músculos adutor longo e vasto medial (fibras oblíquas), durante exercícios em cadeia cinética aberta e fechada, com e sem adução do quadril. **Revista Brasileira de Ciências e Movimento**, v. 11, n. 2, P. 63-69, Jun. 2003.
- PAULA, M. G.; PAULAM, V. R.; ALMEIDA, G. J. M.; MACHADO, V. E. I.; BARAÚNA, M. A.; BEVILACQUA, G. D. Correlação entre a dor anterior do joelho e a medida do ângulo “Q” por intermédio da fotometria computadorizada. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. V. 8 n. 1: 39-43. Jan-Abr 2004.
- POZZI, J. F.; KOKEWICZ, E. R.; NORA, B. e RODRIGUES, L. A altura da patela em próteses totais de joelho. **Rev. Bras. De Ortopedia** – vol. 32 nº 5 maio de 1997.
- PRENTICE, W. E. & VOIGHT, M. L. **Técnicas em Reabilitação Musculoesquelética**. São Paulo: Artmed. 2003.
- ROBERTS, D.; ANDERSON, G e FRÍDEN, T. Knee joint propiception in ACL deficient knees is related to cartilage injury, laxity and age – A retrospective study of a 54 patients. **Acta Orthop. Scand**. 75 (1): 78-83, 2004.

- SACCO, I. C. N.; MELO MARA, C. S.; ROJAS, G. B.; NAKI, I. K.; BURGI, K.; SILVEIRA, L. T. Y.; GUEDES, VIVIAN, A.; KANAYAMA, E. H.; VASCONCELOS, A. A.; PENTEADO, D. C.; TAKAHASI, H. e KONNO, G. Análise Biomecânica e cinesiológica de posturas mediante fotografia digital: estudo de casos. **Rev. Brasileira de Ciências e Movimento** . V. 11 n. 22. p.25-33, junho 2003
- SEVERINO, N. R.; CAMARGO, O. P. A.; AIHARA, T.; CURY, R. P. L.; OLIVEIRA, V. M.; VERCESI, A. E.; FERREIRA FILHO, M.; BARBI, L. e MEDEIROS, S. F. Realinhamento do Aparelho Extensor na luxação patelofemoral recidivante. **Rev. Brasileira de Ortopedia**. V. 33 n. 4, p.249-254, abril, 1998.
- SIGNORILE, J.F.; KACSICK, P. e PERRY, A. The effect of knee and foot positions on the electromyographical activity of the superficial quadriceps. **Journal Orthopaedics Sports and Physical Therapy**. n.22 p.2-9. 1995.
- SILVA, O. L. **Semiologia do aparelho locomotor**. Guanabara Koogan. Riio de Janeiro, 2003.
- SILVA, R. P. Estudo das alterações posturais em indivíduos portadores de Síndrome da Dor Patelofemoral. **Rev. Reabilitar**. n. 15, p. 6-19, 2002.
- STUKENBOR-COLSMAN, C.; OSTERMEIER, S.; HURSCTHLER, C.; e WIRTH, C. J. Tibiofemoral contact stress after total knee arthroplasty – Comparsion of fixed and mobile bearing inlay designs. **Acta Ortop. Scand**. 73 (6):638-646, 2002.
- TAKEYA, O.; KIYOKAZU, A. e HIROE, M. The influence of knee rotation on electromyographic activiy of medial and lateral heads of the quadriceps femoris muscle during isometric knee extension effort. **Journal of Physical Theraphi and Science**. n.14, p. 57-62. 2002

VASCONCELOS, Y. Detalhes do Movimento. **Revista Pesquisa FAPESP**, n. 82, p. 66-69, dezembro 2002.

WILSON, T.; CARTER, N. e THOMAS, G. A multicenter, single-masked study of medial, neutral and lateral patellar tapping individuals with patelofemoral pain syndrome. **J. Orthop. Sports Phys.** Ter. V. 33 n. 8 : 437-443. Aug. 2003.

ANEXOS

ANEXO 1



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

Título: DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA A MENSURAÇÃO DO MOVIMENTO PATELAR NO PLANO FRONTAL EM CADEIA CINÉTICA ABERTA DE JOELHOS NORMAIS.

Área do Conhecimento: 3.13 – Engenharia Biomédica

Responsável pelo projeto: Prof. Jean Jacques Borvent

Aluno: Marcelo Zaharur

Processo CEP: 081/2005

CAAE: 0055.0.237.000-05

Em reunião realizada em 28 de junho de 2005, o Comitê de Ética aprovou o parecer que segue aqui descrito.

Resumo

O projeto se propõe a desenvolver uma metodologia de baixo custo para a medição de movimentação da articulação do joelho.

Parecer

O projeto é bastante claro e bem delineado, não havendo qualquer tipo de restrição ética ao seu desenvolvimento. No entanto, é feita menção a um formulário Anexo 1, a ser preenchido pelo paciente participante da pesquisa. Esse formulário não é apresentado, havendo necessidade de esclarecimento acerca de seu conteúdo. Sugerimos também rever o Termo de Consentimento Informado, de maneira a torná-lo mais informativo para o paciente, conforme exemplo anexo.

Conclusão

O processo deve entrar em diligência para que os responsáveis façam os reparos e complementações solicitados.

Mogi das Cruzes, 29 de junho de 2005


Profa. Dr. Geraldina Porto Witter
Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa
envolvendo Seres Humanos

ANEXO 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, Marcelo Zaharur, Fisioterapeuta, mestrando em Engenharia Biomédica na Universidade Mogi das Cruzes, Sob Orientação do Prof. PhD. Jean Jacques Bonvent, estou realizando um trabalho de pesquisa denominado – Elaboração de Metodologia para a mensuração do movimento patelar no plano frontal em cadeia Cinética aberta, a qual tem por finalidade verificar o movimento da patela in vivo de indivíduos normais.

Com relação ao presente estudo esclareço que:

- Tal pesquisa não tem caráter invasivo ou qualquer outro procedimento que possa levar à dano tecidual.
- Os dados Obtidos em decorrência do presente estudo serão mantidos sob sigilo e utilizados somente para este fim.
- É assegurada a desistência, a qualquer tempo da participação do estudo, sem necessidade de aviso prévio.
- A presente pesquisa não acarretará quaisquer ônus por parte do participante.

Quaisquer dúvidas podem ser esclarecidas com o Pesquisador responsável, na Av Candido Xavier de Almeida Souza, 200, no Núcleo de Pesquisas Tecnológicas da Universidade Mogi das Cruzes, Telefone 4798-7000

Eu _____, fui esclarecido sobre o exposto acima e concordo em participar voluntariamente do estudo em referência.

Assinatura Participante

Assinatura Promotor da Pesquisa

Assinatura do Pesquisador Responsável

ANEXO 3
FICHA DE AVALIAÇÃO

Nome _____

Idade _____ Sexo _____ Peso _____ Altura _____

1-Pratica Atividade Física ?

Sim Não

Se sim qual _____

Freq. 1x/s 2x/s 3x/s +3x/s

2-Tem ou teve algum tipo de lesão no joelho ?

Sim Não

Se sim qual _____

3-Tem ou teve algum tipo de patologia ?

Sim Não

Se sim qual _____

4-Já fez ou faz algum tipo de tratamento para o joelho?

Sim Não

Se sim qual _____

Perimetria

| | Ponto 1 | Ponto 2 | Ponto 3 |
|-----------------|---------|---------|---------|
| Joelho direito | | | |
| Joelho esquerdo | | | |

Testes Especiais

| TESTE | D | E | TESTE | D | E |
|---------------------|---|---|-------------------|---|---|
| Raspagem da patela | | | Gaveta Posterior | | |
| "Tilt" patelar | | | "Stress" em Varo | | |
| Apreensão da patela | | | "Stress" em Valgo | | |
| Ely | | | Apley Compress. | | |
| Lachman | | | Apley Distração | | |
| Gaveta Anterior | | | McMurray | | |

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)