

Ministério da Saúde
SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE
INSTITUTO NACIONAL DE TRAUMATOLOGIA E ORTOPEDIA JAMIL HADDAD

Mestrado em Ciências Aplicadas ao Sistema Musculoesquelético

ANÁLISE FUNCIONAL E ISOCINÉTICA DE PACIENTES SUBMETIDOS À
RECONSTRUÇÃO DO TENDÃO QUADRICIPITAL COM TÉCNICA PULVERTAFT EM
ONDA MODIFICADA

José Leonardo Rocha de Faria

Rio de Janeiro
2020

MINISTÉRIO DA SAÚDE
SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE
INSTITUTO NACIONAL DE TRAUMATOLOGIA E ORTOPEDIA JAMIL HADDAD

Mestrado em Ciências Aplicadas ao Sistema Musculoesquelético

ANÁLISE FUNCIONAL E ISOCINÉTICA DE PACIENTES SUBMETIDOS À
RECONSTRUÇÃO DO TENDÃO QUADRICIPITAL COM TÉCNICA PULVERTAFT EM
ONDA MODIFICADA

José Leonardo Rocha de Faria

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-graduação em Ciências Aplicadas ao Sistema Musculoesquelético do Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia Jamil Haddad, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências

Orientador (es): Prof. Dr. Victor Rodrigues Amaral Cossich
Prof. Dr. Eduardo Branco de Sousa

Rio de Janeiro
Setembro
2020

CATALOGAÇÃO NA FONTE
INTO/BIBLIOTECA SÉRGIO EDUARDO VIANNA

- F224a Faria, José Leonardo Rocha de.
Análise funcional e isocinética de pacientes submetidos à reconstrução do tendão quadricipital com técnica pulvertaft em onda modificada / José Leonardo Rocha de Faria. — 2020.
106f.
- Orientadores: Victor Rodrigues Amaral Cossich e Eduardo Branco de Sousa.
Dissertação (Mestrado em Ciências Aplicadas ao Sistema Musculoesquelético) — Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia Jamil Haddad, Rio de Janeiro, 2020.
1. Lesão crônica do quadríceps. 2. Ruptura crônica do quadríceps. 3. Reconstrução do quadríceps. 4. Ortopedia. I. Cossich, Vitor Rodrigues Amaral; Sousa, Eduardo Branco de, orient. II. Título.

NLM WE 870

MINISTÉRIO DA SAÚDE
SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE
INSTITUTO NACIONAL DE TRAUMATOLOGIA E ORTOPEDIA JAMIL HADDAD

Mestrado em Ciências Aplicadas ao Sistema Musculoesquelético

ANÁLISE FUNCIONAL E ISOCINÉTICA DE PACIENTES SUBMETIDOS À
RECONSTRUÇÃO DO TENDÃO QUADRICIPITAL COM TÉCNICA PULVERTAFT EM
ONDA MODIFICADA

José Leonardo Rocha de Faria

Banca examinadora:

Dr. João Matheus Guimarães (CASM - INTO)

Dr. Alfredo Marques Villardi (Filiação)

Dr. Dângelo José de Andrade Alexandre (Filiação)

Dr. Diego Pinheiro Aguiar (CASM - INTO)

Dr. Sidnei Cavalcante da Silva (CASM - INTO)

Rio de Janeiro
Setembro
2020

Dedico este trabalho aos meus pais e esposa, pessoas que sempre me apoiaram e incentivaram a seguir em frente na pesquisa médica e nos estudos científicos. Agradeço também a todos os meus professores que ajudaram a enxergar este caminho de uma maneira mais fácil.

AGRADECIMENTOS

Início agradecendo ao Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia, esta importante instituição que consegue unir em um único local grandes profissionais de diversas áreas da saúde, sempre unidos na busca de trazer melhor qualidade de vida aos pacientes com patologias ortopédicas. Tenho imenso orgulho de ter iniciado minha carreira de ortopedista e traumatologista neste instituto em 2008, ainda durante a faculdade, realizando o internato médico. Dois anos após em 2010 iniciei minha residência médica e nos dias atuais tenho a oportunidade de realizar a defesa da minha tese de Mestrado neste instituto. Nestes anos tive a oportunidade de aprender e trabalhar com inúmeros profissionais que serviram de exemplo e inspiração para minha formação acadêmica e profissional. Agradeço imensamente aos meus orientadores Dr. Eduardo Branco de Sousa e Dr. Victor Cossich Amaral, dois estudiosos que me apoiaram e ajudaram de forma incondicional na realização desta pesquisa. Agradeço ao Dr. João Matheus Guimarães com os conselhos e orientações na realização das etapas iniciais da descrição da técnica cirúrgica abordada neste trabalho. Agradeço também aos doutores Ubiratã Gavilão e Conrado Laett que muito me ajudaram na coleta e interpretação dos dados deste estudo. Ao colega médico, hoje especializando em cirurgia do joelho Dr. Matheus Barros. Ao amigo e chefe do centro de cirurgia do joelho Dr. Alan Mozella que sempre me apoiou nesta e em outras pesquisas. A todos os professores do mestrado os quais me ensinaram e incentivaram a atuar na vida acadêmica. Finalizo agradecendo a todos meus familiares, em especial ao meu Pai José Geraldo Neto de Faria e minha mãe Farlene Rocha de Faria, dois grandes exemplos pra mim. Aos meus irmãos Luiz Fernando Rocha de Faria e Bernardo Augusto Rocha de Faria, aos quais tento me espelhar. A minha esposa Ana Luiza Lupatini Almada meu grande amor, minha confidente e meu alicerce que está ao meu lado em qualquer situação, e minha filhinha Fiorella Lupatini Almada Rocha de Faria, que está para chegar e alegrar ainda mais nossas vidas. Muito obrigado a todos vocês!

“O trabalho vai preencher grande parte da sua vida e a única maneira de estar realmente satisfeito, é fazer o que você acredita que é um ótimo trabalho. E a única maneira de fazer um ótimo trabalho, é amar o que você faz”

Steve Jobs at Stanford Univesity commencement speech, 2005

RESUMO

ROCHA DE FARIA, José Leonardo. Análise funcional e isocinética de pacientes submetidos à reconstrução do tendão quadricipital com técnica Pulvertaft em onda modificada. Rio de Janeiro, 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências Aplicadas ao Sistema Musculoesquelético) - Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia Jamil Haddad, Ministério da Saúde, 2020.

A ruptura do tendão quadricipital é incomum e incapacitante, quando lesões completas devem ser tratadas cirurgicamente. O tratamento das lesões crônicas do quadríceps ainda é um desafio para o cirurgião. O objetivo desse estudo foi avaliar o resultado clínico, funcional e isocinético de uma nova técnica para reconstrução de lesões crônicas do quadríceps, chamada de “Reconstrução do Quadríceps com Técnica Pulvertaft em Onda Modificada”. A amplitude de movimento (ADM) do joelho e os escores clínicos de Escala Visual Analógica de dor (EVA), Lysholm e International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form (IKDC) foram avaliados. Avaliação isocinética foi realizada no período pós-operatório, através de análises isocinéticas entre o membro operado e o membro não operado (controle). Foram avaliados 9 pacientes com 10 lesões crônicas do quadríceps (tempo médio de lesão 23,6 meses). O déficit de extensão no pré-operatório foi de $46,5^\circ \pm 10,0^\circ$, reduzindo significativamente no pós-operatório, todos os participantes obtiveram 0° de déficit ($p < 0,001$). A ADM do joelho no pré-operatório foi de $79,5 \pm 14,2^\circ$, aumentando significativamente no pós-operatório para $109,0 \pm 15,4^\circ$ ($p < 0,001$). A EVA no pré-operatório foi de $2,3 \pm 2,4$ pontos e no pós-operatório foi de 2 ± 2 pontos; o Lysholm pré-operatório foi de $55,7 \pm 14,3$ pontos e no pós-operatório foi de $65,6 \pm 19,1$ pontos. O IKDC pré-operatório foi de $30,3 \pm 9,9$ pontos e no pós-operatório foi de $43,6 \pm 12,3$ ponto. Nenhum escore clínico obteve significância estatística. Foram encontradas diferenças significativas para Pico de Torque da Extensão, Contração Voluntária Isométrica Máxima e Taxa de Desenvolvimento do Torque (TDT)₂₅₀. O membro controle apresentou tais medidas superiores ao operado. Porém, não foram encontradas diferenças com significância estatística entre os membros na avaliação pós-operatória nas TDTs iniciais (0 a 200 milissegundos). Constatando que a força muscular foi reestabelecida no lado operado de forma similar ao lado controle nestas faixas temporais. Concluindo que a técnica avaliada foi capaz de reestabelecer a extensão ativa do membro operado em todos os pacientes, e que a força muscular foi reestabelecida nos períodos de força necessários para a realização da maioria das atividades cotidianas (TDTs iniciais).

Palavras chave: Lesão crônica do quadríceps, Ruptura crônica do quadríceps, Reconstrução do quadríceps.

ABSTRACT

ROCHA DE FARIA, JOSÉ LEONARDO. Functional and isokinetic analysis of patients submitted to quadriceps tendon reconstruction with modified Pulvertaft on weave technique, 2020. Master Thesis. (Master's Degree in Applied Sciences to the Musculoskeletal System) - National Institute of Traumatology and Orthopedics Jamil Haddad, Ministry of Health, 2020.

The rupture of the quadriceps tendon is uncommon and disabling. Complete lesions of this tendon must be treated surgically. The treatment of chronic quadriceps injuries is still a challenge for the surgeon. The objective of this study was to evaluate the clinical, functional and isokinetic results of a new technique for the reconstruction of chronic quadriceps injuries, called "Quadriceps Reconstruction with Modified Pulvertaft Weave Technique". Range of motion (ROM) of the knee and clinical scores of Visual Analog Pain Scale (VAS), Lysholm and International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form (IKDC) were evaluated. Isokinetic assessment was performed in the postoperative period, through isokinetic analyzes between the operated and the non-operated (control) limb. Nine patients with 10 chronic quadriceps injuries (mean injury time 23.6 months) were evaluated. The extension deficit in the preoperative period was $46.5^{\circ} \pm 10.0^{\circ}$, significantly reducing in the postoperative period, with all subjects obtained 0° ($p < 0.001$). The knee ROM in the preoperative period was $79.5 \pm 14.2^{\circ}$, significantly increasing in the postoperative period to $109.0 \pm 15.4^{\circ}$ ($p < 0.001$). The VAS in the preoperative period 2.3 ± 2.4 points and in the postoperative period it was 2 ± 2 points; the preoperative Lysholm 55.7 ± 14.3 points and in the postoperative it was 65.6 ± 19.1 points. The preoperative IKDC was 30.3 ± 9.9 points and in the postoperative it was 43.6 ± 12.3 points. No clinical score was statistically significant. Significant differences were found for Peak Extension Torque, Maximum Isometric Voluntary Contraction and Rate of force development (RFD)₂₅₀. The control member presented such measures superior to the operated one. However, no statistically significant differences were found between the limbs in the postoperative evaluation in the initial RFDs (0 to 200 milliseconds). Noting that muscle strength was reestablished on the operated side in a similar way to the control side in these time bands. Concluding that the evaluated technique was able to reestablish the active extension of the operated limb in all patients, and that the muscular strength was reestablished in the periods of strength necessary for the accomplishment of the majority of the daily activities (early RFDs).

Keywords: Chronic quadriceps injury, Chronic quadriceps rupture, Quadriceps reconstruction.

SUMÁRIO

RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	XII
LISTA DE FIGURAS	XIII
LISTA DE QUADROS E TABELAS	XV
1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Anatomia osteo-mio-tendínea do mecanismo extensor do joelho	17
1.1.1 Quadríceps	18
1.1.2 Patela	21
1.1.3 Tendão Patelar	22
1.2 Isquiotibiais	23
1.3 Lesões do Mecanismo Extensor e Sua Epidemiologia	23
1.4 Diagnóstico	26
1.5 Tratamento	31
1.6 Técnica cirúrgica para lesões crônicas do quadríceps com retração proximal – Pulvertaft em onda modificada	36
1.6.1 Posição e preparo	36
1.6.2 Acesso cirúrgico	36
1.6.3 Procedimento cirúrgico	37
1.7 Análise Isocinética do Mecanismo Extensor	40
2 JUSTIFICATIVA E HIPÓTESE	43
3 OBJETIVOS	44
3.1 Objetivo Principal	44
3.2 Objetivos Específicos	44
4 METODOLOGIA	45
4.1 Aspectos Éticos	45
4.2 Participantes	45

4.3	Estratégia experimental	46
4.4	Escala visual analógica de dor	47
4.5	Escore de Lysholm.....	48
4.6	Escore de IKDC.....	48
4.7	Amplitude de movimento do joelho	48
4.8	Presença de osteófitos proximais na patela	49
4.9	Altura patelar	49
4.10	Perímetro de coxa.....	50
4.11	Espessura muscular do vasto lateral.....	50
4.12	Avaliação da força máxima.....	51
4.13	Avaliação da contração voluntária isométrica máxima	52
4.14	Eletromiografia de superfície.....	52
4.15	Cálculo da taxa de desenvolvimento de torque	54
4.16	Processamento dos sinais de eletromiografia	55
4.17	Análise Estatística.....	56
5	RESULTADOS.....	57
5.1	Participantes da Pesquisa.....	57
5.2	Escalas de dor e funcionalidade	59
5.3	Altura da patela, amplitude de movimento do joelho e circunferência de coxa... 60	
5.4	Espessamento muscular do vasto lateral	62
5.5	Força máxima e explosiva	63
5.6	Recrutamento muscular voluntário	64
5.7	Correlação entre recrutamento muscular voluntário e força explosiva.....	65
6	DISCUSSÃO.....	66
7	CONCLUSÃO	76
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

ANEXO A. CARTA DE ACEITE PLATAFORMA BRASIL	93
ANEXO B. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	100
ANEXO C. ESCALA VISUAL ANALÓGICA PARA DOR.....	102
ANEXO D. ESCORE LYSHOLM	103
ANEXO E. ESCORE IKDC - INTERNATIONAL KNEE DOCUMENTATION COMITTE SUBJECTIVE KNEE FORM	104

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ADM	Amplitude de movimento
CEP	Comissão de Ética em Pesquisa
CVIM	Contração Voluntária Isométrica Máxima
DP	Desvio Padrão
EM	Espessura Muscular
EMG	Eletromiográfica
EVA	Escala Visual Analógica de dor
EXT	Extensão do Joelho
FLEX	Flexão do Joelho
IKDC	<i>International Knee Documentattion Committtee</i> (Comitê internacional de documentação do joelho)
INTO	Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia
MS	Milissegundos
MTDT	Máxima Taxa de Desenvolvimento do Torque
PT	Pico de Torque
RF	Músculo Reto Femoral
RMS	<i>Root Mean Square</i> , valor eficaz
SENIAM	<i>Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles</i> (Eletromiografia de superfície para avaliação não invasiva dos músculos)
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDT	Taxa de Desenvolvimento do Torque
T-MTDT	Tempo correspondente para ocorrer a Máxima Taxa de Desenvolvimento do Torque
TP	Tendão Patelar
US	Imagem Ultrassonográfica
VL	Músculo Vasto Lateral
VM	Músculo Vasto Medial

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estruturas ósseas do joelho.....	17
Figura 2. Anatomia do Mecanismo extensor.....	18
Figura 3. Músculo e tendão do quadríceps em evidência	19
Figura 4. Visão frontal do músculo e tendão vasto intermédio e visão lateral das camadas do tendão quadricipital.....	20
Figura 5. Visão Lateral do joelho	21
Figura 6. Osteófito Proximal na Patela	25
Figura 7. Testes biomecânicos avaliando o tendão quadricipital e o tendão patelar.....	26
Figura 8. Índices para aferição da altura patelar	28
Figura 9. Lesão crônica do tendão quadricipital	28
Figura 10. Ultrassom do joelho.....	29
Figura 11. Ressonância Magnética do Joelho	30
Figura 12 - Straight-Leg-Raise	32
Figura 13. Tratamento para lesão aguda do tendão quadricipital.....	33
Figura 14. Técnica de Codivilla	35
Figura 15. Confeção dos túneis patelares	37
Figura 16. Sutura tipo Krackow e perfurações no tendão quadricipital	38
Figura 17. Passagem do enxerto sobre túnel patelar e tendão do quadríceps	39
Figura 18. Amplitude de movimento ativo do joelho	49
Figura 19. Aferição do perímetro da coxa	50
Figura 20. A Imagem de recomendação do SENIAM para localização de sensores do músculo vasto lateral.....	53
Figura 21 Curva de força-tempo de um participante obtida durante a CVIM, semelhante a utilizada neste projeto	55
Figura 22 Representação esquemática do sinal de EMG coletado de maneira sincronizada com a produção de torque.	56
Figura 23 Escalas de dor e funcionalidade.....	60
Figura 24 Altura da patela.....	60
Figura 25 Déficit de Extensão, Amplitude de Movimento de Flexão e Amplitude de Movimento Total do Joelho	61
Figura 26 Amplitude de movimento do joelho e circunferência da coxa	62
Figura 27 Espessura muscular do vasto lateral.	62

Figura 28 Força máxima isocinética de extensão e flexão do joelho	63
Figura 29 Força explosiva e contração voluntária isométrica máxima para extensão do joelho	64
Figura 30 Recrutamento muscular voluntário.....	64
Figura 31 Gráficos de dispersão entre recrutamento muscular voluntário e força explosiva	65

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1. Critérios de Inclusão e Exclusão	46
Quadro 1. Seleção dos pacientes.....	58
Tabela 2. Dados demográficos.....	59

1 INTRODUÇÃO

A articulação do joelho é uma das articulações mais complexas do corpo humano, sendo uma das responsáveis por suportar a carga mecânica gerada pelo peso corporal (FLAUNDRY; HOMMEL, 2011; HIRSCHMANN; MÜLLER, 2015). O joelho apresenta uma amplitude de movimento (ADM) ampla na flexo-extensão e uma menor ADM na rotação interna e externa entre o fêmur e a tíbia. O joelho envolve as articulações tibiofemoral medial e lateral, patelofemoral, e tibiofibular proximal (FLAUNDRY; HOMMEL, 2011; HIRSCHMANN; MÜLLER, 2015) e é composto pela extremidade distal fêmur, pela extremidade proximal da tíbia, pela patela, e pela extremidade proximal da fíbula (**Figura 1**). Além disso, apresenta diversos ligamentos que fornecem conexão entre as suas estruturas ósseas, permitindo assim a sua estabilidade passiva (MULLER, 1982; NOYES et al., 1991; HIRSCHMANN; MÜLLER, 2015).

Os grupamentos musculares, por sua vez, concedem às estruturas do joelho a estabilidade dinâmica para o seu correto funcionamento, sendo o mecanismo extensor o complexo osteo-mio-tendíneo responsável pela extensão da articulação e os músculos isquiotibiais os principais responsáveis pela flexão (HIRSCHMANN; MULLER, 2015).

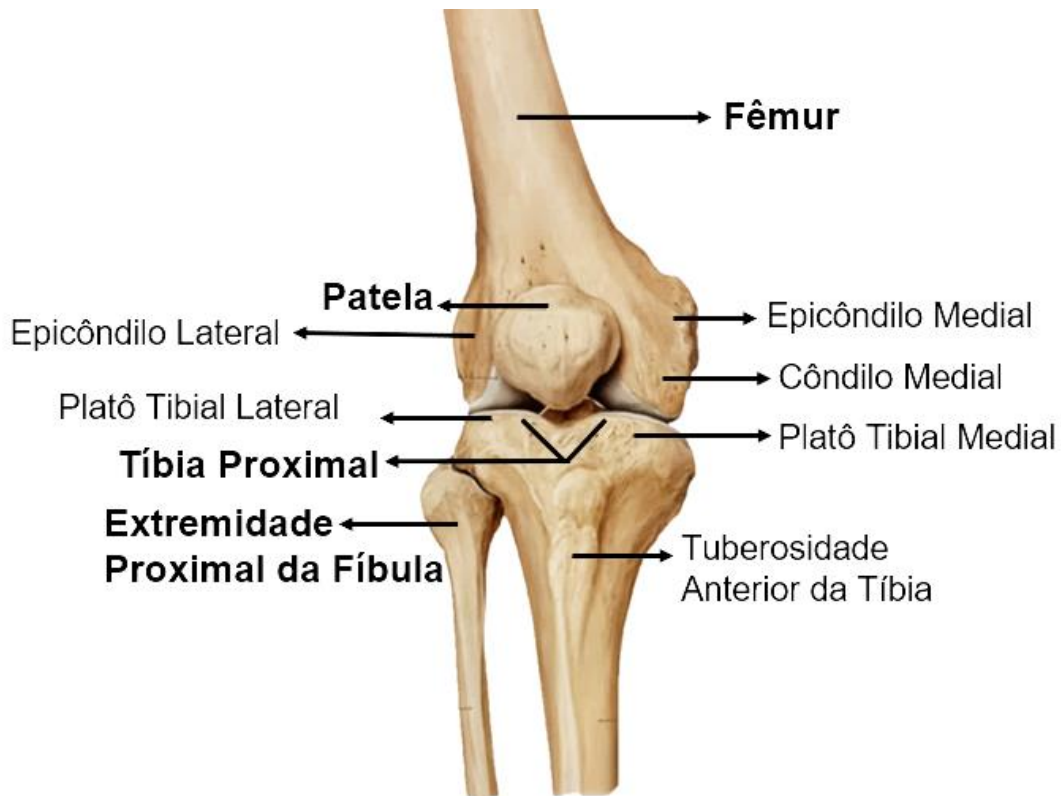


Figura 1. Estruturas ósseas do joelho. Imagem representando os ossos que compõem a articulação do joelho, como o fêmur, a tíbia, a fíbula e a patela, e seus respectivos acidentes anatômicos (Adaptado de Schunke M. Prometheus, atlas de anatomia humana: anatomia geral e aparelho locomotor. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2006).

1.1 Anatomia osteo-mio-tendínea do mecanismo extensor do joelho

O mecanismo extensor do joelho localiza-se na face anterior da coxa, sendo formado pelo músculo e tendão do quadríceps, pelo tendão patelar e pela patela, considerada o maior osso sesamóide do corpo humano. O mecanismo extensor possui ligamentos estabilizadores como os ligamentos patelofemoral medial e lateral, além dos retináculos patelares, a gordura de Hoffa e a bursa pré-patelar (**Figura 2**). A inervação e vascularização do mecanismo extensor são fornecidos pelo nervo femoral e pela artéria femoral, respectivamente (ANDRIKOULA et al., 2006).

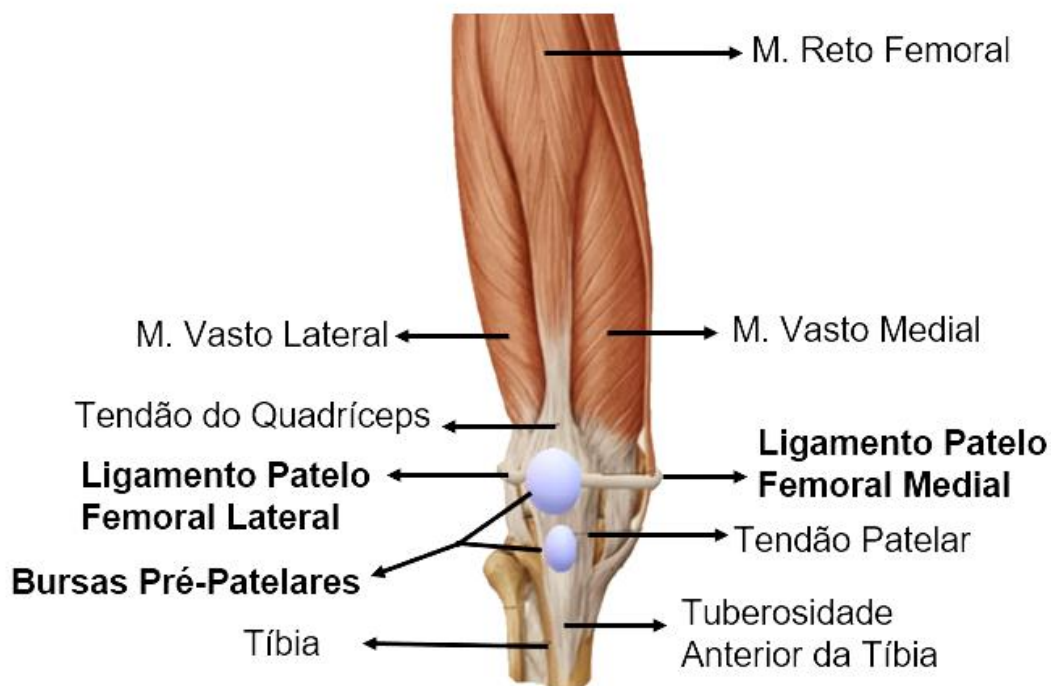


Figura 2. Anatomia do Mecanismo extensor. Evidência de 3 dos quatro músculos que compõem o quadríceps, vasto lateral, vasto medial e o reto femoral. Evidenciamos também os ligamentos patelo femoral medial e patelo femoral lateral, as bursas pré patelares, tendão patelar e gordura de Hoffa (Adaptado de Schunke M. Prometheus, atlas de anatomia humana: anatomia geral e aparelho locomotor. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2006).

O mecanismo extensor já foi alvo de inúmeros trabalhos publicados para melhor compreensão de suas estruturas, sendo o grande responsável pela extensão do joelho e pela estabilidade da articulação patelo-femoral (RAMSEY; MULLER, 1970; SIWEK; RAO, 1981; MCGRORY, 2003; ANDRIKOULA et al., 2006; IBOUNIG; SIMONS, 2016).

1.1.1 Quadríceps

O músculo quadríceps é composto por quatro porções (músculos, reto femoral, vasto medial, vasto lateral e vasto intermédio). Os músculos, vasto medial, vasto lateral e o reto femoral atuam diretamente na extensão do joelho e auxiliam no alinhamento patelar (**Figura 3**). Estes músculos atuam sinergicamente, sendo o vasto lateral a maior porção muscular do quadríceps, e o vasto medial a menor porção. Entretanto, enquanto o vasto lateral atua tendendo

a lateralizar a patela, o vasto medial tende a medializar a mesma. O vasto intermédio (**Figura 3**), por sua vez, auxilia o alinhamento patelar, tendendo a manter a patela na linha mediana durante o movimento de flexo-extensão do joelho (WALIGORA; JOHANSON; HIRSCH, 2009; POPE; PLEXOUSAKIS, 2020; DEOPUJARI; KIEL, 2020). O tendão do quadríceps apresenta ainda três camadas distintas: a lamina superficial, composta pelo tendão do músculo reto femoral; a lâmina intermédia, composta pelos músculos vasto lateral e vasto medial; e a lâmina profunda, composta pelo músculo vasto intermédio (**Figura 4**) (ANDRIKOULA et al., 2006; WALIGORA; JOHANSON; HIRSCH, 2009).

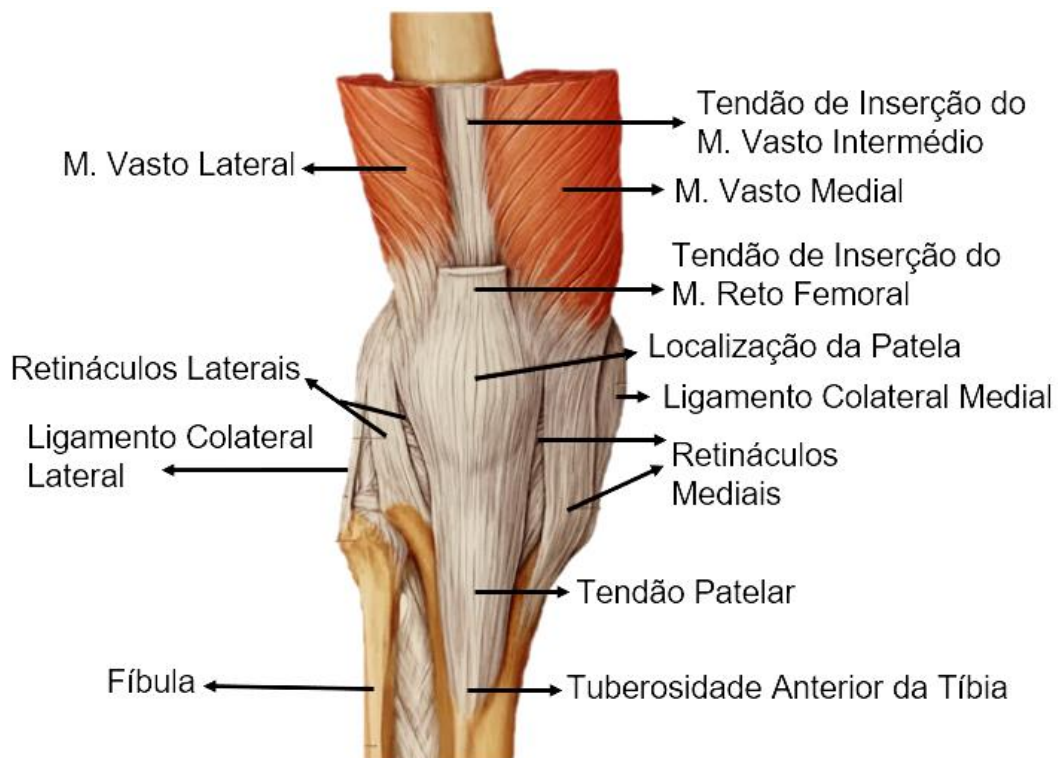


Figura 3. Músculo e tendão do quadríceps em evidência. Demonstrado acima as fibras dos músculos vasto medial, vasto lateral, tendão de inserção do vasto intermédio, tendão de inserção do reto femoral, retináculos medial e lateral, localização da patela, tendão patelar, tuberosidade anterior da tíbia, ligamento colateral medial e lateral, fíbula. (Adaptado de Schunke M. Prometheus, atlas de anatomia humana: anatomia geral e aparelho locomotor. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2006).

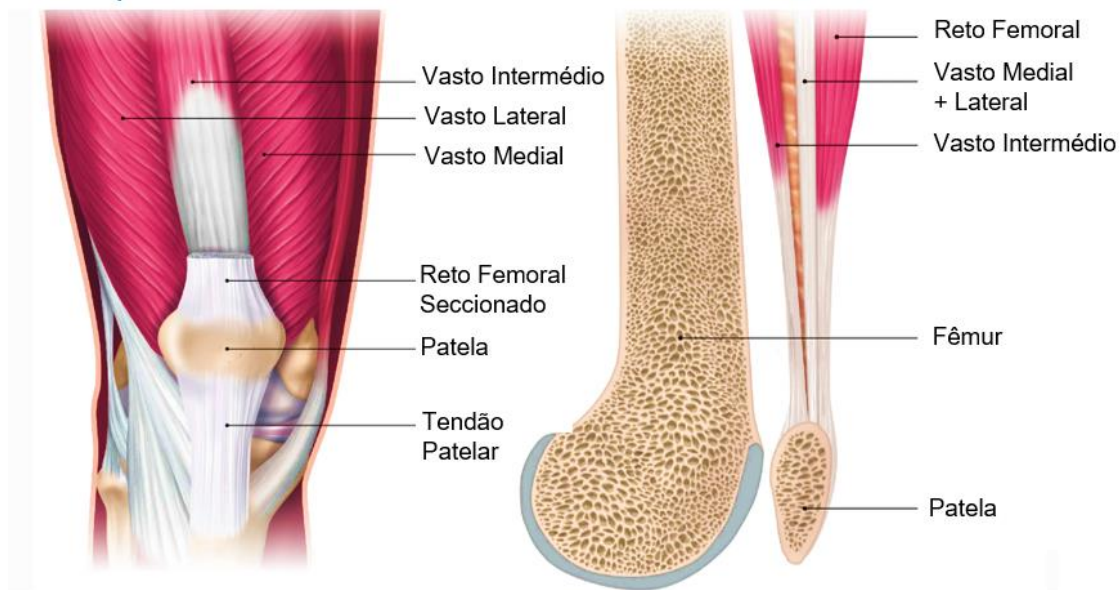


Figura 4. Visão frontal (anterior) do músculo e tendão vasto intermédio e visão lateral (sagital) das camadas do tendão quadricipital, com visualização da patela e fêmur distal. As três camadas do tendão quadricipital visualizadas, com a camada mais superficial composta pelo tendão reto femoral, a camada média formada pelos tendões do vasto medial e vasto lateral, e a camada mais posterior composta pelo tendão vasto intermédio (Adaptado de Diermeier T, Tisherman R, Hughes J, Tulman M, Baum Coffey E, Fink C, Lynch A, Fu FH, Musahl V. Quadriceps tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020 Feb 18).

As fibras do vasto lateral se inserem na patela em angulação de aproximadamente 26° (variando de 20 a 38°) enquanto as fibras do vasto medial se inserem à 45° (variando de 30 a 57°). O reto femoral e o vasto intermédio são inseridos perpendicularmente à patela (ANDRIKOULA et al., 2006; ASTUR et al., 2011).

Anteriormente ao fêmur e posteriormente ao vasto intermédio se situa o músculo articular do joelho (**Figura 5**), também chamado de músculo suspensor da bursa, sua função é evitar a invaginação da bursa suprapatelar abaixo da patela (KIMURA; TAKAHASHI, 1987).

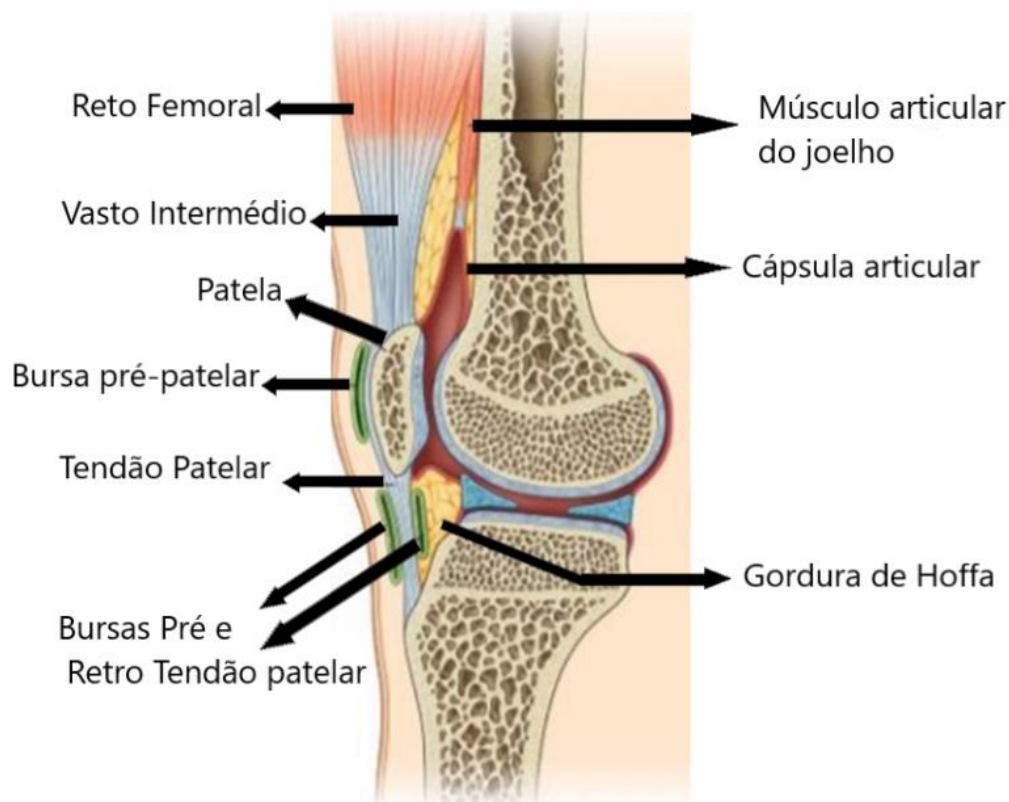


Figura 5. Visão Lateral do joelho. Visualização do músculo e tendão reto femoral, músculo e tendão vasto intermédio, músculo articular do joelho, cápsula articular, patela, bursa pré-patelar, tendão patelar, bursa pré e retro-patelar e gordura de Hoffa. (KIRSCHNER CG. Netter's Atlas of Human Anatomy for CPT Coding. Vol. 1, Chapter 7 Lower Limb, pg 418. Fevereiro 2006).

A vascularização do quadríceps é suprida pela artéria circunflexa femoral lateral, ramo da artéria femoral sendo a responsável pela vascularização do reto femoral, vasto medial e vaso lateral. A inervação do músculo do quadríceps provém de ramos do nervo femoral, que inerva também a região anterior e ântero-lateral do joelho (ANDRIKOULA et al., 2006).

1.1.2 Patela

A patela é o maior osso sesamóide do corpo humano, estando inserida no retináculo situado entre o tendão quadricipital e tendão patelar (**Figuras 1, 4 e 5**) (PENGAS et al., 2016).

Apresenta uma função importante no mecanismo extensor de potencializar a força mecânica realizada pelo músculo do quadríceps, pois aumenta o braço de alavanca do mecanismo extensor ao se articular com a região do fêmur chamada de tróclea femoral. Assim,

a patela permite que forças até cinco vezes maiores que o peso corporal passem sobre ela. Apresenta também a função de evitar que o tendão do quadríceps se fricçãoe contra o fêmur (LIEB; PERRY, 1968; HUBERTI et al., 1984).

A patela é vascularizada por um plexo de vasos que podem ser subdivididos em extra-ósseo e intra-ósseo, sendo o extra-ósseo proveniente da artéria genicular suprema, das artérias geniculares superiores medial e lateral, das artérias geniculares inferiores mediais e laterais e da artéria tibial anterior recorrente. O plexo de vasos intra-ósseo é composto pelos vasos médio patelares e os vasos polares (CROCK, 1962; SCAPINELLI, 1967; SHIM; LEUNG, 1986).

A patela é inervada em sua face ântero-medial pelos nervos genitofemorais, femoral, obturador e safeno. Já a face ântero-lateral é inervada pelo nervo femoral lateral e pelo nervo cutâneo sural lateral (HORNER; DELLON, 1994).

1.1.3 Tendão Patelar

O tendão patelar (TP) se origina na patela e se insere na tíbia (**Figuras 2, 3 e 5**), sendo denominado de tendão e não de ligamento (apesar de ligar dois ossos) pois a patela é um osso sesamóide. É um tendão extremamente resistente podendo suportar forças 17,5 vezes superiores ao peso corporal e considerado o segundo tendão mais resistente do corpo. Sua composição seca é composta 90% de colágeno tipo I e sua vascularização é proveniente de diversas fontes. A artéria tibial recorrente vasculariza a face anterior do tendão e a face posterior é vascularizada pelo retináculo e pelo pedículo de gordura. As regiões proximais e distais do TP são menos vascularizadas e mais suscetíveis de sofrerem lesões (PANG et al., 2009; NEMSCHAK; PRETTERKLIEBER, 2012). A inervação do TP é realizada pelo ramo infrapatelar do nervo safeno, que atravessa o músculo sartório chegando até a região do TP, inervando também a cápsula e pele ântero-mediais (ANDRIKOULA et al., 2006).

1.2 Isquiotibiais

Os músculos isquiotibiais estão localizados na face posterior da coxa, apresentando função tanto de flexão do joelho quanto de extensão do quadril. São compostos pela junção dos músculos semimembráceo, semitendíneo e bíceps femoral (MOHAMED; PERRY; HISLOP, 2003).

O músculo semitendíneo apresenta características anatômicas peculiares como se inserir na face ântero-medial do platô tibial medial, apresentar uma longa porção tendinosa com característica arredondada e possuir localização pósteromedial na coxa distante de estruturas neurovasculares. Por esses motivos, o tendão do músculo semitendíneo é utilizado comumente como enxerto autólogo nas reconstruções ligamentares do joelho (MOORE; DALLEY; AGUR, 2014).

1.3 Lesões do Mecanismo Extensor e Sua Epidemiologia

A perda da função do mecanismo extensor pode ocorrer por alterações estruturais ou funcionais, de etiologia traumática ou congênita, no complexo mio-osteo-tendíneo entre o músculo do quadríceps, a patela e o tendão patelar, levando à ausência da extensão ativa do joelho (MCGRORY, 2003; IBOUNIG; SIMONS, 2016). O mecanismo extensor incompetente leva o paciente acometido a apresentar limitações funcionais que dificultam a realização de diversas atividades habituais, como subir e descer escadas, levantar-se da cadeira, além de praticar esportes (LEOPARDI et al., 2006).

As lesões traumáticas que podem acometer o mecanismo extensor envolvem a ruptura do tendão patelar, a fratura da patela e a ruptura do tendão quadricipital. A ruptura do tendão patelar é uma lesão incapacitante e incomum, usualmente ocorrendo em homens com idade inferior a 40 anos e cuja incidência é de 0,68/100000 pacientes (CLAYTON; COURT-

BROWN, 2008). A lesão do tendão patelar pode ocorrer por trauma direto ou indireto. Quando por trauma indireto é resultante de uma forte contração excêntrica do quadríceps sobre o joelho flexionado em posição fixa em torno de 60°, normalmente em tendões que já possuíam micro lesões prévias (KELLERSMANN; BLATTERT; WECKBACH, 2005).

A fratura de patela é a lesão traumática mais comum do mecanismo extensor, sendo duas a três vezes mais comum quando comparada à ruptura do tendão do quadríceps, sendo discretamente predominante no sexo feminino. A fratura da patela pode ocorrer devido a trauma indireto de forma semelhante à ruptura do tendão patelar. Entretanto, o trauma direto é o mais frequente devido sua localização anatômica (TEJWANI et al., 2012).

A ruptura do tendão quadricipital, assim como as demais lesões do mecanismo extensor, também é incomum, sendo relativamente rara em relação às demais lesões do joelho (ELLANTI et al., 2015), apresentando uma incidência de 1,37/100000 pacientes por ano. Acomete mais frequentemente a população masculina, com uma proporção de quatro homens para cada mulher (CLAYTON; COURT-BROWN, 2008). Este tipo de lesão é também incapacitante levando à dificuldade de locomoção do paciente afetado. O mecanismo de trauma da lesão do tendão quadricipital apresenta-se de forma semelhante à ruptura do tendão patelar. Ocorre com maior frequência em paciente com idade superior a 40 anos, com a idade média dos pacientes em torno de 50 anos (CLAYTON; COURT-BROWN, 2008). Quando ocorre em pacientes abaixo desta faixa etária as lesões traumáticas são mais frequentes. Uma forte contração excêntrica do quadríceps sobre o joelho flexionado em posição fixa é o mecanismo de trauma mais comum (SHERMAN et al., 2016). Outro mecanismo de trauma relatado ocorre quando o paciente acometido tenta se equilibrar evitando uma queda e uma dor intensa é percebida pelo mesmo, ocorrendo a ruptura tendinosa (SCUDERI, 1958). Vale salientar que rupturas sem história definida de trauma também podem ocorrer (SIWEK; RAO, 1981; MCGRORY, 2003; CIRIELLO et al., 2012).

Estudos mostram que 76% dos pacientes acometidos pela ruptura do tendão quadricipital possuem uma predisposição médica para tal, como doenças sistêmicas (diabetes, insuficiência renal crônica, hiperparatireodismo, uremia, artrites inflamatórias), uso crônico de corticóides, fluoroquinolonas e tendinopatias. Neste perfil de pacientes as rupturas atraumáticas são as mais comuns (SHAH, 2002; TEJWANI et al., 2012; MEYER; RICCI, 2016).

Outro achado identificado em estudos prévios é a presença de osteófitos proximais na patela, os quais estão associados à uma maior incidência da lesão do quadríceps, sendo também um fator de risco para essa lesão (**Figura 6**) (HARDY; CHIMUTENGWENDE-GORDON; BAKAR, 2005; ELLANTI et al., 2015; PAGLIARI et al., 2019).

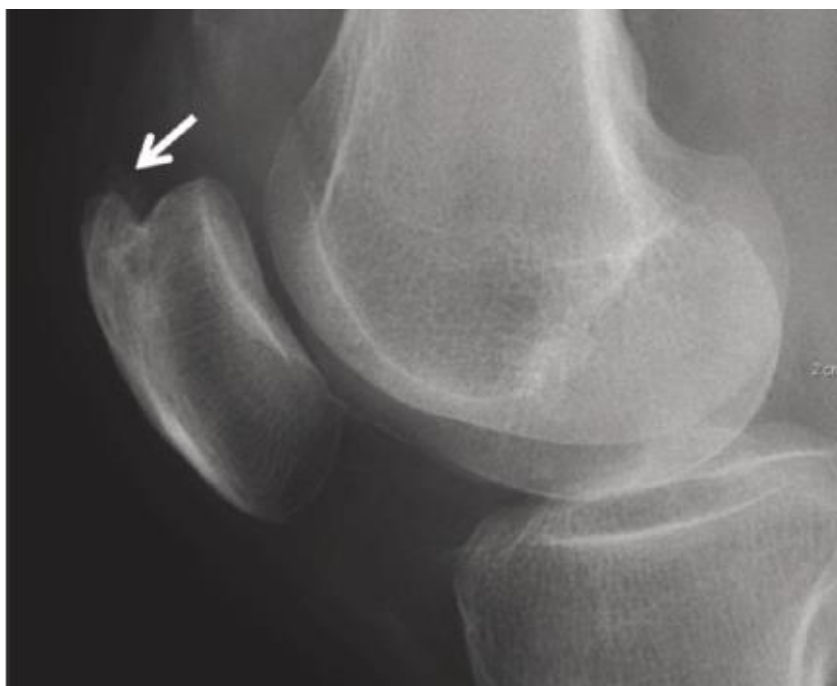


Figura 6. Osteófito Proximal na Patela. Radiografia em perfil do joelho, observando um osteófito proximal da patela. Tal alteração estrutural é considerada um fator de risco para lesões do tendão quadricipital (*Adaptado de Ellanti P, Moriarity A, Wainberg N, Fhoglu CN, Mccarthy T. Association between patella spurs and quadriceps tendon ruptures. Muscles, Ligaments and Tendons Journal 88;5 (2):88-91. 2015*)

A lesão do tendão do quadríceps é três vezes mais comum em relação à lesão do tendão patelar (MURATLI et al., 2005). Apesar de a lesão do tendão quadricipital ocorrer mais comumente em comparação à lesão do tendão patelar, o tendão do quadríceps possui uma

rigidez maior do que o patelar, com aproximadamente 466 N/mm e 278 N/mm. Além disso, o tendão quadricipital apresenta também uma maior resistência até a falha comparativamente ao tendão patelar, sendo de 2158,9N versus 1580,6N, respectivamente (**Figura 7**) (SHANI et al., 2016).

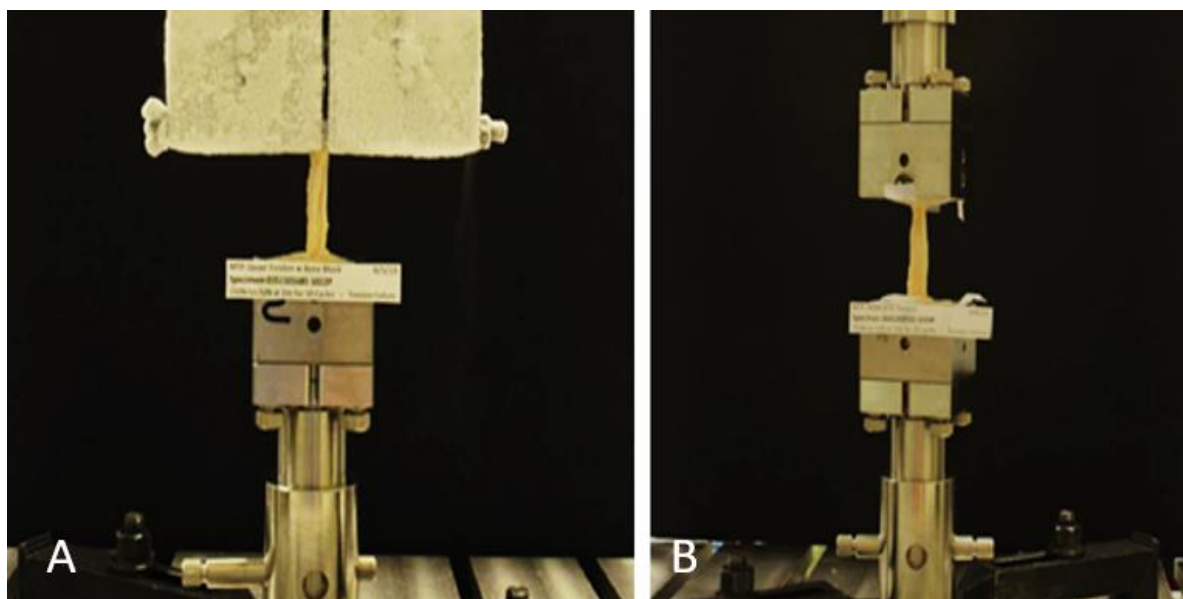


Figura 7. Testes biomecânicos avaliando o tendão quadricipital e o tendão patelar. Testes realizados avaliando a resistência até a falha dos enxertos tendinosos do tendão quadricipital (Fig.7a) e tendão patelar (Fig.7b) (Adaptado de Shani, Umpierrez E, Nasert M, Hiza EA, Xerogeanes J. Biomechanical Comparison of Quadriceps and Patellar Tendon Grafts in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthroscopy*;32(1):71-5. Jan 2016).

1.4 Diagnóstico

O diagnóstico das rupturas do quadríceps é clínico e os pacientes apresentam-se com uma tríade caracterizada por dor aguda, incapacidade de realizar a extensão ativa do joelho e palpação de um espaço supra patelar. Em pacientes com lesões crônicas os achados clínicos são semelhantes à tríade citada acima, porém a maioria dos pacientes não apresentam dor associada (SIWEK; RAO, 1981; STEPHENS; ANDERSON, 1987; CIRIELLO et al., 2012).

Mesmo com os sinais e sintomas clássicos citados acima, cerca de 50% das lesões do quadríceps são negligenciadas no primeiro atendimento na emergência médica

(STEPHENS; ANDERSON, 1987; NEUBAUER et al., 2007). Nos casos em que o exame clínico do paciente não evidencia tais sinais e sintomas acima citados, recomenda-se utilizar exames de imagem para confirmar o diagnóstico, como radiografias, ultrassonografia e ressonância magnética (SPECTOR; DIMARCANGELO; JACOBY, 1995).

No exame de radiografia em perfil do joelho podemos observar a presença de patela baixa. Para definirmos a altura patelar podemos utilizar diversos índices descritos na literatura, sendo os mais comumente utilizados o índice de Insall-Salvati, o índice de Blackburne-Peel e o índice de Caton-Deschamps (INSALL; SALVATI, 1971; BLACKBURNE; PEEL, 1977; CATON et al., 1982; BEHRENDT et al., 2016).

O índice de Insall-Salvati consiste na razão entre o comprimento do tendão patelar e o comprimento do maior eixo diagonal da patela (**Figura 8a**). Os valores de normalidade variam entre 0,8 e 1,2. Valores abaixo de 0,8 indicam que a patela está baixa, sendo um sinal indireto de lesão do tendão quadricipital (INSALL; SALVATI, 1971).

O índice de Blackburne-Peel consiste na razão entre uma linha formada entre a extremidade distal articular da patela até uma linha que tangencia o platô tibial (formando um ângulo de 90° entre as mesmas) e a linha que mede o comprimento articular da patela (**Figura 8b**). Valores considerados normais são entre 0,54 a 1,06. Valores inferiores a 0,54 indicam patela baixa sendo uma suspeita de ruptura do tendão quadricipital (BLACKBURNE; PEEL, 1977).

O índice de Caton-Deschamps consiste na razão entre uma linha traçada entre a extremidade distal articular da patela e a extremidade ântero-superior da tíbia e uma linha que mede o comprimento articular da patela (**Figura 8c**). Valores considerados normais estão entre 0,6 a 1,2. Valores abaixo de 0,6 indicam uma possível lesão do tendão quadricipital (CATON et al., 1982).

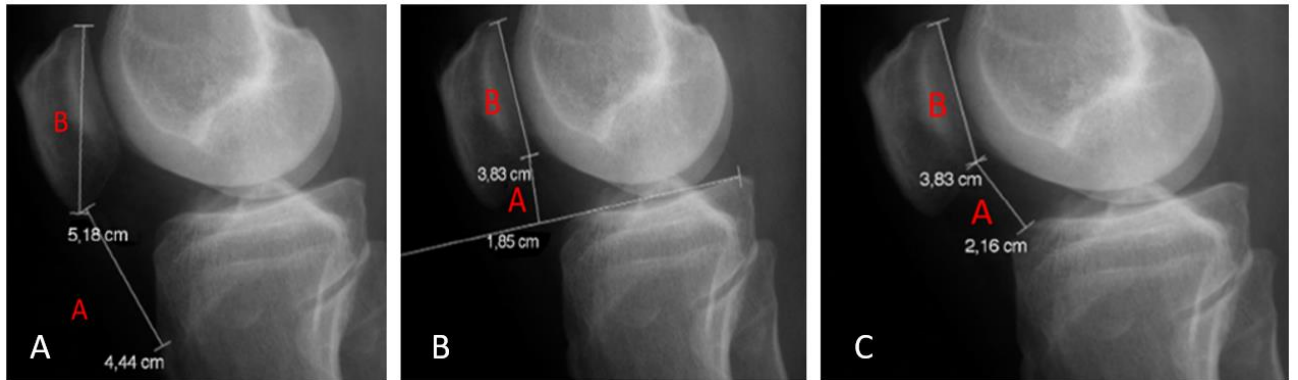


Figura 8. Índices para aferição da altura patelar. **8a Índice de Insall-Salvati** Radiografia em perfil de joelho, com linhas traçadas visando calcular o Índice de Insall-Salvati, índice utilizado para avaliar a altura patelar. O índice é calculado dividindo A sobre B. Na imagem em questão o resultado do índice foi de 0,85 sendo considerado uma altura patelar normal. **Figura 8b Índice de Blackburne-Peel.** Radiografia em perfil de joelho, com linhas traçadas visando calcular o Índice Blackburne-Peel, índice utilizado para avaliar a altura patelar. O índice é calculado dividindo A sobre B. Na imagem em questão o resultado do índice foi de 0,48 sendo considerado uma altura patelar anormal, indicando patela baixa, em casos como esse o paciente deve ser investigado para lesão do tendão quadricipital. **Figura 8c Índice de Caton-Deschamps.** Radiografia em perfil de joelho, com linhas traçadas visando calcular o Índice Caton-Deschamps, índice utilizado para avaliar a altura patelar. O índice é calculado dividindo A sobre B. Na imagem em questão o resultado do índice foi de 0,56 sendo considerado uma altura patelar anormal, indicando patela baixa, em casos como esse o paciente deve ser investigado como possível lesão do tendão quadricipital (Adaptado de Behrendt C, Zaluski A, Albuquerque RP, Sousa EB, Cavanellas N. Comparative evaluation of patellar height methods in the Brazilian population. 2016. Revista Brasileira de Ortopedia. Vol. 51, Issue 1, Pages 53-57. January–February 2016).

No exemplo da **Figura 9**, observamos um paciente com lesão crônica do tendão quadricipital, aonde podemos identificar uma patela extremamente baixa, com índice Insall-Salvati de 0,41, apresentando uma forte suspeita de lesão do tendão quadricipital.

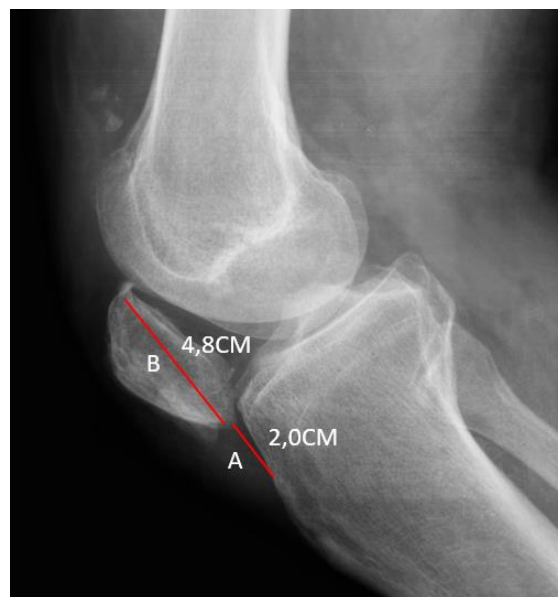


Figura 9. Lesão crônica do tendão quadricipital. Radiografia em perfil de joelho, com linhas traçadas visando calcular o Índice de Insall-Salvati, índice utilizado para avaliar a altura patelar. O índice é calculado dividindo A sobre B. Na imagem em questão o resultado do índice foi de 0,41 representando uma patela baixa. (Acervo do autor).

A ultrassonografia (**Figura 10**) é considerada um bom método diagnóstico para a identificação de lesões do tendão quadricipital, pois apresenta um baixo custo para ser realizado, é comumente disponível nos diversos centros de diagnósticos médicos, e apresenta uma alta taxa de sensibilidade. Outra vantagem deste método diagnóstico é sua segurança, sendo um exame não invasivo, permitindo também a avaliação dinâmica do tendão quadricipital (SPECTOR; DIMARCANGELO; JACOBY, 1995; BIANCHI et al., 1994; LA et al., 2003; HEYDE et al., 2005; LAROCCO; ZLUPKO; SIERZENSKI, 2008). Um estudo realizado por Perfitt e colaboradores demonstrou uma sensibilidade de 1.0, um valor preditivo positivo de 0,88, no entanto uma especificidade de 0,62, indicando que este método de diagnóstico pode ter diagnósticos falso positivos (PERFITT et al., 2013)



Figura 10. Ultrassom do joelho. Imagem de ultrassonografia do 1/3 distal da coxa, com imagem circunscrita em vermelho evidenciando a ruptura do tendão quadricipital no polo proximal da patela (Adaptado de Perfitt JS, Petrie MJ, Blundell CM, Davies MB. Acute quadriceps tendon rupture: a pragmatic approach to diagnostic imaging. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2013).

Isto ocorre devido a ultrassonografia ser um método de diagnóstico examinador dependente, pois o correto diagnóstico pode variar de acordo com a experiência do examinador. (PERFITT et al., 2013).

A ressonância magnética (**Figura 11**) é o método de imagem mais acurado para definição do diagnóstico da lesão do tendão quadricipital, sendo considerado o padrão ouro. Estudos demonstram que este método diagnóstico apresenta uma alta sensibilidade (1,0), especificidade (1,0) e também de valor preditivo positivo (1,0), sendo por isso o método de escolha para o diagnóstico de lesão quadricipital (PERFITT et al., 2013). Tal exame é indicado quando o paciente se apresenta com exame clínico duvidoso. A principal desvantagem deste exame é seu alto custo (SWAMY et al., 2012; PERFITT et al., 2013).



Figura 11. Ressonância Magnética do Joelho. Ressonância magnética do joelho ponderada em T2, evidenciando um corte sagital com uma lesão completa do tendão do quadríceps (Adaptado de Perfitt JS, Petrie MJ, Blundell CM, Davies MB. Acute quadriceps tendon rupture: a pragmatic approach to diagnostic imaging. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2013).

1.5 Tratamento

Pacientes que se apresentam com rupturas parciais do tendão quadricipital e conseguem realizar a extensão ativa do joelho acometido, no teste chamado de *straight-leg-raise*, podem ser tratados de forma não cirúrgica (**Figura 12**). O tratamento conservador consiste em manter o membro inferior acometido com imobilizador de joelho ou gesso cruro-maleolar por 6 semanas. Após este período o paciente deve iniciar ganho da amplitude de movimento passivo do joelho acometido e iniciar o tratamento fisioterapêutico realizando exercícios isométricos para o quadríceps. Idealmente este tratamento deve ser iniciado com o paciente em decúbito dorsal, realizando três séries de 15 repetições de isometria do quadríceps uma vez ao dia. No tempo de repouso do membro acometido os mesmos exercícios devem ser realizados no membro contralateral. Frisamos que nas primeiras seis semanas após o uso da imobilização, a flexão ativa não deve ser realizada. O ganho da amplitude da flexão deve ser iniciado de forma passiva no limite do quadro algico do paciente. Após as 12 semanas iniciais a flexão ativa deve ser estimulada (NEUBAUER et al., 2007).



Figura 12 - Straight-Leg-Raise. Teste realizado para avaliar a capacidade de extensão ativa do joelho acometido (Acervo do autor).

Em rupturas completas e nos pacientes que não conseguem realizar o teste de *straight-leg-raise* a cirurgia está indicada. Existe uma grande variedade de técnicas descritas para o tratamento de lesões completas e agudas do mecanismo extensor. A grande maioria das técnicas existentes para as lesões agudas apresentam bons resultados clínicos (IBOUNIG; SIMONS, 2016). São consideradas agudas, lesões tratadas cirurgicamente com até 3 semanas da data do trauma (SIWEK; RAO, 1981; ROUGRAFF; REECK; ESSENMACHER, 1996). O tratamento com tenorrafia e sutura trans-óssea são os mais comumente utilizados para lesões agudas do quadríceps e tendão patelar. Para realização deste tipo de tratamento nas lesões agudas do quadríceps, realiza-se uma incisão longitudinal mediana no joelho, identifica-se a lesão após dissecação por planos (**Figura 13a**). Realiza-se então uma sutura tipo KRACKOW no tendão quadricipital com dois fios não absorvíveis de alta resistência (**Figura 13b**). Após

estes passos três túneis longitudinais paralelos são confeccionados na patela, e os fios da sutura tipo KRACKOW são transportados para o polo distal da patela, realizando a sutura trans-óssea, finalizando esta técnica cirúrgica (**Figura 13c**) (MAFFULLI; WONG, 2003; CIRIELLO et al., 2012).

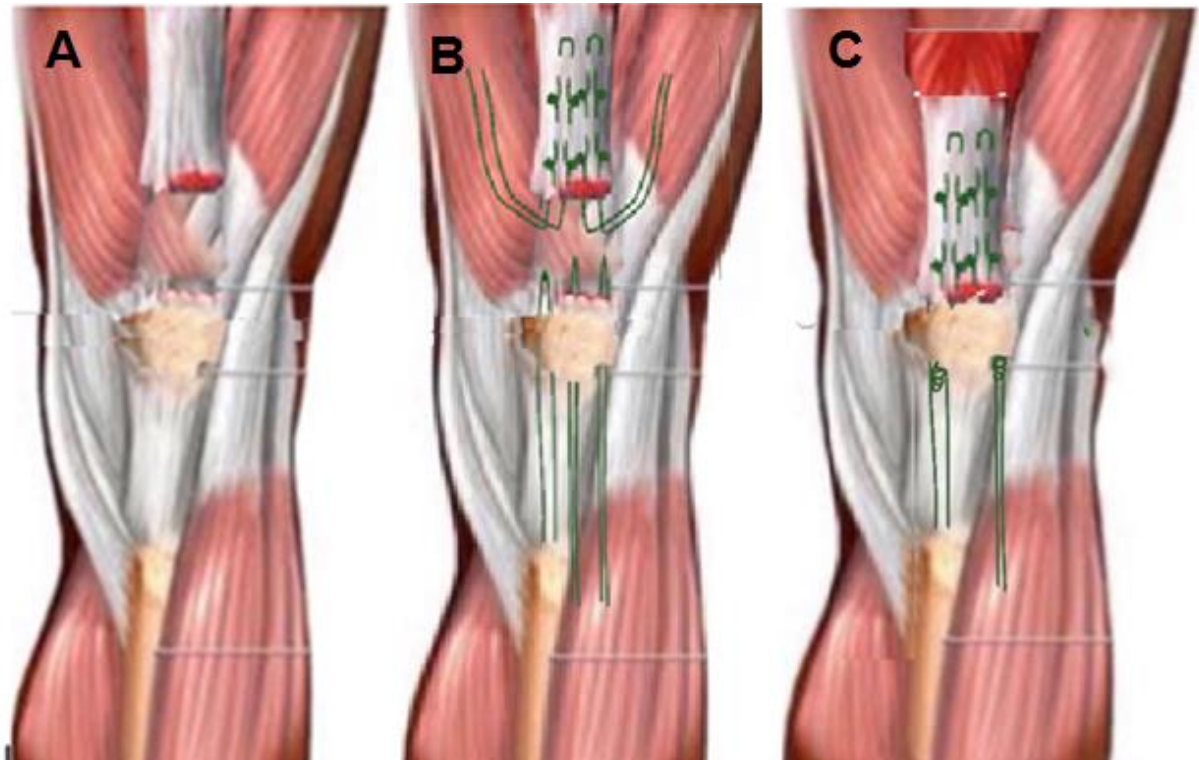


Figura 13. Tratamento para lesão aguda do tendão quadricipital. 13a) Lesão do tendão do quadríceps. **13b)** Sutura tipo Krackow no tendão quadricipital, túneis ósseos longitudinais na patela com fios de transporte já passados pelos mesmos. **13c)** Sutura trans-óssea concluída (Acervo do autor).

Para fraturas da patela com desvio, a osteossíntese da patela é o tratamento indicado, apresentando excelentes resultados clínicos. Quando tais fraturas, apresentam desvios menores do que 2 mm o tratamento conservador pode ser utilizado. Fratura de um pequeno fragmento do polo proximal da patela pode ocorrer, se comportando com uma fratura/avulsão do polo proximal da patela com sinais e sintomas muito semelhantes à lesão do tendão quadricipital. Tais lesões são de tratamento cirúrgico sendo sutura trans-óssea o método de tratamento recomendado (PENGAS et al., 2016).

Contudo o tratamento das lesões crônicas do tendão do quadríceps, isto é lesões com mais de 3 semanas da data do trauma, ainda é um desafio para um resultado clínico satisfatório. Isto ocorre devido à contração muscular do quadríceps roto ao longo do tempo, fazendo com que a porção proximal do tendão do quadríceps se retraia para proximal, permanecendo encurtada, dificultando sua distalização no ato cirúrgico (ROUGRAFF; REECK; ESSENMACHER, 1996; CIRIELLO et al., 2012; PENGAS et al., 2016).

A técnica classicamente citada para o tratamento das lesões crônicas do quadríceps é a técnica de Codivilla, que é tecnicamente exigente e considerada de difícil realização em pacientes com alterações degenerativas do tendão, principalmente nas situações nas quais ocorre uma grande retração proximal do tendão quadricipital (SCUDERI; SCHREY, 1950; SCUDERI, 1958; ROUGRAFF; REECK; ESSENMACHER, 1996; CIRIELLO et al., 2012).

A técnica de Codivilla é iniciada realizando uma incisão em V no coto proximal do quadríceps (**Figura 14a**), após a incisão e dissecação por planos ter sido realizada. Traciona-se então o coto proximal para distal fazendo com que o mesmo se encontre com o polo proximal da patela realizando a sutura do tendão na patela (**Figura 14b**), rebate-se sobre esta sutura um triângulo formado pelo tendão quadricipital funcionando como um reforço para a sutura inicial, e finaliza-se esta técnica suturando e fechando a incisão proximal no tendão quadricipital (**Figura 14c**) (SCUDERI; SCHREY, 1950).

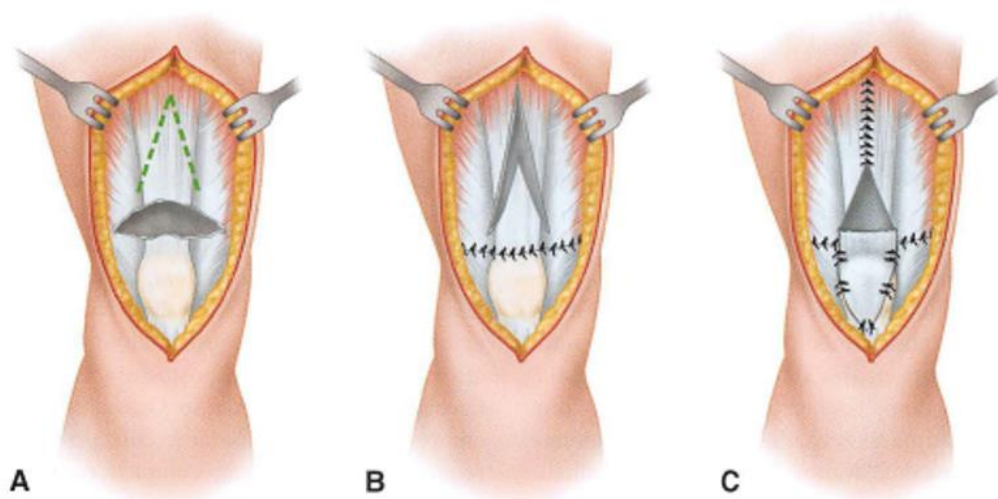


Figura 14. Técnica de Codivilla. 14a) Incisão em V invertido no coto proximal do tendão quadricipital. **14b)** Distalização do coto do tendão quadricipital suturando o mesmo na borda proximal da patela. **14c)** Rebatimento da porção do tendão quadricipital sobre a sutura distal, funcionando como um reforço para a sutura, além do fechamento proximal com suturas simples na região proximal do tendão quadricipital (Adaptado de Canale T.S. Campbell's Orthopaedics Operative. 2017. 13ª Ed., Vol.3, Chap. 48-Traumatic Disorders pg 2439).

Em 2016 Alaia MJ apresentou em congresso a técnica de Pulvertaft em onda, uma nova técnica cirúrgica para o tratamento de lesões crônicas do quadríceps (ALAIA et al., 2016). Alaia inicia seu procedimento de forma convencional com uma incisão ampla longitudinal e mediana no joelho, realiza-se a dissecação por planos e identifica-se a lesão crônica com retração proximal do tendão quadricipital. Com uma broca canulada 4.5 realiza-se um túnel transversal na patela no 1/3 proximal da mesma, deixando sobre o túnel um fio de sutura para transporte. Realiza-se a sutura tipo KRACKOW no coto proximal do tendão com dois fios de alta resistência. Três a quatro perfurações com bisturi na borda medial e lateral do tendão quadricipital são realizadas. Utiliza-se um tendão semintendíneo de banco de tecidos de 20 cm de comprimento. Transporta-se o enxerto pelo túnel transversal da patela mantendo as duas extremidades do tendão, medial e lateral, simétricas. Conforme a técnica Pulvertaft, o autor passa a extremidade medial do enxerto por dentro dos orifícios mediais previamente realizados no tendão quadricipital, repetindo o mesmo com a extremidade do enxerto lateral. Duas ancoras são inseridas no polo proximal da patela. Traciona-se então estas extremidades

do tendão alógeno para distal, reduzindo a lesão do tendão quadricipital em quase sua totalidade, somente no 1/3 central é observado um *gap*. Este é tratado suturando os fios de alta resistência da sutura tipo KRACKOW nos fios das âncoras, reduzindo completamente a lesão. Múltiplas suturas são realizadas nos orifícios pelo qual o tendão alógeno passa pelo tendão quadricipital travando o sistema, finalizando a cirurgia.

A técnica de Alaia MJ foi modificada e publicada pelo nosso grupo, utilizando tendão autólogo como enxerto, e substituindo as âncoras ósseas por sutura trans-óssea, sendo a técnica de escolha no Centro de Cirurgia do Joelho do INTO desde 2016 para o tratamento de lesões crônicas do tendão quadricipital. Tal técnica apresenta como vantagens a utilização de tendão semitendíneo autólogo, permitindo uma cicatrização mais biológica durante a reconstrução do quadríceps, e a não utilização de âncoras ósseas, tornando a cirurgia menos onerosa financeiramente, além de conseguir reduzir grandes retrações proximais das lesões crônicas do quadríceps (FARIA et al., 2019).

1.6 Técnica cirúrgica para lesões crônicas do quadríceps com retração proximal – Pulvertaft em onda modificada

1.6.1 Posição e preparo

Paciente em decúbito dorsal, sob raquianestesia e bloqueio do nervo femoral. É realizada a assepsia com clorexidina degermante e antissepsia com clorexidina alcoólica.

1.6.2 Acesso cirúrgico

Longitudinal, anterior, mediano, cerca de 10 a 15 cm com exposição ampla do tendão patelar, patela e tendão quadricipital.

1.6.3 Procedimento cirúrgico

Inicialmente é realizada a retirada e preparo do tendão semitendinoso ipsilateral à lesão crônica do tendão quadricipital. Através de dissecação romba o coto proximal do quadríceps é identificado e o tecido fibrótico existente entre o tendão e o polo proximal da patela é ressecado. É confeccionado um túnel ósseo por uma broca canulada 4,5mm de espessura, transversal, de medial para lateral no centro da patela (**Figura 15a**). Com a broca 4,5 ainda no interior da patela, são realizados três túneis longitudinais paralelos com fios agulhados (**Figura 15b**), deixando um fio de reparo em alça para transporte na extremidade proximal de cada orifício longitudinal da patela (**Figura 15c**).

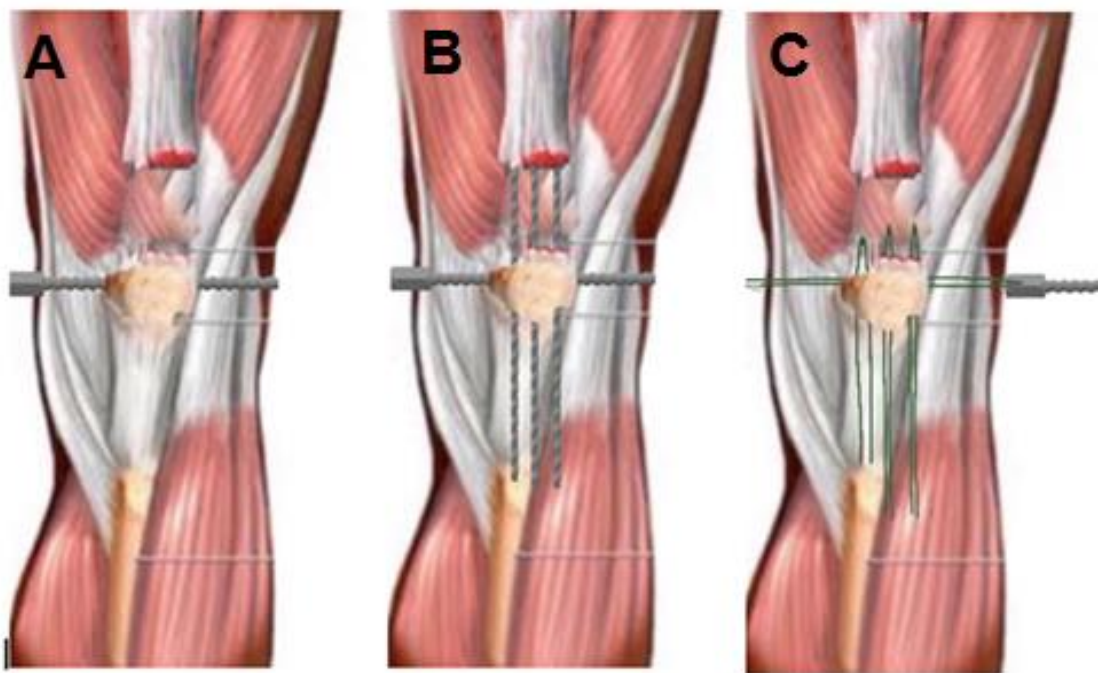


Figura 15. Confeção dos túneis patelares. 15a) Túnel horizontal no 1/3 proximal da patela confeccionado com broca canulada 4.5. 15b) Broca canulada é mantida na patela, realizando a seguir a confecção de 3 túneis verticais longitudinais paralelos com fios agulhados. 15c) Fios de reparo em alça são (adaptado de Faria JLR, Matos MB, Cobra HAAB, Cavanellas M, Sousa EB, Barretto JM, Guimarães JM. Surgical Treatment of Chronic Rupture of the Quadriceps Using a Modified Pulvertaft Weave Technique. Arthrosc Tech;8(10):e1163–e1169. Published 2019 Sep 19).

Uma sutura tipo KRACKOW com 2 fios de sutura de poliéster (*Ethibond*[®]) n°2 é realizada na porção média do tendão quadricipital ficando com 4 fios em sua extremidade

distal (**Figura 16a**). Então são realizados três a quatro orifícios puntiformes nas bordas medial e lateral do tendão quadricipital (**Figuras 16b e 16c**).

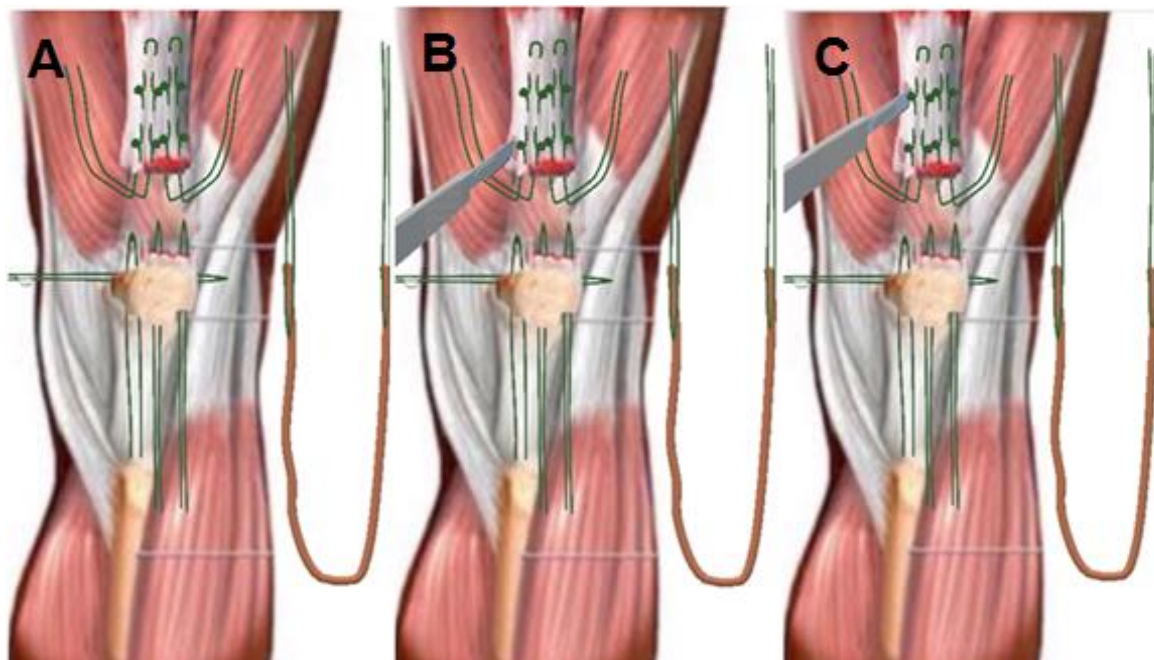


Figura 16. Sutura tipo Krackow e perfurações no tendão quadricipital. 16a) Retirada e preparo de tendão semitendíneo, e realização de sutura tipo krackow no coto proximal do quadríceps. **16b e 16c)** Realização de 3 a 4 orifícios em cada borda do tendão quadricipital (adaptado de Faria JLR, Matos MB, Cobra HAAB, Cavanellas M, Sousa EB, Barretto JM, Guimarães JM. Surgical Treatment of Chronic Rupture of the Quadriceps Using a Modified Pulvertaft Weave Technique. *Arthrosc Tech* ;8(10):e1163–e1169. Published 2019 Sep 19).

O tendão do semitendíneo é transportado pelo túnel transversal, deixando simétricas suas duas extremidades (**Figura 17a**) e então as duas extremidades do tendão semitendíneo são passadas por tais orifícios, medial e lateral, conforme técnica de pulvertaft em onda, com o tendão emergindo sempre anterior na sua passada final (**Figura 17b**). Após este último passo as extremidades dos tendões são passadas distalmente, os tendões são suturados sobre o tendão quadricipital, observando a redução quase total do *gap* prévio, com exceção da porção central do quadríceps que permanece com *gap* residual (**Figura 17c**).

Tal gap é tratado através do transporte dos 4 fios de sutura de poliéster (*Ethibond*®) para o polo distal da patela, realizando sutura trans-óssea nesta localização, e o procedimento é finalizado (**Figura 17d**).

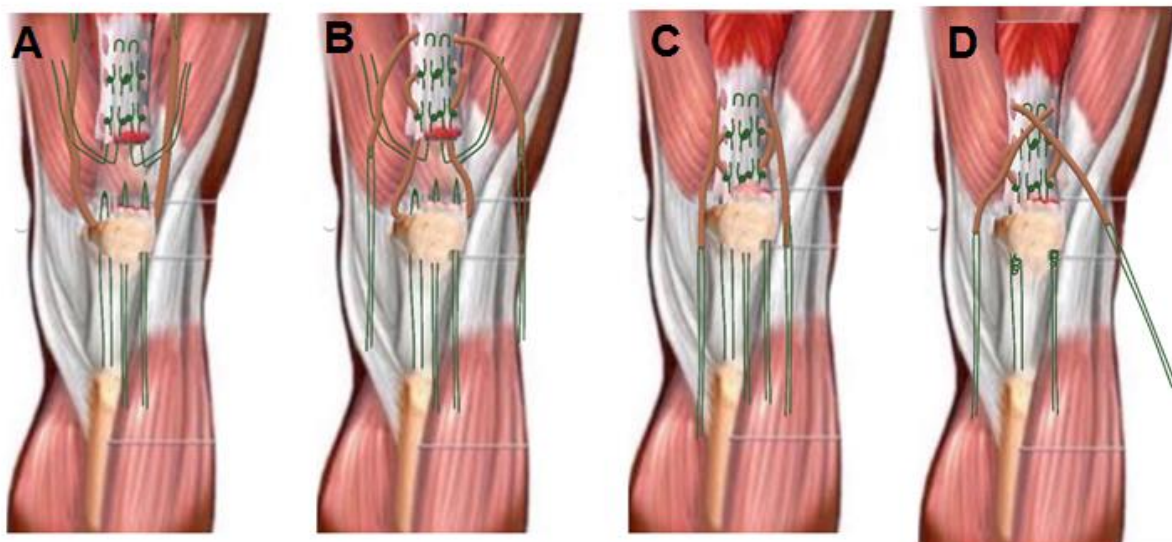


Figura 17. Passagem do enxerto sobre túnel patelar e tendão do quadríceps **17a)** Enxerto é passado pelo túnel horizontal da patela. **17b)** As duas extremidades do enxerto são passadas pelos orifícios nas bordas do tendão quadríceps de distal para proximal, conforme a técnica Pulvertaft em ondas, com tendão emergindo sempre anterior na sua passada final. **17c)** Tracionamos as duas extremidades do enxerto, observando a redução quase total do gap prévio. **17d)** Transporte dos 4 fios de sutura tipo Krackow, realizando a sutura trans-óssea no polo distal da patela (adaptado de Faria JLR, Matos MB, Cobra HAAB, Cavanellas M, Sousa EB, Barretto JM, Guimarães JM. Surgical Treatment of Chronic Rupture of the Quadriceps Using a Modified Pulvertaft Weave Technique. *Arthrosc Tech* ;8(10):e1163–e1169. Published 2019 Sep 19).

Vale salientar que a grande maioria dos estudos publicados é proveniente de países desenvolvidos, nos quais tais lesões são incomuns devido à eficácia dos serviços de saúde. Países que apresentam dificuldades no serviço de saúde pública, como o Brasil por exemplo, apresentam uma maior prevalência de rupturas tendinosas crônicas diversas, devido à dificuldade geográfica, estrutural e até mesmo de profissionais especializados para o tratamento deste tipo de lesão. (SCHEFFER, 2013; ALONSO et al., 2017).

Na literatura pesquisada encontramos vários estudos avaliando resultados clínicos funcionais de pacientes submetidos ao tratamento cirúrgico de lesões agudas do quadríceps, contudo, observamos poucas publicações avaliando o resultado clínico funcional de pacientes com lesões crônicas do quadríceps (SIWEK; RAO, 1981; ROUGRAFF; REECK;

ESSENMACHER, 1996; WENZL et al., 2004). A maioria dos pacientes avaliados em tais pesquisas foram operados em até 3 semanas. Apresentando excelentes resultados clínicos, e bons resultados funcionais nos testes isocinéticos. Os pacientes com lesões crônicas observados em tais estudos, apresentaram resultados clínicos e funcionais insatisfatórios (SIWEK; RAO, 1981; ROUGRAFF; REECK; ESSENMACHER, 1996; WENZL et al., 2004; RAMSEIER; WERNER; HEINZELMANN, 2006; WEST; KEENE; KAPLAN, 2008).

1.7 Análise Isocinética do Mecanismo Extensor

A análise isocinética da musculatura do joelho é comumente realizada em pacientes que foram submetidos ao tratamento cirúrgico nesta localização, seja reconstruções ligamentares, tendinosas ou até mesmo artroplastias (WENZL et al., 2004; MAFFIULIETTI et al., 2010; SUEYOSHI et al., 2017). Os autores buscam saber se com a cirurgia realizada a função do joelho acometido foi reestabelecida de forma adequada, avaliando a força máxima de extensão e flexão dos joelhos. Tais pesquisas usam comumente como grupo controle a força pré-operatória e o membro contralateral (WENZL et al., 2004; MAFFIULIETTI et al., 2010; SUEYOSHI et al., 2017).

A força máxima é uma medida classicamente mensurada pela literatura médica sendo utilizada como parâmetro para avaliar retorno às atividades esportivas, como também para avaliar o sucesso do procedimento cirúrgico realizada na articulação acometida. Em geral a força máxima é aferida com testes isocinéticos na velocidade 60°, 120° e 180° por segundo (SAPEGA, 1990), chegando à contração voluntária máxima ao redor de 600 milissegundos (VAN CUTSEM; DUCHATEU; HAINAUT, 1998; YOSHIDA et al., 2008)

Contudo observou-se que nas atividades do dia a dia e nas atividades esportivas, raros são os momentos nos quais permanecemos contraindo uma articulação por esse período de tempo (AAGAARD et al., 2002). É interessante notar que a força gerada quando realizamos

atividades cotidianas, como por exemplo ao caminhar, descender uma escada ou ao nos equilibrarmos evitando uma queda, ocorre em períodos curtos de tempo, em geral entre os 50 à 200 ms (SUETTA et al., 2004; PIJNAPPELS; BOBBERT; VAN DIEEN, 2005; NYLAND et al., 2007). O mesmo se repete durante atividades esportivas como uma aterrissagem após realizarmos um salto, ou no contato do pé com o solo ao realizarmos uma corrida rápida (SPINKS et al., 2007). Portanto devemos também avaliar a quantidade de força que realizamos nestas determinadas faixas temporais. Em geral é pedido para o paciente avaliado para realizar a máxima força, iniciando do repouso, realizando uma contração isométrica, ou seja, sem movimento da articulação. A força obtida é sincronizada com um cronômetro que avalia a força muscular produzida em milissegundos. O nome dado para essa força realizada nesses períodos específicos de tempo é Taxa de Desenvolvimento de Torque (TDT) (MAFFIULETTI et al., 2010; TILLIN; PAINT; FOLLAND, 2013).

Estudos isocinéticos mais atuais realizam as seguintes análises: força máxima (maior força obtida em velocidades angulares pré determinadas), contração voluntária isométrica máxima realizada através da tentativa de se obter a maior força no menor período de tempo (sem mobilizar a articulação), taxa de desenvolvimento de torque que representa a força obtida durante um determinado período de tempo quando se realiza a contração voluntária isométrica máxima (MAFFIULETTI et al. 2016).

A análise eletromiográfica é comumente realizada durante os testes isocinéticos. Os autores observaram que a estimulação elétrica gerada no músculo no período imediatamente anterior ao início da força, está diretamente relacionada ao valor da força obtida nas TDTs iniciais, aquelas obtidas até os primeiros 150 ms do torque (ANDERSEN; AAGAARD, 2006). Esta ativação muscular que ocorre neste período que precede ao início da força ocorre nos 40 a 50 ms anteriores ao início do torque. Chamamos esta atividade elétrica, neste determinado

período de tempo, de recrutamento muscular voluntário ou EMG₅₀ (MAFFIULETTI et al., 2016).

Para mensurar a espessura muscular podemos realizar uma análise indireta através da aferição da espessura da coxa ou realizarmos uma análise por imagem avaliando a espessura muscular através de métodos de imagem. Um dos métodos mais utilizados para mensurar a espessura do tecido muscular é a ultrassonografia (SHI et al., 2007; VERDANO et al., 2014). Além de ser um exame de imagem utilizado para realizar o diagnóstico de lesões ósteo-mio-tendinosas a ultrassonografia pode ser utilizada para realização de análise morfológica do tecido muscular, este tipo de avaliação vem sido amplamente utilizada e citada nas últimas décadas (SHI et al., 2007). Através deste tipo de análise do tecido muscular podemos mensurar alterações na espessura do tecido muscular, ângulo de penação das fibras musculares, comprimentos dos fascículos musculares e o comprimento muscular (RUTHERFORD; JONES 1992; FUKUNAGA et al. 1997; LIEBER; FRIDEN 2000; REEVES et al. 2004; ZHENG et al. 2006; KLIMSTRA; DOWLING; DURKIN, 2007; BRANCACCIO et al. 2008; LEGERLOTZ et al. 2010). Uma característica diferenciada deste tipo de método diagnóstico é o fato de podermos realizar tais análises supracitadas de forma estática ou dinâmica (CHAUHAN; HAMZEH; CUESTA-VARGAS, 2013).

2 JUSTIFICATIVA E HIPÓTESE

As lesões crônicas do quadríceps com retração proximal do mesmo apresentam-se como um desafio para o cirurgião pois as técnicas classicamente descritas não conseguem reduzir a distância entre o tendão retraído e a patela. Poucos estudos abordam esta patologia devido à sua raridade. Uma maneira de conseguir realizar esta cirurgia com uma adequada redução desta distância entre o tendão e o polo proximal da patela é com a técnica de Pulvertaft em onda modificada. Porém a avaliação funcional e isocinética desta técnica ainda não foi realizada. Com a realização desta pesquisa avaliamos a eficácia desta nova técnica cirúrgica através da análise de questionários clínicos e da mensuração da função do joelho com testes isocinéticos.

O Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia Jamil Haddad (INTO/MS) é o órgão de referência do Ministério da Saúde no que tange ao tratamento cirúrgico de média e alta complexidade, sendo também responsável pela estimulação à criação de políticas públicas de saúde na área de Ortopedia e Traumatologia. Por esse motivo, o INTO recebe muitos pacientes com lesões do tendão quadricepital, sendo a grande maioria destes pacientes com lesões crônicas. Isto ocorre devido ao tempo prolongado para encaminhamento dos pacientes, muitos já se apresentam com meses ou mesmo anos de lesão, o que torna o tratamento mais difícil. Assim, é de extrema importância avaliar os pacientes submetidos ao tratamento cirúrgico pela técnica desenvolvida no Instituto, pois além de apresentarmos uma solução terapêutica para esse perfil incomum de pacientes, mensuramos nesta pesquisa a eficácia de seus resultados no grupo de pacientes submetidos à tal técnica.

A nossa hipótese é que esta técnica cirúrgica seja capaz de restaurar a extensão ativa do joelho acometido, reestabelecendo a força e função do lado lesionado de forma aproximada ao membro contralateral sadio.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Principal

Avaliar e comparar os resultados clínicos, funcionais e isocinéticos dos pacientes submetidos à reconstrução do quadríceps com a técnica Pulvertaft em Onda Modificada nos momentos pré e pós-operatório.

3.2 Objetivos Específicos

- Comparar a amplitude de movimento de extensão e flexão do joelho no pré com o pós-operatório, assim como, no pós-operatório entre o membro submetido à cirurgia de reconstrução do tendão quadricipital (operado) e o lado não lesionado (controle).
- Comparar os seguintes escores clínicos no período pré e pós-operatório: Escala Visual analógica de dor (EVA), escore de Lysholm e o score *International Knee Documentattion Committtee* (IKDC).
- Comparar a altura patelar nos períodos pré e pós-operatório.
- Comparar a força máxima de extensão e flexão, assim como a força explosiva de extensão do lado operado, com o lado controle dos pacientes.
- Comparar a circunferência da coxa entre o membro operado e o lado controle, e também comparar espessura do vasto lateral do lado operado com o lado controle, através de análise ultrassonográfica.
- Comparar se após a cirurgia de reconstrução do quadríceps os pacientes com lesões crônicas apresentam diferenças no recrutamento muscular voluntário analisado através de eletromiografia.
- Correlacionar o recrutamento muscular voluntário com a força explosiva, visando observar

se existe associação entre as duas variáveis.

4 METODOLOGIA

4.1 Aspectos Éticos

Os procedimentos foram realizados de acordo com as normas da Resolução do CNS nº 466 de 12/12/2012 e também da Comissão de Ética em Pesquisa com seres humanos do INTO (CEP /INTO CAAE 11867319.7.0000.5273 – **Anexo A**). O termo de consentimento livre e esclarecido (**TCLE, Anexo B**) foi aplicado a todos os participantes antes da avaliação.

4.2 Participantes

Trata-se de pesquisa clínica tipo coorte retrospectiva de braço único. Foram incluídos no estudo pacientes de ambos os sexos, acima de 18 anos de idade, com diagnóstico pré-operatório de lesão crônica do tendão quadricipital (lesões com mais de três semanas de evolução), que foram submetidos à cirurgia de reconstrução de tendão quadricipital com a técnica de Pulvertaft em Onda Modificada e que os escores clínicos foram colhidos adequadamente. Foram excluídos do estudo pacientes que foram submetidos à outra técnica cirúrgica, pacientes menores de 18 anos de idade, pacientes com tempo de lesão menor do que três semanas, pacientes que não tiveram interesse em participar do estudo e pacientes que vieram a óbito entre a cirurgia e a realização do estudo (**Tabela 1**).

Tabela 1. Critérios de Inclusão e Exclusão do estudo

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
Maiores de 18 anos	Incapacidade de fornecer dados confiáveis
Diagnóstico de lesão do tendão quadricipital há mais de 3 semanas	Paciente não cooperativo, que não compreende as orientações médicas
Submetidos ao tratamento cirúrgico com a técnica de Pulvertaft em onda modificada	Não desejo em participar do estudo
Participantes de ambos os sexos	Falecimento antes da avaliação final do estudo
Preenchimento correto dos escores clínicos EVA para dor, Lysholm, IKDC, no período pré-operatório, conforme rotina do centro de cirurgia do joelho	

4.3 Estratégia experimental

Todos pacientes foram submetidos no pré-operatório à análise da amplitude de movimento (ADM) ativa do joelho, à Escala Visual Analógica de dor (EVA) (JENSEN; KAROLY; BRAVER, 1986) e aos escores clínicos de Lysholm (PECCIN; CICONELLI; COHEN, 2006) e IKDC (METSAVAHT et al., 2010) conforme rotina do Centro de Atendimento Especializado em Cirurgia do Joelho, tais análises foram realizadas por médicos, ortopedistas, especializando em cirurgia do joelho, no centro do de cirurgia do joelho do Instituto. Após análise dos prontuários médicos, os pacientes incluídos no estudo foram então

convidados por contato telefônico para comparecimento nos consultórios da Unidade de Pesquisa Clínica do INTO. Foi realizada uma consulta médica de aproximadamente 15 minutos, na qual os pacientes foram orientados quanto à participação no estudo e quanto à possibilidade de desconforto durante realização do exame físico e da avaliação isocinética (força máxima e explosiva) no pós-operatória em uma única sessão com duração de cerca de 60 min na Unidade de Pesquisa Neuromuscular do INTO. Posteriormente à leitura e assinatura do TCLE foi realizada anamnese e foram aplicados os questionários de Lysholm, IKDC, EVA para dor, análise da amplitude de movimento ativa do joelho acometido e a espessura da coxa de ambos os membros, tais análises foram realizadas por um dos membros deste estudo, com experiência na avaliação destes parâmetros. Em seguida, foi realizada a aquisição de imagem ultrassonográfica do músculo vasto lateral (VL) e os testes de força máxima e contração voluntária isométrica máxima foram executados. A atividade eletromiográfica (EMG) dos músculos VL, reto femoral (RF) e vasto medial (VM) foram coletadas durante as ações isométricas. Todas as medidas foram realizadas tanto no membro envolvido quanto no membro controle. Após o término dos testes foi realizada a aferição da altura patelar e da presença de esporão proximal da patela analisando radiografias pré e pós-operatórias armazenadas no sistema do programa MDViewer2000® (NEC Display Solutions, Japão).

4.4 Escala visual analógica de dor

Foi questionado ao paciente quanto ao seu grau de dor, foi mostrado a imagem ilustrada no **Anexo C** e perguntado ao paciente qual era a nota para a dor que o mesmo sentia naquele momento. A escala visual varia de 0 a 10, sendo 0 ausência de dor e 10 dor máxima já sentida pelo participante.

4.5 Escore de Lysholm

Foram realizadas oito perguntas aos participantes questionando aos mesmos se eles mancavam, se andavam com apoio, se o joelho possuía algum travamento, se tinha instabilidade, se sentiam dor, se possuíam inchaço, dificuldade para subir escadas e para agachar-se. Cada uma das oito perguntas apresentava 3 a 6 opções de resposta, conforme evidenciado no **Anexo D**. Soma-se os pontos respectivos de cada resposta chegando ao valor final, quanto maior o valor menos sintomas o paciente apresenta.

4.6 Escore de IKDC

Foram realizadas 10 perguntas com respostas de múltipla escolha correlacionando dor, nível de atividade física, rigidez, instabilidade e edema. Os pacientes assinalaram as opções que se aproximavam mais com sua sintomatologia e no final os pontos eram somados através de uma conta conforme explicado no **Anexo E**. Quanto maior o valor menos sintomas o paciente apresenta.

4.7 Amplitude de movimento do joelho

Foi avaliada, com auxílio de um goniômetro manual (Trident-PT[®], Brasil), a amplitude de movimento ativa dos joelhos. Pedimos ao paciente para realizar a flexão ativa máxima do joelho, posicionamos o centro do goniômetro no joelho, uma de suas extremidades fixadas paralela ao fêmur e sua outra extremidade fixada paralela à tíbia e o grau de flexão é registrado (**Figura 18a**). Pedimos então ao paciente para realizar a extensão ativa máxima do joelho, o goniômetro é posicionado da mesma forma, e então medimos o ângulo de extensão máxima (**Figura 18b**). Tais angulações foram demonstradas com o ângulo de extensão ficando em

primeiro lugar separado do ângulo de flexão pela letra “x”, vide exemplo – 0°x120° (VERDANO et. al., 2014). O déficit de amplitude de movimento (ADM) para extensão foi considerado como a diferença entre a extensão ativa máxima e a máxima extensão (0°). A ADM do joelho foi determinada pela amplitude angular entre a flexão e extensões ativas máximas.

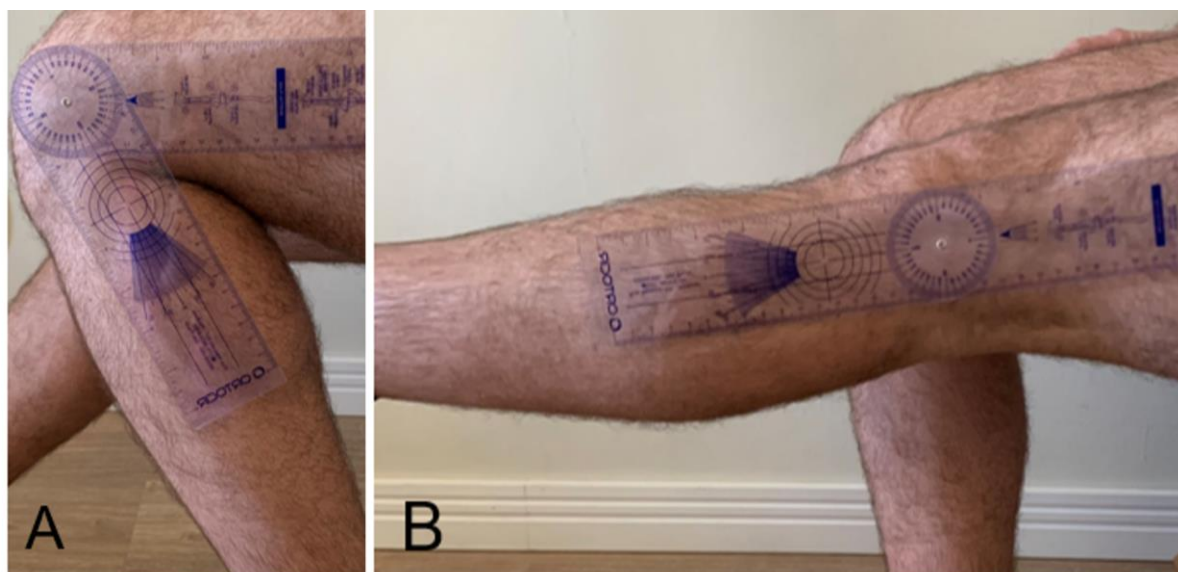


Figura 18. Amplitude de movimento ativo do joelho. 18a) Flexão ativa máxima mensurada com goniômetro manual. **18b)** Extensão ativa máxima mensurada com mesmo goniômetro (Acervo do Autor).

4.8 Presença de osteófitos proximais na patela

As radiografias em perfil do joelho operado no período pré-operatório foram analisadas através das imagens radiográficas digitais no software MDViewer2000® (NEC Display Solutions, Japão), visando observar a presença de osteófitos proximais no polo proximal da patela.

4.9 Altura patelar

A altura patelar foi mensurada no período pré e pós-operatório, analisando radiografias

em perfil do joelho através do software MDViewer2000® (NEC Display Solutions, Japão). Utilizamos o índice de aferição de altura patelar proposto por Insall-Salvati, no qual dividimos o comprimento do tendão patelar pelo comprimento do maior eixo diagonal da patela (**Figura 8a**) (INSALL; SALVATI, 1971).

4.10 Perímetro de coxa

O perímetro da coxa foi mensurando com o paciente em posição ortostática, com uma fita métrica corporal antropométrica posicionada 10 cm proximal ao polo superior da patela (**Figura 19a**), nesta localização aferimos o perímetro da coxa (**Figura 19b**) (VERDANO *et al.*, 2014).

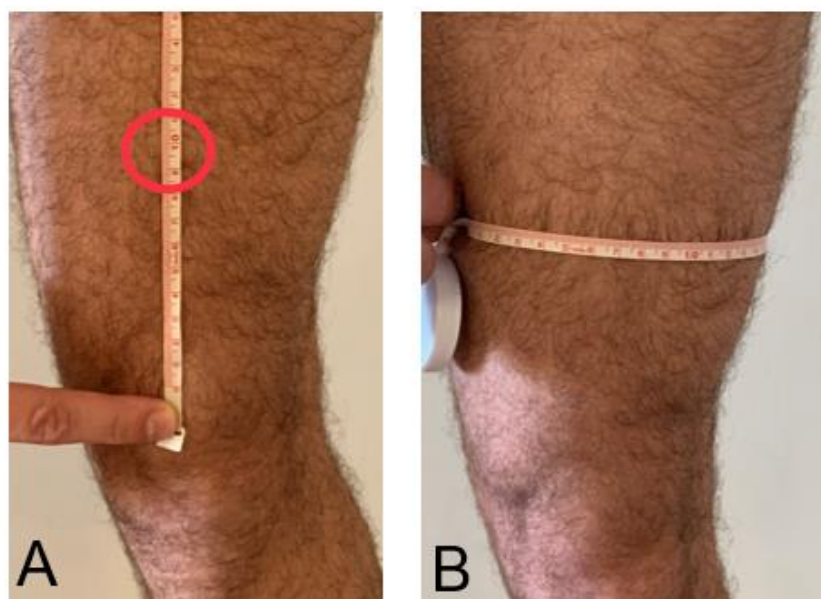


Figura 19. Aferição do perímetro da coxa. 19a) Marcação de região a ser aferida a espessura da coxa, na região 10 cm proximal ao polo superior da patela. **19b)** Mensuração da espessura da coxa com fita métrica corporal antropométrica (Acervo do autor).

4.11 Espessura muscular do vasto lateral

Foi utilizado para mensurar as variáveis de arquitetura muscular aparelho de ultrassom padrão (ALOKA®, SD800, Japão), em modo brilho, com transdutor linear (cabeça de 5 cm e

7,5 MHz). Foram realizadas imagens em repouso na posição anatômica do VL, com o participante deitado em decúbito dorsal e o joelho e o quadril completamente estendidos. O transdutor foi posicionado a 50% da distância linear entre o trocânter e o epicôndilo lateral do fêmur. A espessura muscular (EM) do VL foi mensurada como a distância linear entre a aponeurose superior e inferior, sendo realizadas três medidas para cada imagem coletada e usada a média como valor final. Todas as imagens foram analisadas utilizando o *software open-source Image-J* versão 1.51 (National Institutes of Health, Bethesda, Maryland).

4.12 Avaliação da força máxima

Para a avaliação da força voluntária máxima da extensão (EXT) e flexão (FLEX) do joelho, foi utilizado um dinamômetro isocinético (Humac Norm II®, CSMI, EUA). Os testes foram realizados com o participante sentado, com as costas totalmente apoiadas no encosto da cadeira acoplada ao dinamômetro. Os quadris ficaram fletidos a cerca de 85° e o joelho alinhado com o eixo de rotação do dinamômetro. Inicialmente uma série de familiarização do participante com o aparelho foi realizada, os testes foram aplicados em modo concêntrico-concêntrico com uma velocidade fixa de 60°/s com cinco repetições. As repetições foram iniciadas com força submáxima com carga incremental baseada na percepção subjetiva de esforço, sendo a primeira repetição com a metade da força máxima, aumentando progressivamente a força de forma a realizar a última repetição com a maior força possível. Os valores de pico de torque (PT), foram verificados e caracterizados pelo maior torque instantâneo alcançado (LAETT et al., 2020).

4.13 Avaliação da contração voluntária isométrica máxima

Para a avaliação da contração voluntária isométrica máxima (CVIM) utilizamos o mesmo aparelho e o mesmo posicionamento do participante no dinamômetro que foi avaliado na avaliação da força máxima. Para esta avaliação pedimos aos participantes que realizem a CVIM de forma súbita para EXT do joelho. Os indivíduos foram orientados a realizar a contração muscular “o mais rápido e forte possível” de maneira repentina, partindo do repouso, e manter a máxima contração muscular obtida até a instrução verbal do pesquisador. Os participantes utilizaram uma caneleira para diminuir qualquer possível incomodo decorrente da força realizada e também para diminuir a complacência entre os materiais. Esta avaliação foi realizada com o joelho à 90° de flexão de forma isométrica, ou seja, o participante fez a força porém a angulação do joelho não foi mudada. Foram realizadas três tentativas com duração de três segundos para cada membro. Entre cada tentativa ocorreu um período de descanso de 30 segundos de intervalo. Apenas a repetição com valor máximo de força isométrica obtida foi utilizada para análise. Os sinais de torque foram obtidos com frequência de amostragem de 1 kHz através de conversor analógico digital externo (EMG 830c®, EMG System do Brasil) (LAETT et al., 2020).

4.14 Eletromiografia de superfície

O sinal da eletromiografia foi obtido por um equipamento padrão para aquisição deste tipo de sinal biológico (EMG 830c®, EMG System do Brazil, Brasil). Eletrodos de superfície foram posicionados sobre os músculos VL, RF e VM durante a realização das CVIM. Um eletrodo de referência foi acoplado ao epicôndilo lateral do úmero. Os eletrodos utilizados eram descartáveis (Ag/AgCl – RedDot®, 3M Corp, EUA), apresentavam uma área de captação de 1 cm e distância entre os mesmos foi de 2 cm. De acordo com as orientações da SENIAM -

Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles (HERMENS et al., 1999) o preparo e instrumentação dos locais de posicionamento dos eletrodos foi realizada utilizando tricotomia e abrasão. Para a colocação de tais eletrodos, os participantes foram orientados a ficarem sentados em posição similar aos testes prévios. Para o VL, os eletrodos foram colocados a 2/3 da linha da espinha ilíaca anterior e a borda superior da patela (**Figura 20A**), para o VM os eletrodos foram colocados a 80% da linha entre a espinha ilíaca anterior superior e o espaço articular em frente à borda anterior do ligamento medial (**Figura 20b**) e para o RF os eletrodos foram colocados a 50% da linha da espinha ilíaca antero-superior à parte superior da patela (**Figura 20c**). O mesmo pesquisador, experiente na realização deste tipo de avaliação, posicionou todos os eletrodos. Os sinais elétricos foram captados de maneira sincronizada com o sinal do torque, ambas com frequência de amostragem de 1kHz através do software EMGLAB[®] (EMG System do Brasil, Brasil). O sinal elétrico emitido foi filtrado por um filtro passa-banda de 20-500Hz.

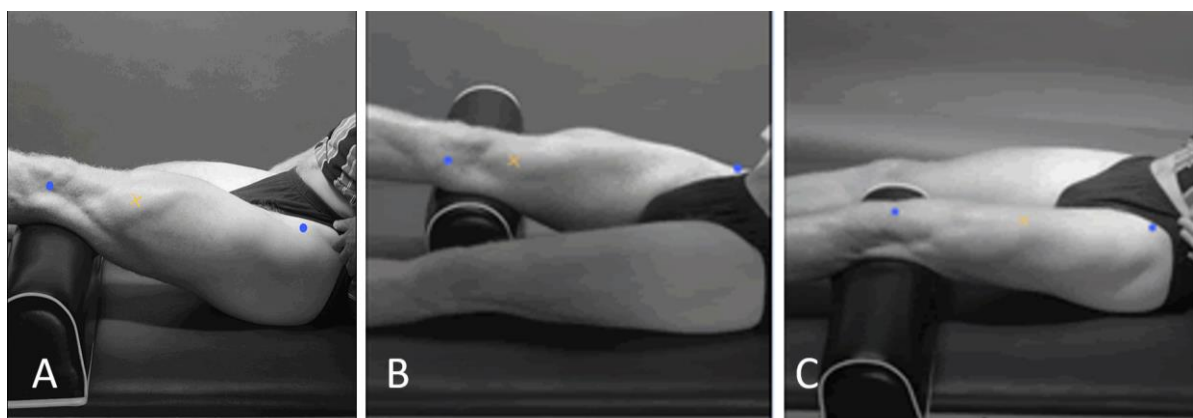


Figura 20. A Imagem de recomendação do SENIAM para localização de sensores do músculo vasto lateral, vasto medial e reto femoral. 20a) demonstra o local para colocação de eletrodos de EMG com indicação da localização e orientação do eletrodo e da postura inicial e teste clínico para registro da EMG de superfície. O x representa a posição do eletrodo 2/3 da linha da espinha ilíaca antero-superior e ao lado da patela. Fonte: Imagem produzida pelo SENIAM – http://www.seniam.org/images/SEMGlocations/UpperLegLoc06_large.gif. **20b)** local para colocação de eletrodos de EMG com indicação da localização e orientação do eletrodo e da postura inicial e teste clínico para registro da EMG de superfície. O x representa a posição do eletrodo entre a espinha ilíaca antero-superior e o espaço articular da borda do ligamento colateral medial. Fonte: Imagem produzida pelo SENIAM - http://www.seniam.org/images/SEMGlocations/UpperLegLoc05_large.gif. **20c)** demonstra o local para colocação de eletrodos de EMG com indicação da localização e orientação do eletrodo e da postura inicial e teste clínico para registro da EMG de superfície. O x representa a posição do eletrodo entre a patela e a espinha ilíaca antero-superior. Fonte: Imagem produzida pelo SENIAM - http://www.seniam.org/images/SEMGlocations/UpperLegLoc04_large.gif

4.15 Cálculo da taxa de desenvolvimento de torque

Os sinais de força adquiridos durante as CVIM foram exportados para análise destes dados *off-line*. Todos os cálculos foram realizados da maneira similar utilizando o *software Matlab*® 2014 (*Mathworks Inc.*, EUA). A TDT foi definida a partir das curvas dos testes de CVIM para as determinadas faixas temporais fixas e específicas, que são: 0-50ms, 0-100ms, 0-150ms, 0-200ms, 0-250ms (TDT₅₀, TDT₁₀₀, TDT₁₅₀, TDT₂₀₀, TDT₂₅₀, respectivamente). Todas as TDTs foram calculadas por meio da Equação 1.

$$TDT = \frac{\Delta \text{ torque}}{\Delta \text{ tempo}}$$

Equação 1

A variável tempo corresponde a 50, 100, 150, 200 e 250 ms após o início da contração e o torque corresponde a força obtida em cada fração de tempo correspondente (**Figura 21**). Ficou determinado que o início do sinal de força foi determinado pelo valor fixo de 1 Nm (MAFFIULETTI et al., 2016; LAETT et al., 2020).

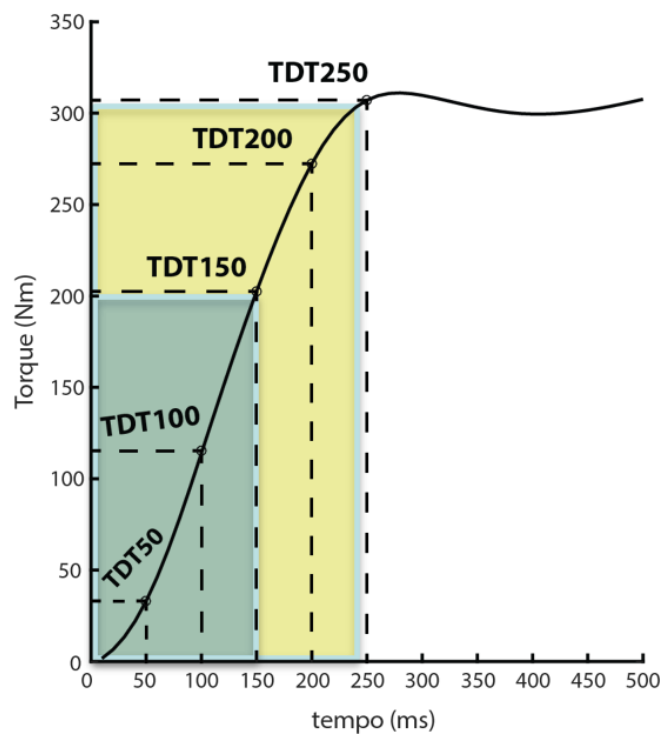


Figura 21. Curva de força-tempo de um participante obtida durante a CVIM, semelhante a utilizada neste projeto. Observamos neste gráfico a curva torque-tempo, somente os primeiros 500ms foram reproduzidos por motivos didáticos facilitando o entendimento do mesmo. Observamos as TDTs nos respectivos períodos de tempo após o início da contração máxima. A região hachurada em verde corresponde às TDTs iniciais (0 a 150 ms), e a região hachurada em amarelo corresponde às TDTs tardias (150 a 250 ms) (adaptado de Rodríguez-Rosell D, Pareja-Blanco F, Aagaard P, González-Badillo JJ. *Physiological and methodological aspects of rate of force development assessment in human skeletal muscle*. Clin Physiol Funct Imaging. 38(5):743-762. 2018)

4.16 Processamento dos sinais de eletromiografia

O mesmo avaliador experiente determinou visualmente o início da contração muscular no sinal da eletromiografia através da análise do aumento de dois desvios padrões da média do sinal de base (MAFFIULETTI et al., 2016). Após determinar este início, o sinal elétrico foi filtrado reduzindo o ruído conforme a descrição de Mello et al. (2007), o mesmo sinal foi recortado sendo assim realizada a mensuração de diferentes variáveis. Desta forma foram determinados o valor eficaz (do Inglês, *root mean square* – RMS) do período de 50 milissegundos (EMG₅₀) imediatamente anteriores ao início do sinal de força (**Figura 22**), sendo um parâmetro estimado da ativação dos músculos.

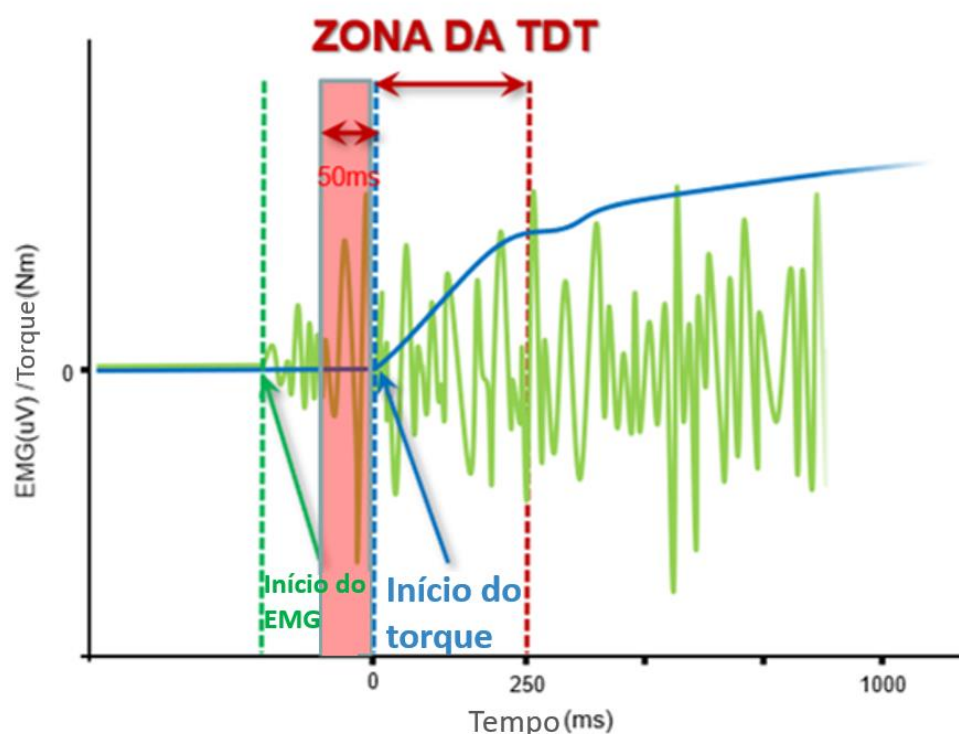


Figura 22. Representação esquemática do sinal de EMG coletado de maneira sincronizada com a produção de torque. O sinal da força ou sinal do torque está representado pelo traçado azul, enquanto o sinal eletromiográfico está representado pelo traçado verde. As linhas verticais pontilhadas representam o início do sinal de torque (torque onset) e o término da área de interesse para o estudo da TDT. A área hachurada representa os 50 ms imediatamente anteriores ao Torque onset (Acervo do autor).

4.17 Análise Estatística

Para a condução das análises os membros foram separados entre membro envolvido e o membro não-envolvido como controle. Com exceção do EVA as análises foram de acordo com o membro envolvido ($n = 10$) e o controle ($n = 8$). Foram realizadas comparações entre EVA, ADM, altura da patela, Lysholm e IKDC entre os momentos pré-operatório (Pré) e pós-operatório (Pós) para o membro envolvido. Foram realizadas comparações entre ADM, PT EXT, PT FLEX, CVIM, TDTs e EMG₅₀ do membro envolvido e o controle no Pós. Todas as comparações foram realizadas com separados testes de Mann-Whitney. O coeficiente de correlação de Spearman foi utilizado para estudar a associação entre o recrutamento voluntário muscular do quadríceps – EMG₅₀ – com a capacidade explosiva – TDT₅₀, TDT₁₀₀ e TDT₂₅₀.

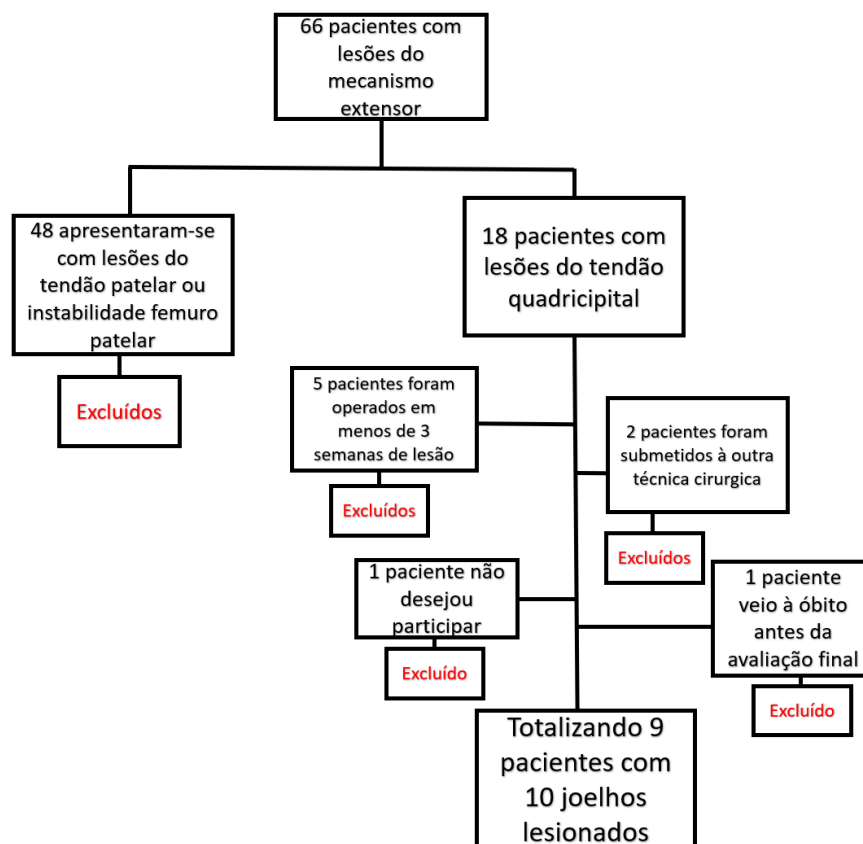
Todos os cálculos e gráficos foram realizados usando *Graphpad Prism* (*GraphPad Software Inc*, versão 5, *La Jola, CA*, EUA). O valor padrão de significância estabelecido foi de $p \leq 0,05$.

5 RESULTADOS

5.1 Participantes da Pesquisa

Foram identificados 66 pacientes operados por lesões no mecanismo extensor no Centro de Atendimento Especializado em Cirurgia do Joelho no período de janeiro de 2014 a abril de 2019 no Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia. Desta amostra inicial, 18 pacientes foram operados devido às lesões no quadríceps. Estes foram selecionados para análise de prontuário. Cinco pacientes foram excluídos do estudo por terem sido submetidos à cirurgia com menos de três semanas da lesão. Dois foram excluídos pois foram submetidos a outro tipo de técnica cirúrgica. Uma paciente faleceu cerca de um ano e seis meses após a cirurgia devido a complicações de insuficiência renal crônica e um paciente não desejou participar. Nove preencheram os critérios de inclusão sem se enquadrar nos critérios de exclusão. Destes pacientes um paciente apresentou-se com uma lesão bilateral do quadríceps sendo tratado cirurgicamente de forma simultânea, e o restante apresentou-se com lesão unilateral. Todos os pacientes do grupo com lesão unilateral não apresentavam lesões ou queixas no membro controle (**Quadro 1**).

Quadro 1. Fluxograma descritivo do recrutamento dos participantes.



Participaram do estudo um total de 9 voluntários (1 mulher e 8 homens, média $\pm$ DP - idade: $53,7 \pm 11,7$ anos; estatura: $171,3 \pm 7,2$ cm; massa corporal total: $95,9 \pm 16,9$ kg; IMC: $32,6 \pm 4,6$ kg/m²). Todos declararam ter o membro inferior direito como membro dominante. Oito dos participantes tinham o membro direito acometido, enquanto o remanescente tinha a doença bilateralmente. O tempo médio entre a lesão e cirurgia foi de 23,6 meses (8 a 48 meses). Na tabela 2 estão listadas as variáveis demográficas dos participantes, comorbidades, datas dos eventos de interesse para o presente estudo e a observação de esporão proximal na patela.

Tabela 2. Dados demográficos e relatos clínicos, comorbidades, datas dos eventos de interesse e a observação de esporão proximal na patela.

Participante	Idade	Sexo	Comorb.	Lat.	Data da Lesão	Data da Cirurgia	Tempo de lesão (meses)	Tempo entre a cirurgia e avaliação isocinética (meses)	Esporão proximal patela
1º ACO	37	F	HAS	D	14/05/2016	16/01/2017	8	36	Não
2º MC	41	M	HAS	D	01/10/2017	01/04/2019	18	10	Não
3º IMS	50	M	HAS	D	10/01/2018	19/03/2019	14	8	Não
4º GS	52	M	Ausente	D	01/10/2015	12/08/2016	10	40	Não
5º JJXS	53	M	IRC	D	16/06/2015	21/10/2016	16	37	Não
				E	16/06/2015	21/10/2016	16	38	Não
6º SRR	55	M	IRC	D	13/03/2015	15/05/2017	26	30	Não
7º RRS	59	M	IRC	D	13/08/2012	12/08/2016	48	42	Não
8º HSC	68	M	HAS, DM	D	08/06/2015	08/04/2019	46	8	Sim
9º ES	73	M	HAS, DM	D	01/02/2016	23/05/2018	27	20	Não

Hipertensão arterial sistêmica (HAS), Insuficiência Renal Crônica (IRC), Diabetes Mellitus (DM), Lateralidade (Lat.), sem registro (SR), Comorbidades (Comorb.)

5.2 Escalas de dor e funcionalidade

O EVA pré-operatório foi de $2,3 \pm 2,4$ pontos (mínimo = 0 e máximo = 7) e no pós-operatório foi de 2 ± 2 pontos (mínimo = 0 e máximo = 5) ($p = 0,07$) (**Figura 23a**). O Lysholm pré-operatório foi de $55,7 \pm 14,3$ pontos e no pós-operatório foi de $65,6 \pm 19,1$ pontos ($p = 0,21$) (**Figura 23b**). O IKDC pré-operatório foi de $30,3 \pm 9,9$ pontos e no pós-operatório foi de $43,6 \pm 12,3$ pontos ($p = 0,07$) (**Figura 23c**). Apenas um dos voluntários apresentou os dois membros com lesão. Apesar de melhoras individuais terem sido observadas não foi constatada diferença significativa para nenhuma das variáveis entre os momentos pré e pós-operatório.

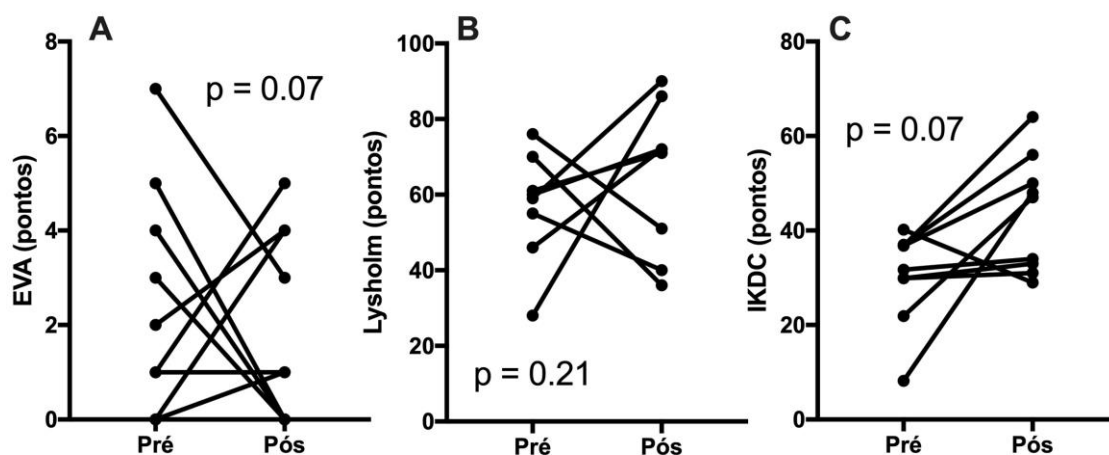


Figura 23. Escalas de dor e funcionalidade. Escala analógica visual de dor (EVA) (A). Lysholm (B). International Knee Documentation Committee (IKDC) (C). Medida realizada no momento pré-operatório (Pré). Medida realizada no momento pós-operatório (Pós).

5.3 Altura da patela, amplitude de movimento do joelho e circunferência de coxa

A altura da patela no pré-operatório foi de $0,55 \pm 0,22$ (mínimo = 0,27 e máximo = 1,0), aumentando significativamente no pós-operatório $0,77 \pm 0,17$ (mínimo = 0,48 e máximo = 1,12) (Figura 24).

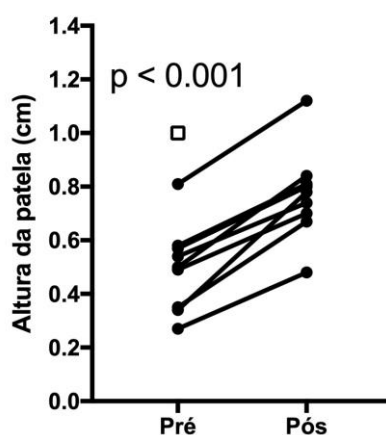


Figura 24. Altura da patela. Medida realizada no momento pré-operatório (Pré). Medida realizada no momento pós-operatório (Pós). Foi possível mensurar apenas o valor no Pré de um dos pacientes (quadrado branco).

O déficit de extensão no pré-operatório foi de $46,5 \pm 10,0^\circ$ (mínimo = 30° e máximo = 60°), reduzindo significativamente no pós-operatório todos os participantes obtiveram 0°

(Figura 25a – $p < 0,001$). A ADM de flexão no pré-operatório foi de $126,0 \pm 5,2^\circ$ (mínimo = 120° e máximo = 130°) e no pós-operatório $109,0 \pm 15,4^\circ$ (mínimo = 80° e máximo = 130°) (Figura 25b – $p = 0,004$). A ADM do joelho no pré-operatório foi de $79,5 \pm 14,2^\circ$ (mínimo = 60° e máximo = 100°), aumentando significativamente no pós-operatório para $109,0 \pm 15,4^\circ$ (mínimo = 80° e máximo = 130°) (Figura 25c – $p < 0,001$).

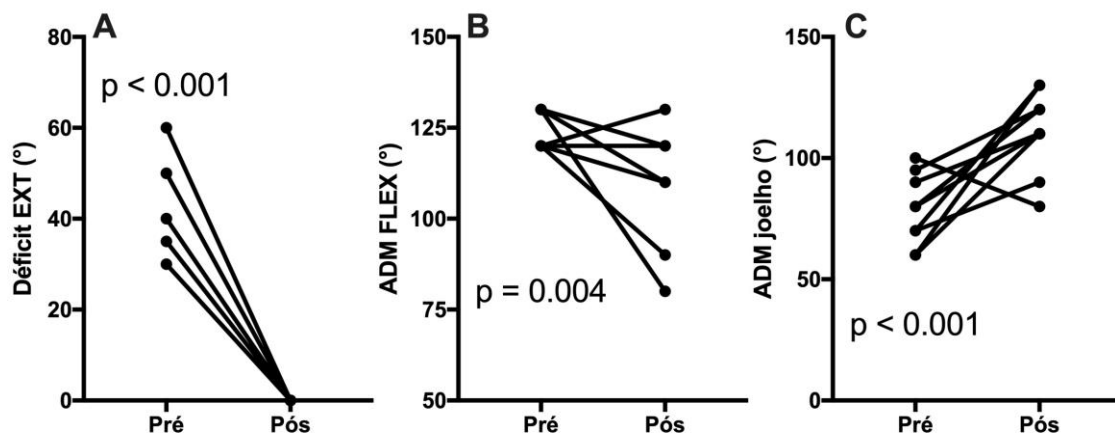


Figura 25. Déficit de Extensão, Amplitude de Movimento de Flexão e Amplitude de Movimento Total do Joelho. Extensão (EXT). Flexão (FLEX). Amplitude de movimento (ADM). Medida realizada no momento pré-operatório (Pré). Medida realizada no momento pós-operatório (Pós). Déficit de extensão do joelho (A). Amplitude de movimento para flexão ativa (B). Amplitude de movimento do joelho (C).

Não foram encontradas diferenças significativas entre o ADM do joelho no momento pós-operatório (envolvido: $111,0 \pm 16,0^\circ$ e controle: $116,3 \pm 5,2^\circ$; $p = 0,53$ – Figura 26a). Da mesma forma não foram encontradas diferenças significativas para a circunferência de coxa (envolvido: $47,01 \pm 5,2^\circ$ e controle: $50,4 \pm 6,9^\circ$; $p = 0,30$ – Figura 26b).

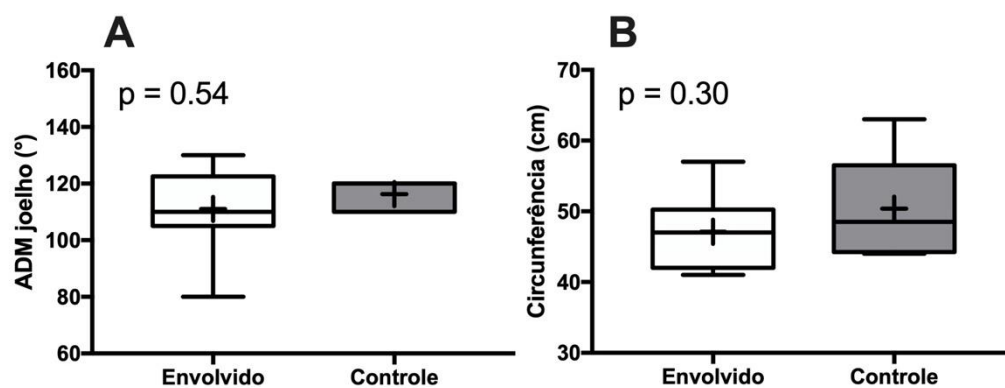


Figura 26. Amplitude de movimento do joelho e circunferência da coxa. Dados demonstrados através de boxplot de Tukey o '+' assinala o valor médio. Amplitude de movimento (ADM). (A) ADM do joelho. (B) Circunferência de coxa (cm).

5.4 Espessamento muscular do vasto lateral

Não foram encontradas diferenças significativas para o espessura muscular do VL envolvido: $0,71 \pm 0,5\%$ máx e controle: $0,9 \pm 0,6\%$ máx, $p = 0,45$ (**Figura 27**).

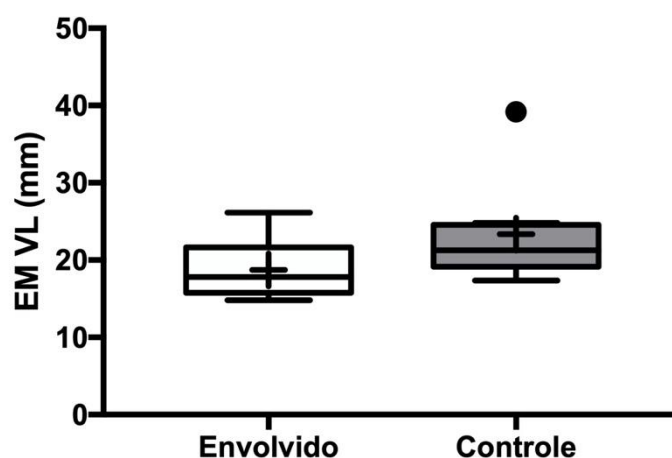


Figura 27. Espessura muscular do vasto lateral. Dados demonstrados através de *boxplot* de Tukey o '+' assinala o valor médio. Espessura muscular (EM). Vasto lateral (VL).

5.5 Força máxima e explosiva

Foram encontradas diferenças significativas para PT EXT (envolvido: $66,5 \pm 24,5$ Nm e controle: $144,0 \pm 60,1$ Nm; $p = 0,02$ – **Figura 28a**), CVIM (envolvido: $73,5 \pm 32,3$ Nm e controle: $167,1 \pm 64,5$ Nm; $p = 0,004$ – **Figura 29f**) e TDT₂₅₀ (envolvido: $231,0 \pm 109,6$ Nm/s e controle: $497,0 \pm 252,2$ Nm/s; $p = 0,03$ – **Figura 29e**). Contudo, não foram observadas diferenças significativas para PT FLEX (envolvido: $47,2 \pm 27,4$ Nm e controle: $71,4 \pm 34,5$ Nm; $p = 0,12$ – **Figura 28b**), TDT₅₀ (envolvido: $520,0 \pm 461,0$ Nm/s e controle: $544,0 \pm 554,4$ Nm/s; $p = 0,89$ – **Figura 29a**), TDT₁₀₀ (envolvido: $427,3 \pm 262,3$ Nm/s e controle: $784,0 \pm 637,7$ Nm/s; $p = 0,45$ – **Figura 29b**), TDT₁₅₀ (envolvido: $328,9 \pm 171,5$ Nm/s e controle: $615,3 \pm 376,7$ Nm/s; $p = 0,08$ – **Figura 29c**) e TDT₂₀₀ (envolvido: $272,1 \pm 137,1$ Nm/s e controle: $560,1 \pm 320,1$ Nm/s; $p = 0,06$ – **Figura 29d**).

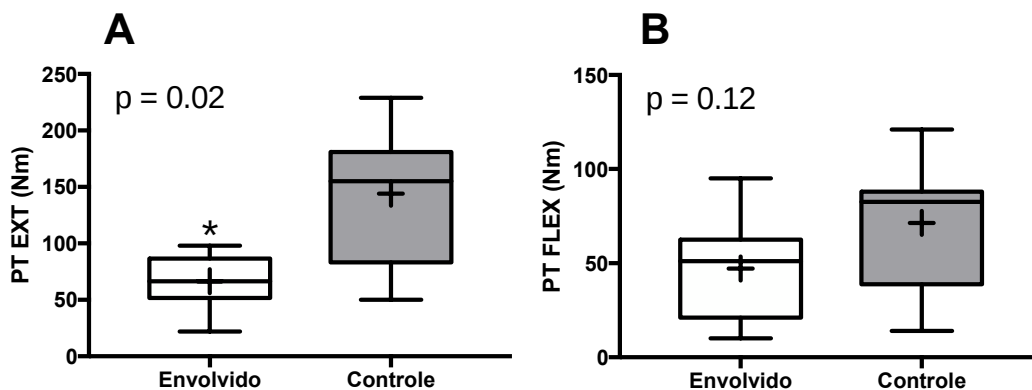


Figura 28. Força máxima isocinética de extensão e flexão do joelho. Dados demonstrados através de *boxplot* de Tukey o '+' assinala o valor médio. Pico de torque (PT). Extensão do joelho (EXT). Flexão do joelho (FLEX). (A) PT dos EXT. (B) PT dos FLEX. *diferença significativamente diferente.

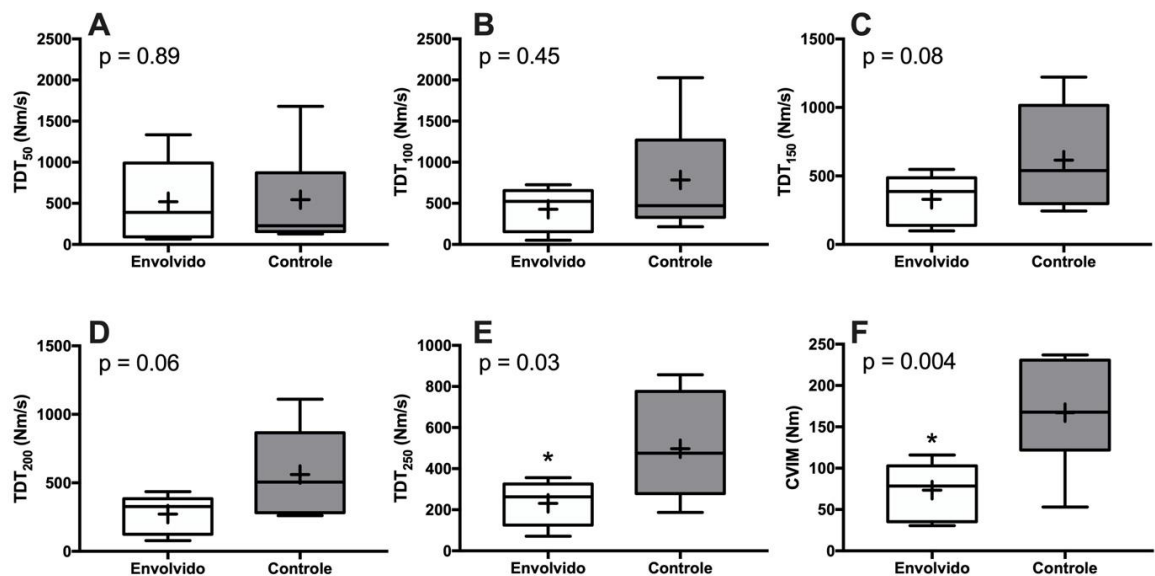


Figura 29. Força explosiva e contração voluntária isométrica máxima para extensão do joelho. Dados demonstrados através de *boxplot* de Tukey o '+' assinala o valor médio. Taxa de desenvolvimento de torque (TDT). Contração voluntária isométrica máxima (CVIM). (A) TDT₅₀ (medida em 50ms do início da contração). (B) TDT₁₀₀ (medida em 100ms do início da contração). (C) TDT₁₅₀ (medida em 150ms do início da contração). (D) TDT₂₀₀ (medida em 200ms do início da contração). (E) TDT₂₅₀ (medida em 250ms do início da contração). (F) CVIM. *diferença significativamente diferente.

5.6 Recrutamento muscular voluntário

Não foram encontradas diferenças significativas para o EMG₅₀ (envolvido: $0,71 \pm 0,5\%\text{máx}$) e controle: $0,9 \pm 0,6\%\text{máx}$; $p = 0,45$ – **Figura 30**).

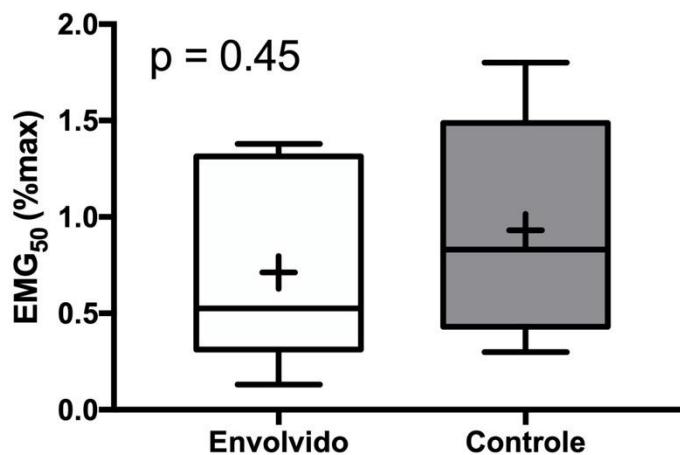


Figura 30. Recrutamento muscular voluntário. Dados demonstrados através de *boxplot* de Tukey o '+' assinala o valor médio. Recrutamento muscular voluntário medido em 50 ms antes do início do torque (EMG₅₀).

5.7 Correlação entre recrutamento muscular voluntário e força explosiva

Foi observada correlação significativas entre a TDT_{50} vs. EMG_{50} ($r = 0,80$; $p = 0,007$ – **Figura 31a**), da mesma forma para TDT_{100} vs. EMG_{50} ($r = 0,81$; $p = 0,003$ – **Figura 31b**), mas não para TDT_{250} vs. EMG_{50} ($r = 0,44$; $p = 0,20$ – **Figura 31c**).

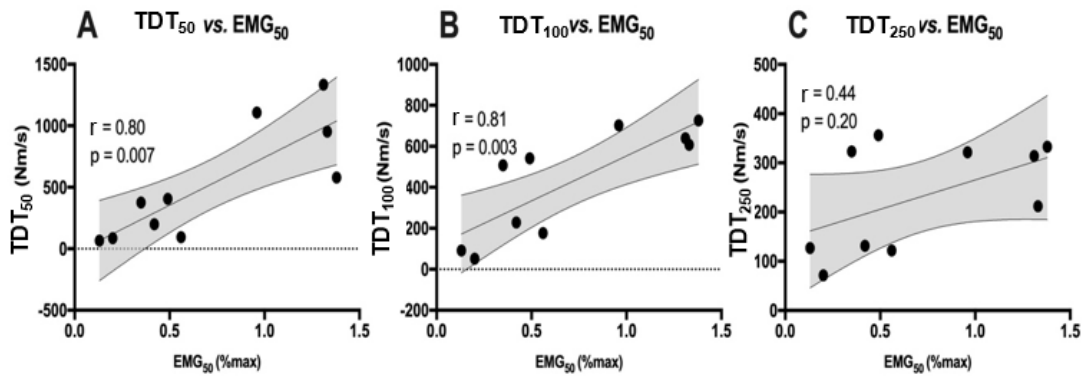


Figura 31. Gráficos de dispersão entre recrutamento muscular voluntário e força explosiva. TDT_{50} (medida em 50ms do início da contração). TDT_{100} (medida em 100ms do início da contração). TDT_{250} (medida em 250ms do início da contração). Recrutamento muscular voluntário medido em 50 ms antes do início do torque (EMG_{50}). (A) TDT_{50} vs. EMG_{50} . (B) TDT_{100} vs. EMG_{50} . (C) TDT_{250} vs. EMG_{50} .

O principal resultado deste estudo foi a redução significativa do déficit de extensão ativa do joelho no pós-operatório quando comparado com pré-operatório. De fato, todos os pacientes demonstraram a extensão ativa completa (0°) do membro operado, evidenciando a eficácia da técnica de Pulvertaft em Onda Modificada para o tratamento de rupturas crônicas do tendão quadricipital no restabelecimento da função do mecanismo extensor do joelho. Contudo, esta melhora não foi acompanhada pela dos escores funcionais e da EVA para dor. Vale frisar que um valor limítrofe de significância foi observado para EVA para dor e IKDC (ambos, $p = 0,07$), resultado da divergência da resposta dentre os pacientes acompanhados. A falta de evolução dos escores funcionais e do EVA para dor podem ser resultantes da cronicidade das lesões, dado que o período entre lesão e tratamento cirúrgico é considerado um fator extremamente relevante para um melhor desfecho clínico, sendo idealmente inferior à 3 semanas de lesão (LARSEN; LUND, 1986; ROUGRAFF; REECK; ESSENMACHER, 1996; WENZL et al., 2004; CIRIELLO et al., 2012; PENGAS et al., 2016).

Poucos trabalhos foram encontrados na literatura que avaliaram pacientes com lesões crônicas do tendão do quadríceps (SIWEK; RAO, 1981; LARSEN; LUND, 1986; ROUGRAFF et al., 1996; KONRATH et al., 1998; WENZL et al., 2004). ROUGRAFF et al. (1996), avaliaram 44 pacientes com rupturas do tendão do quadríceps, das quais 15 eram crônicas, reparadas cirurgicamente utilizando a técnica de Codvilla (SCUDERI; SCHREY, 1950) ou Scuderi (SCUDERI, 1958). Foi observado déficit de extensão ativa em 22% dos pacientes, variando de 5° à 33°. A força máxima muscular avaliada nos testes isocinéticos no estudo de ROUGRAFF, demonstrou que o lado operado apresentou 80% da força lado controle, sendo que os pacientes com lesões crônicas obtiveram os piores resultados funcionais e de força quando comparados ao grupo operado com menos de três semanas de lesão. Já SIWEK e RAO

(1981) avaliaram 67 pacientes com diferentes tipos de lesões do mecanismo extensor, sendo apenas seis pacientes com rupturas crônicas do quadríceps. Destes pacientes apenas um foi tratado com a técnica de Codivilla, sendo o demais tratados utilizando sutura trans-óssea (SCOTT, 1994) ou reparo com sutura tipo *mattress* (STEGMAN; TROMOVITCH; GLOGAU, 1982). Segundo o escore clínico desenvolvido pelos próprios autores, apenas 50% dos pacientes crônicos obtiveram resultados clínicos considerados “bom” e o restante da mostra resultados “insatisfatórios”. Tal escore era classificado em resultados “excelente”, “bom” ou “insatisfatório”. O resultado “excelente” foi definido quando o lado operado apresenta uma amplitude de movimento completa, e força do quadríceps é igual ao lado contralateral. O resultado “bom” foi definido quando a ADM do lado operado é de $0^{\circ} \times 120^{\circ}$ e o paciente apresentava força para vencer a resistência da gravidade durante uma série de 10 extensões ativas do joelho sem demonstrar fadiga. E o resultado “insuficiente” foi definido quando a ADM de extensão do lado operado menor que $0^{\circ} \times 90^{\circ}$ e demonstrar fadiga e/ou não conseguir fazer 10 extensões ativas do joelho contra a gravidade (SIWEK; RAO, 1981).

Analisando a ADM pós-operatória do nosso estudo observamos que houve uma diminuição da ADM de flexão ativa do joelho operado quando comparada ao período pré-operatório. Uma possível explicação para esta perda da flexão é que ao reinserirmos o músculo e tendão do quadríceps no polo proximal da patela, estes tecidos retraídos cronicamente podem ter gerado dificuldade da flexão, conseqüentemente, déficit de flexão observado. Porém, é interessante notar, que quando comparamos no período pós-operatório a amplitude de movimento total do membro operado ao lado controle não houve diferença significância, ou seja, a perda da ADM de flexão não repercutiu na amplitude total final da articulação do joelho. Vale ressaltar que nenhum dos pacientes avaliados neste presente estudo demonstrou déficit de extensão ativa no período pós-operatório, um déficit relativamente comum após o tratamento cirúrgico de lesões crônicas do tendão quadricipital (ROUGRAFF; REECK;

ESSENMACHER, 1996; KONRATH et al., 1998; WENZL et al., 2004; CIRIELLO et al., 2012; PENGAS et al., 2016).

A ruptura do tendão quadricipital ocorre em decorrência de um mecanismo de trauma envolvendo súbita ação excêntrica do quadríceps, como ao tentar equilibrar-se durante uma queda da própria altura ou quando uma excessiva carga é aplicada subitamente na perna com o joelho mantido em extensão máxima (0°) (SCUDERI, 1958). Tem sido proposto que as rupturas do tendão quadricipital estão associadas com algumas comorbidades – insuficiência renal crônica, hiperparatireoidismo, diabetes mellitus, gota, pseudogota, artrite reumatóide, lúpus eritematoso sistêmico, obesidade e uso prolongado de substâncias como esteróides – que levam a alterações histológicas prévias na estrutura do tendão (BHOLE; FLYNN; MARBURY, 1985; RIBBANS; ANGUS, 1989; SHAH, 2002; CIRIELLO et al. 2012; SARAGAGLIA; PISON; RUBENS-DUVAL, 2013; LANG et al., 2017; MYERS; GLAZIER; TAYLOR, 2020). Tais alterações histológicas se apresentam como microlesões degenerativas, podendo ser geradas por degeneração mixóide, infiltração de tecido adiposo no tecido tendinoso e alterações da quantidade e do tipo da micro estrutura do colágeno presente no tendão quadricipital, esclerose e calcificação tendinosa também foram observadas (BHOLE; FLYNN; MARBURY, 1985; RIBBANS; ANGUS, 1989).

Em nossa amostra a insuficiência renal crônica foi a segunda comorbidade mais prevalente (33% dos participantes, **Tabela 2**). Diversos estudos relatam ruptura espontânea do tendão quadricipital em pacientes acometidos por insuficiência renal crônica (PROVELEGIOS et al., 1991; MURATLI et al., 2005; RYSAVY; WOZNIK; ARUN, 2005; KIM et al., 2006; ARTAN; BASGOZE, 2015). Também é relatado na literatura, um número considerável de relatos de caso descrevendo ruptura bilateral do tendão quadricipital e em alguns estudos ruptura do tendão quadricipital em um membro e ruptura do tendão patelar no contralateral (PROVELEGIOS et al., 1991; MURATLI et al., 2005; RYSAVY; WOZNIK; ARUN, 2005;

KIM et al., 2006; LEE et al., 2011; KIM et al., 2012; GAO; YANG; SHI, 2013; MALTA et al., 2014; ARTAN; BASGOZE, 2015; LIM; LANDON; CHANG, 2016; LAMBERTI et al., 2019; WU et al., 2019). Vale ressaltar que dois pacientes da nossa amostra tinham ruptura bilateral do tendão quadricipital, juntamente com o quadro de insuficiência renal crônica grave, com necessidade de hemodiálise (um deles faleceu antes da avaliação final, sendo excluído dos resultados finais).

Apesar da presença de osteófitos no polo proximal da patela ser mais comumente observada em decorrência de osteoartrite, estando associada com dor anterior no joelho (SWAMY et al., 2012) esta proeminência óssea também já foi observada em pacientes com lesão do tendão quadricipital (HARDY et al., 2005; ELLANTI et al., 2015; PAGLIARI et al., 2019). Anteriormente, foi observada associação da presença de osteófitos no polo proximal da patela com o maior risco para lesão do tendão quadricipital, sugerindo que estes osteófitos causariam microrrupturas intermitentemente de maneira crônica no tendão durante a cinemática natural de flexo-extensão do joelho (HARDY et al., 2005; ELLANTI et al., 2015; PAGLIARI et al., 2019). HARDY et al. (2005) avaliaram 29 pacientes com lesões do quadríceps, sendo que 23 (79% dos pacientes) destes apresentavam esporão ou osteófito proximal da patela (HARDY et al. 2005). Já ELLANTI et al. (2015) compararam os dados obtidos de radiográficas de 23 pacientes operados por rupturas do tendão do quadríceps (apenas uma crônica) com um grupo controle sem lesões, equiparados por idade e sexo. Foi observado que 19% dos indivíduos do grupo controle tinham osteófitos proximais na patela, enquanto no grupo de pacientes com lesão do tendão quadricipital a prevalência foi de 62% (ELLANTI et al., 2015). Recentemente, PAGLIARI et al. (2019) descreveram um relato de caso de ruptura bilateral do tendão do quadríceps associado a osteófito proximal da patela em um paciente do sexo masculino, com 62 anos de idade, obeso e asmático, sem demais comorbidades. O paciente foi operado rapidamente através de sutura trans-óssea evoluindo de forma satisfatória com 10 meses de

evolução, apresentando na ocasião da avaliação um escore de Lysholm (direito = 88 e esquerdo = 94) (PAGLIARI et al., 2019). Apesar de amplo relato, nós observamos a presença de osteófitos apenas em um dos joelhos avaliados (10% da amostra).

A faixa etária média da nossa casuística foi de 53,7 anos, sendo necessário destacar que as lesões do tendão quadricipital são mais comuns em pacientes com idade superior a 40 anos (CIRIELLO et al. 2012). Recentemente, ELLANTI et al. (2016) estudaram os resultados clínicos de 32 pacientes submetidos ao tratamento cirúrgico da lesão do quadríceps, dos quais apenas seis possuíam idade superior a 80 anos. Destes seis pacientes, somente um possuía doenças crônicas (gota e insuficiência renal crônica) que predispuessem a lesão do tendão quadricipital. Nenhum paciente do estudo apresentou ruptura bilateral e todos os pacientes foram operados com até três dias de lesão. Apesar da idade elevada dos pacientes avaliados estes demonstraram resultados considerados bons (Lysholm = 84,8 em 100 e Rougraff = 21,3 em 25) no pós-operatório (média de 54 meses). Em quatro dos pacientes foi utilizado a sutura trans-óssea e em dois foi utilizada sutura término-terminal. Este estudo corrobora o bom resultado do tratamento cirúrgico das rupturas do tendão do quadríceps operadas em um curto período de tempo, demonstrando que o fator tempo pode influenciar diretamente no resultado clínico (ELLANTI et al., 2016).

O escore clínico de Lysholm é comumente utilizado em estudos que avaliam rupturas do mecanismo extensor (KONRATH et al., 1998; WENZL et al., 2004; WEST et al., 2008). O escore IKDC e o de Lysholm são indicados também para pacientes que se apresentam com rupturas ligamentares, lesões meniscais e condrais no joelho (HEFTI; MULLER, 1993; COX et al., 2014; TIRICO et al., 2018). Ambos questionam aos pacientes elementos que são importantes para a demanda física das atividades diárias dos pacientes, como a capacidade para subir escadas, agachar-se e a dor presente no joelho acometido (PECCIN; CICONELLI;

COHEN, 2006; METSAVAHT et al., 2010; COLLINS et al., 2011). Desta forma optamos por utilizar estes escores na avaliação clínica do nosso estudo.

Apesar de amplamente utilizada nos estudos ortopédicos, poucos estudos avaliaram a força máxima de extensão dos pacientes após reconstrução do tendão quadricipital (ROUGRAFF et al., 1996; KONRATH et al., 1998; WENZL et al., 2004; WEST et al., 2008). Nós encontramos diferença significativa da força máxima de extensão isocinética entre os membros em nossa casuística (diferença média 46,2%), diferença que não foi acompanhada pelos flexores de joelho. Também foi observada diferença significativa entre os membros na análise da CVIM (média 43,9%). KONRATH et al. (1998) avaliaram os resultados clínicos de 40 pacientes, com 51 lesões de quadríceps, dos quais seis apresentavam lesões crônicas. A média do escore de Lysholm foi de 87 pontos, e 84% dos pacientes conseguiram retornar às suas atividades laborativas prévias. Na avaliação isocinética 32% dos pacientes demonstram déficit de força máxima ($> 20\%$) quando comparada ao membro contralateral na avaliação isocinética à $180^\circ/\text{s}$, enquanto, 53% dos pacientes apresentaram um déficit de força máxima ($> 20\%$) no teste em $60^\circ/\text{s}$ (KONRATH et al., 1998). WENZL et al. (2004), avaliaram 29 pacientes, com 30 lesões quadricipitais, estes apresentaram um escore médio de Lysholm de 96 pontos. É interessante notar que os três pacientes crônicos da casuística foram os que apresentaram os escores menores (46, 50 e 81 pontos). A avaliação de força isocinética ($60^\circ/\text{s}$) foi realizada em 28 pacientes e 18 destes apresentaram déficits de força ($> 20\%$) em comparação ao membro contralateral. Os autores observaram resultados melhores ao analisarem a avaliação de força máxima à $180^\circ/\text{s}$ com 21 pacientes apresentando déficit ($< 20\%$) em comparação ao lado contralateral (WENZL et al., 2004). WEST et al. (2008) realizaram um estudo avaliando o tratamento cirúrgico de pacientes com lesões do tendão do quadríceps e do tendão patelar associando ao tratamento uma etapa final do tratamento cirúrgico chamada pelos autores de *relaxing suture*. Com esta técnica os autores demonstraram que a imobilização por 6 semanas

pode não ser necessária, eliminando os malefícios da imobilização por 4 a 6 semanas pós-operatória. Neste mesmo estudo os autores avaliaram 50 pacientes, dos quais 20 possuíam lesões do tendão quadricipital, operadas com menos de 3 semanas de lesão. Os resultados da análise isocinética, realizada em 23 pacientes com 12 meses de pós-operatório, ao comparar o lado operado com o lado controle, indicaram déficit médio do quadríceps na avaliação de força máxima de 60°/s de 35% e na avaliação em alta velocidade 240°/s de 38,8% (WEST et al., 2008).

Para o melhor do nosso conhecimento nosso trabalho foi o primeiro a avaliar a força explosiva de pacientes após a reconstrução do tendão do quadríceps. A análise das TDTs vem sendo pesquisada principalmente em estudos que avaliam pós-operatório de pacientes submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior e artroplastia total de joelho (MAFFIULIETTI et al., 2010; SUEYOSHI et al., 2017). De maneira interessante, as TDTs iniciais (50, 100 e 150 ms) não apresentaram diferença significativa entre o membro operado e o controle. Já as TDTs tardias (200 e 250 ms) tenderam ou apresentaram diferenças significativas entre os membros. Esses dados sugerem que a técnica cirúrgica utilizada nestes mostrou-se eficaz para equiparar a força explosiva inicial entre os membros, algo relevante do ponto de vista funcional dado que a maioria das atividades motoras e/ou laborais realizadas no dia a dia, como subir e descer escadas, se levantar da cadeira, manter a estabilidade dinâmica articular e andar ocorrem em frações de tempo inferiores a 150 ms (SUETTA et al., 2004; PIJNAPPELS et al., 2005; NYLAND et al., 2007). Tillin e colaboradores correlacionaram positivamente o recrutamento muscular voluntário, que é gerada antes do início do torque, em atletas de alta performance com as TDTs iniciais (TDT₅₀ ao TDT₁₅₀). Observando que o EMG₅₀ quando elevado está associado à maiores TDTs nestas faixas temporais (TILLIN et al., 2010). Outros autores já haviam confirmado essa correlação (DE RUITER et al., 2004), sendo corroborada em um estudo de revisão recente (MAFFIULETTI et al., 2016). Nossos resultados

corroboram aos anteriores, mostrando essa correlação, observando que as TDT iniciais foram positivamente correlacionadas à maiores valores na EMG₅₀, verificando que um maior recrutamento muscular gera maiores TDT iniciais. Nota-se que a EMG₅₀ comparada entre os membros no período pós-operatório foi similar, não havendo diferenças com significância estatística entre as mesmas, apresentando uma capacidade de recrutamento muscular preservada no membro operado.

O tempo decorrente entre a cirurgia realizada e a análise isocinética e funcional do nosso estudo variou entre 8 a 42 meses. Tempo similar ao observado na literatura, WENZL e colaboradores realizaram tais análises a partir do 7º mês de pós-operatório. Os trabalhos de WEST e KONRATH iniciaram as avaliações pós-operatórias à partir do 12º e 13º mês de pós-operatório respectivamente, enquanto RAMSEIER e colaboradores iniciaram aos 24 meses de pós-operatório (KONRATH et al., 1998; WENZL et al., 2004; RAMSEIER et al., 2006; WEST et al., 2008). Em um acompanhamento mais longo podemos observar possíveis desfechos clínicos não visualizados no nosso estudo. Como melhora na amplitude da flexão, e um aumento da força do lado operado ao longo do tempo, por exemplo. Portanto, sugerimos que em próximos estudos sejam analisadas lesões crônicas do tendão quadricipital com um maior tempo de acompanhamento longitudinal.

Estudos recentes correlacionaram positivamente a espessura muscular às TDTs tardias (ZARAS et al., 2016; WAGLE et al., 2017; CORATELLA et al., 2020). Na análise da espessura muscular derivada de imagens do ultrassom avaliadas no presente estudo, observamos que o VL do membro operado apresentou uma de espessura similar à do membro controle. O VL representa a maior porção do quadríceps (~33% do volume total), portanto, esse resultado é um indicativo que a massa muscular do quadríceps de ambos os membros são similares. Inferindo desta forma que no período pós-operatório avaliado, não houve uma hipotrofia significativa do VL quando comparado ao lado controle. De maneira especulativa podemos extrapolar que não

existiu diferença nos demais músculos do quadríceps devido a similaridade de circunferências das coxas. Contudo, ressalvas devem ser consideradas que a análise de circunferência não desconsidera o volume de outros tecidos como a gordura subcutânea.

Tem sido sugerido que a patela baixa pode estar associada com resultados clínicos e funcionais inferiores (APARICIO et al., 1997; ROGERS et al., 2006; GRACITELLI et al., 2012). Na casuística de WENZL et al. (2004) somente um paciente do grupo de lesão crônica do tendão quadricipital apresentou-se com patela baixa e menor ADM do joelho. WEST et al. (2008) não encontraram nenhum paciente com patela baixa na população de pacientes operados em menos de três semanas após lesão. Já LARSEN et al. (1986) associou a patela baixa de dois pacientes com lesão crônica do tendão quadricipital com resultados insatisfatórios. No nosso estudo devido à cronicidade das lesões a ausência do tendão quadricipital atuante no polo proximal da patela, as mesmas estavam retraídas para distal por um longo período (média de 23,6 meses), quando considerado o índice de Insall-Salvati (INSALL; SALVATI, 1971) nossos pacientes demonstraram diferença significativa da altura patelar entre os momentos pré e pós-operatório. Tal aumento foi observado em todos os participantes, permanecendo com a altura patelar média final 0,03 pontos abaixo do limite inferior da normalidade considerado pelo índice (INSALL; SALVATI, 1971), obtendo assim, na maioria dos pacientes uma altura patelar final próxima ao considerado normal.

A técnica cirúrgica utilizada e descrita neste estudo foi uma modificação da técnica cirúrgica descrita por ALAIA e colaboradores (2016), a técnica de Pulvertaft em Onda utilizando âncoras ósseas para realizar a tenorrafia final da porção central do tendão quadricipital e o uso do aloenxerto. Ao avaliarmos a literatura pesquisada, quando comparamos a sutura trans-óssea com tenorrafia com âncoras ósseas, observamos que a sutura trans-óssea é o padrão ouro para o tratamento das lesões agudas (KONRATH et al., 1998; ILAN et al., 2003; LIGHTHART et al., 2008; CIRIELLO et al., 2012). Diversos estudos recentes vêm

demonstrando que a utilização de âncoras substituindo a sutura trans-óssea apresentam resultados similares, com vantagens importantes como um menor tempo cirúrgico e acessos cirúrgicos menores (LIGHTHART et al., 2008; PETRI et al., 2015; SHERMAN et al., 2016). Contudo, a técnica cirúrgica utilizando âncoras para realização da sutura entre o coto do tendão quadricipital e o polo proximal da patela é consideravelmente mais onerosa do que a sutura trans-óssea (COLOMBELLI et al., 2019). Já para a realização do túnel trans-ósseo não existe a necessidade de custos com implantes, além da referida técnica ser considerada pela literatura médica como a técnica padrão ouro para este tipo de cirurgia (MAFFULLI; WONG; 2003; CIRIELLO et al., 2012). A segunda modificação realizada pelo nosso grupo foi a utilização do autoenxerto do tendão semitendíneo para a realização desta etapa da técnica cirúrgica, ao invés do aloenxerto proposto. O autoenxerto além de fácil acesso cirúrgico para obtenção, é retirado no mesmo ato cirúrgico em procedimento comumente realizado por cirurgiões especialistas em cirurgia do joelho. Apresenta também importantes vantagens biológicas, aumentando teoricamente à chance de cicatrização e do índice do sucesso da cirurgia (VAN DER BRACHT; VERDONK; STUYTS, 2009). Além disso, reduz o risco de potencial de transmissão de doenças infecciosas inerentes ao procedimento com o aloenxerto (MALETIS et al., 2013).

Uma das limitações observada neste trabalho científico refere-se ao tamanho da amostra. Foram avaliados apenas nove pacientes com dez joelhos acometidos. Uma casuística maior deve ser avaliada, e se possível correlacionada com outra técnica cirúrgica que tenha resultados similares com a nossa, como a técnica de Alaia por exemplo. No entanto, vale ressaltar que devido à raridade das lesões crônicas do quadríceps, amostras maiores são escassas nos estudos pesquisados. Nota-se que o presente estudo representa a segunda maior amostra de pacientes com lesões crônicas do quadríceps encontrado na literatura avaliada. Estudos futuros podem focar em maiores casuísticas e se possível comparar diferentes técnicas cirúrgicas para o tratamento de lesões crônicas. Outra limitação encontrada na nossa análise é a diferença na

faixa etária dos participantes, com uma média de idade de 53,7 anos variando entre 37 a 73 anos. Esta diferença é um fator confundidor na análise isocinética realizada entre os participantes e por isso ressaltamos a importância de utilizarmos como controle o membro não acometido dos participantes. O tempo entre a cirurgia e avaliação também pode ser considerado um fator limitante, devido ao desenho do estudo proposto, coorte retrospectiva de braço único, a análise isocinética pós-operatória foi realizada à partir do 8º mês de pós-operatório, sendo o participante avaliado com o maior tempo entre a cirurgia e a análise com 42 meses de pós-operatório. Conforme ressaltado acima tais diferenças foram similares em estudos prévios, porém recomenda-se em um estudo futuro padronizar a análise isocinética dos pacientes em um mesmo período temporal, como no 12º mês de pós-operatório por exemplo.

7 CONCLUSÃO

A técnica de reconstrução de Pulvertaft em onda modificada foi capaz de reestabelecer a extensão ativa do membro operado em todos os pacientes avaliados. A amplitude de movimento do joelho foi similar entre o membro operado e o controle no período pós-operatório. Percebemos também que houve uma tendência de melhora nos resultados dos escores clínicos avaliados. A altura patelar, extremamente baixa no período pré-operatório, aumentou em todos os casos, ficando próxima do limite inferior da faixa de pontuação normal. Não observamos diferenças entre a espessura muscular do vasto lateral entre os membros no período pós-operatório, sugerindo que não existiu hipotrofia muscular. Além disso, a força muscular do quadríceps, conforme avaliado pela TDT nas faixas iniciais de tempo, foi equiparada a do lado operado de forma similar ao lado controle. Nestas faixas temporais exercemos a força muscular utilizada para realizarmos a maioria das atividades cotidianas. Desta forma, concluímos que a técnica cirúrgica avaliada apresentou resultados funcionais e

isocinéticos que se aproximam ao lado controle, podendo ser uma opção de tratamento cirúrgico para pacientes que apresentam lesões crônicas do tendão quadricipital com retração proximal do mesmo.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAGAARD P, SIMONSEN EB, ANDERSEN JL, MAGNUSSON P, DYHRE-POULSEN P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *J Appl Physiol*. 93:1318–1326. 2002

ALAIA MJ, KAPLAN DJ, RYAN WE JR, WEINBERG ME, GONZALEZ-LOMAS G, STRAUSS EJ, JAZRAWI LM. Chronic quadriceps tendon reconstruction. Presented at the Annual Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, Orlando, FL, Mar. 2016

ALONSO N, MASSENBURG BB, GALLI R, SOBRADO L, BIROLINI D. Surgery in Brazilian Health Care: funding and physician distribution. *Rev Col Bras Cir*.44(2):202-207. 2017

ANDERSEN LL, AAGAARD P. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *Eur J Appl Physiol* 96:46–52. 2006

ANDRIKOULA S, TOKIS A, VASILADIS HS, GEORGOULIS A. The extensor mechanism of the knee joint: an anatomical study. *Knee Surg Sports TraumatolArthrosc*; 14(3):214-20. 2006

APARICIO G, ABRIL JC, CALVO E, ALVAREZ L. Radiologic study of patellar height in Osgood-Schlatter disease. *J Pediatr Orthop*;17(1):63-6. 1997

ARTAN AS, BASGOZE B. Bilateral quadriceps tendon rupture in a hemodialysis patient. *Clin Exp Nephrol*;19:755–6. 2015

ASTUR DC, OLIVEIRA SG, BADRA R, ARLIANI GG, KALEKA CC, JALIKJIAN W, GOLANÓ P, COHEN M. Updating of the anatomy of the extensor mechanism of the knee using a three-dimensional viewing technique. *Rev Bras Ortop.*;46(5):490–494. Sep-Oct, 2011

BIANCHI S, ZWASS A, ABDELWAHAB IF, BANDERALI A. Diagnosis of tears of the quadriceps tendon of the knee: value of sonography. *AJR Am J Roentgenol* 162(5):1137–1140. 1994

BEHRENDT C, ZALUSKI A, ALBUQUERQUE RP, SOUSA EB, CAVANELLAS N. Comparative evaluation of patellar height methods in the Brazilian population. 2016. *Revista Brasileira de Ortopedia*. Vol. 51, Issue 1, Pages 53-57. January–February 2016

BHOLE R, FLYNN JC, MARBURY TC. Quadriceps tendon ruptures in uremia. *Clinical Orthopaedics and Related Research* ;195:200–6. 1985

BLACKBURNE JS, PEEL TE. A new method of measuring patellar height. *J Bone Joint Surg Br*; 59(2):241-242. 1977

BRANCACCIO P, LIMONGELLI FM, D'APONTE A, NARICI M, MAFFULLI N. Changes in skeletal muscle architecture following a cycloergometer test to exhaustion in athletes. *J Sci Med Sport* 11(6):538–541. 2008

CATON J, DESCHAMPS G, CHAMBAT P, LERAT JL, DEJOUR H. Les rotules basses. A propos de 128 observations [Patella infera. Apropos of 128 cases]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*;68(5):317-325. 1982

CANALE T.S. *Campbell's Orthopaedics Operative*. 13^a Ed., Vol.3, Chap. 48-Traumatic Disorders pg 2439. 2017

CHAUHAN B, HAMZEH MA, CUESTA-VARGAS AI. Prediction of muscular architecture of the rectus femoris and vastus lateralis from EMG during isometric contractions in soccer players. Springerplus. 2013;2:548. 18 Oct 2013.

CIRIELLO V, GUDIPATI S, TOSOUNIDIS T, SOUCACOS PN, GIANNOUDIS PV. Clinical outcomes after repair of quadriceps tendon rupture: A systematic review. Injury, Volume 43, Issue 11, 1931 – 1938. 2012

CLAYTON RA, COURT-BROWN CM. The epidemiology of musculoskeletal tendinous and ligamentous injuries. Injury. 39:1338-1344. 2008

COLLINS NJ, MISRA D, FELSON DT, CROSSLEY KM, ROOS EM. Measures of knee function: international knee documentation committee (IKDC) subjective knee evaluation form, knee injury and osteoarthritis outcome score (KOOS), knee injury and osteoarthritis outcome score physical function short form (KOOS-PS), knee outcome survey activities of daily living scale (KOS-ADL), Lysholm Knee Scoring Scale, Oxford Knee Score (OKS), Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), Activity Rating Scale (ARS), and Tegner Activity Score (TAS). *Arthritis care & research*, 63(S11), S208-S228. 2011

COLOMBELLI A, POLIDORO F, GUERRA G, BELLUATI A. Patellar and quadriceps tendons acute repair with suture anchors. Acta Biomed; Vol. 90, Supplement 1: 209-213. 2019

CORATELLA G, LONGO S, BORELLI M, DORIA C, CÈ E, ESPOSITO F. Vastus intermedius muscle architecture predicts the late phase of the knee extension rate of force development in recreationally resistance-trained men. Journal of Science and Medicine in Sport; v.6, 2020

COX CL, HUSTON LJ, DUNN WR, REINKE EK, NWOSU SK, PARKER RD, WRIGHT RW, KAEDING CC, MARX RG, AMENDOLA A, MCCARTY EC, SPINDLER KP. Are articular cartilage lesions and meniscus tears predictive of IKDC, KOOS, and Marx activity

level outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction? A 6-year multicenter cohort study. *Am J Sports Med.* 42(5):1058-67. 2014.

CROCK HV. The arterial supply and venous drainage of the bones of the human knee joint. *Anat Rec*;144: 199–217. 1962

DE RUITER CJ, KOOISTRA RD, PAALMAN MI, DE HAAN A. Initial phase of maximal voluntary and electrically stimulated knee extension torque development at different knee angles. *J Appl Physiol.* 97(5):1693–701. 2004

DEOPUJARI S, KIEL J. Knee Extensor Mechanism Injuries. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020

DIERMEIER T, TISHERMAN R, HUGHES J, TULMAN M, BAUM COFFEY E, FINK C, LYNCH A, FU FH, MUSAHL V. Quadriceps tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020 Feb 18.

ELLANTI P, MORIARTY A, WAINBERG N, FHOGHLU CN, MCCARTHY T. Association between patella spurs and quadriceps tendon ruptures. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal* 88;5 (2):88-91. 2015

ELLANTI P, MORIARTY A, NAGLE M, MCCARTHY T. Outcomes after quadriceps tendon repair in patients over 80 years of age. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*;6 (2):224-227. 2016

FARIA JLR, MATOS MB, COBRA HAAB, CAVANELLAS N, SOUSA EB, BARRETTO JM, GUIMARÃES JM. Surgical Treatment of Chronic Rupture of the Quadriceps Using a Modified Pulvertaft Weave Technique. *Arthrosc Tech* ;8(10):e1163–e1169. 2019

FLAUNDRY F, HOMMEL G. Normal Anatomy and Biomechanics of the Knee. *Sports Med Arthrosc Rev.* 19(2):82-92. June 2011

FUKUNAGA T, KAWAKAMI Y, KUNO S, FUNATO K, FUKASHIRO S. Muscle architecture and function in humans. *J Appl Biomech* 30(5):457–463. 1997

GAO MF, YANG HL, SHI WD. Simultaneous bilateral quadriceps tendo rupture in a patient with hyperparathyroidism undergoing long-term haemodialysis: a case report and literature review. *J Int Med Res* ;41:1378–83. 2013

GRACITELLI GC, PIERAMI R, TONELLI TA, FALÓTICO GG, SILVA FD, NAKAMA GY, FRANCIOZI CES, QUEIROZ AAB, CARNEIRO FILHO M. Assessment of patellar height measurement methods from digital radiography. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 47(2), 210-213. 2012

HARDY JRW, CHIMUTENGWENDE-GORDON M, BAKAR I. Rupture of the quadriceps tendon an association with a patellar spur. *Bone Joint Surg [Br]*;87-B:1361-3. 2005

HEFTI F, MÜLLER W. Current state of evaluation of knee ligament lesions. The new IKDC knee evaluation form . *Orthopade*. 22(6):351-362. 1993

HERMENS HJ, FRERIKS B, DISSELHORST-KLUG C, RAU G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol*;10(5):361-374. 2000

HEYDE CE, MAHLFELD K, STAHEL PF, KAYSER R. Ultrasonography as a reliable diagnostic tool in old quadriceps tendo ruptures: a prospective multicentre study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 13(7):564–568. 2005

HIRSCHMANN MT, MÜLLER W. Complex function of the knee joint: the current understanding of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*.;23(10):2780–2788. 2015

HORNER G, DELLON AL. Innervation of the human knee joint and implications for surgery. *Clin Orthop Relat Res* (301): 221–226. 1994

HUBERTI HH, HAYES WC, STONE JL, SHYBUT GT. Force ratios in the quadriceps tendon and ligamentum patellae *J Orthop Res*;2(1):49–54. 1984

IBOUNIG T, SIMONS TA. Etiology, Diagnosis and Treatment of Tendinous Knee Extensor Mechanism Injuries. *Scand J Surg* ;105(2):67-72. Jun 2016

- ILAN DI, TEJWANI N, KESCHNER M, LEIBMAN M. Quadriceps tendon rupture. *J Am Acad Orthop Surg* ;11:192-200. 2003
- INSALL J, SALVATI E. Patella position in the normal knee joint. *Radiology*.; 101(1):101–4. 1971
- JENSEN MP, KAROLY P, BRAVER S. The measurement of clinical pain intensity: a comparison of six methods. *Pain*; 27:117-26. 1986
- KELLERSMANN R, BLATTERT TR, WECKBACH A. Bilateral patellar tendon rupture without predisposing systemic disease or steroid use: a case report and review of the literature. *ArchOrthop Trauma Surg*;125(2):127–33. March, 2005
- KIM YH, SHAFI M, LEE YS, KIM JY, KIM WY, HAN CW. Spontaneous and simultaneous rupture of both quadriceps tendons in a patient with chronic renal failure. A case studied by MRI both preoperatively and postoperatively. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*; 14(1):55-9. 2006
- KIM BS, KIM YW, SONG EK, SEON JK, KANG KD, KIM HN. Simultaneous bilateral quadriceps tendon rupture in a patient with chronic renal failure. *Knee Surg Relat Res* ;24:56–9. 2012.
- KIMURA K, TAKAHASHI YM. articularis genus. Observations on arrangement and consideration of function. *Surg Radiol Anat*. 9(3):231–239. 1987
- KLIMSTRA M, DOWLING J, DURKIN JL. The effect of ultrasound probe orientation on muscle architecture measurement. *J Electromyogr Kinesiol* 17(4):504–505. 14. 2007
- KONRATH GA, CHEN D, LOCK T, GOITZ HT, WATSON JT, MOED BR, D'AMBROSIO G. Outcomes following repair of quadriceps tendon ruptures. *Journal of Orthopaedic Trauma*;12:273–9. 1998

LAETT CT, COSSICH V, GOES RA, GAVILÃO U, RITES A, OLIVEIRA CGD. Relationship between vastus lateralis muscle ultrasound echography, knee extensors rate of torque development, and jump height in professional soccer athletes. *Sport Sci Health*. 2020

LAMBERTI A, LOCONTE F, SPINARELLI A, BALDINI A. Bilateral Extensor Mechanism Allograft Reconstruction for Chronic Spontaneous Rupture: A Case Report and Review of the Literature. *JBJS Case Connect* ;9(2):e0058. 2019

LANG TR, COOK J, RIO E, GAIDA JE. What tendon pathology is seen on imaging in people who have taken fluoroquinolones? A systematic review. *Fundam Clin Pharmacol.*; 31(1): 4-16. 2017

LAROCCO BG, ZLUPKO G, SIERZENSKI P. Ultrasound diagnosis of quadriceps tendon rupture. *J Emerg Med* 35(3):293–295. 2008

LARSEN E, LUND PM. Ruptures of the extensor mechanism of the knee joint. Clinical results and patellofemoral articulation. *Clinical Orthopaedics and Related Research*; 213:150–3. 1986

LA S, FESSELL DP, FEMINO JE, JACOBSON JA, JAMADAR D, HAYES C. Sonography of partial-thickness quadriceps tendon tears with surgical correlation. *J Ultrasound Med* 22(12):1323–1329. 2003

LEE Y, KIM B, CHUNG JH, DAN J. Simultaneous bilateral quadriceps tendo rupture in patient with chronic renal failure. *Knee Surg Relat Res*;23:244–7. 2011

LEGERLOTZ K, SMITH HK, HING WA. Variation and Reliability of ultrasonographic quantification of the architecture of the medial gastrocnemius muscle in Young children. *Clin Phys Func Imaging* 30(3):198–206. 2010

LEOPARDI P, VICO GD, ROSA D, CIGALA F, MAFFULLI N. Reconstruction of a chronic quadriceps tendon tear in a body builder. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 14(10):1007–1011. 2006

LIEB FJ, PERRY J. Quadriceps function. An anatomical and mechanical study using amputated limbs. *J Bone Joint Surg Am.* 50(8):1535–48. 1968

LIEBER RL, FRIDEN J. Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. *Muscle Nerve* 11:1647–1666. 2000

LIGHTHART WA, COHEN DA, LEVINE RG, PARKS BG, BOUCHER HR. Suture anchor versus suture through tunnel fixation for quadriceps tendon rupture: A biomechanical study. *Orthopedics* ;31:441. 2008

LIM CH, LANDON KJ, CHAN GM. Bilateral quadriceps femoris tendo rupture in a patient with chronic renal insufficiency: a case report. *J Emerg Med* ;51:e85–7. 2016.

MAFFULLI N, WONG J. Rupture of the Achilles and patellar tendons. *Clin Sports Med*;22(4):761–776. 2003

MAFFIULETTI NA, BIZZINI M, WIDLER K, MUNZINGER U. Asymmetry in quadriceps rate of force development as a functional outcome measure in TKA. *Clin Orthop Relat Res* 468:191–198. 2010

MAFFIULETTI, NA, AAGAARD P, BLAZEIVICH AJ, FOLLAND J, TILLIN N, DUCHATEAU J. Rate of force development: physiological and methodological considerations. *European journal of applied physiology* 116 (6): 1091-1116. 2016

MALTA LM, GAMEIRO VS, SAMPAIO EA, GOUVEIA ME, LUGON JR. Quadriceps tendon rupture in maintenance haemodialysis patients: results of surgical treatment and analysis of risk factors. *Injury* ;45(12):1970–1973. 2014

MALETIS GB, INACIO MC, REYNOLDS S, DESMOND JL, MALETIS MM, FUNAHASHI TT. Incidence of postoperative anterior cruciate ligament reconstruction infections: graft choice makes a difference. *Am J Sports Med*;41(8):1780-1785. 2013

MCGRORY JE. Disruption of the extensor mechanism of the knee. *J Emerg Med*; 24:163–8. 2003

- MELLO RG, OLIVEIRA LF, NADAL J. Digital Butterworth filter for subtracting noise from low magnitude surface electromyogram. *Comput Methods Programs Biomed.*;87(1):28-35. 2007
- METSAVAHT L, LEPORACE G, RIBERTO M, SPOSITO MM, BATISTA LA. Translation and cross-cultural adaptation of the Brazilian version of the International Knee Documentation Committee subjective knee form: validity and reproducibility. *Am J Sports Med*; 38:1894–9. 2010
- MEYER Z, RICCI WM. knee extensor mechanism repairs: standart suture repair and novel augmentation technique. *J ortjop trauma*. 30 Suppl 2:S30-S31. 2016
- MOHAMED O, PERRY J, HISLOP H. Synergy of medial and lateral hamstrings at three positions of tibial rotation during maximum isometric knee flexion. *Knee.*;10(3):277–281. 2003
- MOORE KL, DALLEY AF, AGUR AM. *Clinically Oriented Anatomy*. 7th Edition. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 2014, 230
- MULLER W. *The knee: form, function, and ligament reconstruction*. New York: Springer, 1982
- MURATLI HH, CELEBI L, HAPA O, BIÇIMOĞLU AJ. Simultaneous rupture of the quadriceps tendon and contralateral patellar tendon in a patient with chronic renal failure. *Orthop Sci*; 10(2):227-32. 2005
- MYERS DM, GLAZIER M, TAYLOR BC. Knee Extensor Mechanism Disruptions: A Review. *International Journal of Orthopaedics*, 7(3), 1260-1267. 2020
- NEMSCHAK G, PRETTERKLIEBER ML. The patellar arterial supply via the infrapatellar fat pad (of Hoffa): a combined anatomical and angiographical analysis. *Anat Res Int*;2012:713838. 2012

NEUBAUER T, WAGNER M, POTSCHKA T, RIEDL M. Bilateral, simultaneous rupture of the quadriceps tendon: A diagnostic pitfall? Report of three cases and meta-analysis of the literature. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 15(1), 43–53. 2007

NYLAND J, FROST K, QUESADA P, ANGELI C, SWANK A, TOPP R, MALKANI AL. Self-reported chair-rise ability relates to stairclimbing readiness of total knee arthroplasty patients: a pilot study. *J Rehabil Res Dev*.44:751–759. 2007

NOYES FR, CUMMINGS JF, GROOD ES, WALZ-HASSELFELD KA, WROBLE RR. The diagnosis of knee motion limits, subluxations, and ligament injury. *Am J Sports Med* 19:163–171. 1991

PAGLIARI M, MENNA CR, MIGLIORINI A, MOLINARI M. Atraumatic acute bilateral quadriceps tendon rupture in a patient with bilateral patella spurs. A case report and review of literature. *Acta Biomed*; Vol. 90, Supplement 1: 203-208. 2019

PANG J, SHEN S, PAN WR, JONES IR, ROZEN WM, TAYLOR GI. The arterial supply of the patellar tendon: anatomical study with clinical implications for knee surgery. *Clin Anat*;22(22):371–6. [4]. April, 2009

PECCIN MS, CICONELLI R, COHEN M. Questionário específico para sintomas do joelho "Lysholm Knee Scoring Scale": tradução e validação para a língua portuguesa. *Acta ortop. bras.*, São Paulo, v. 14, n. 5, p. 268-272. 2006

PENGAS IP, ASSIOTIS A, KHAN W, SPALDING T. Adult native knee extensor mechanism ruptures. *Injury*. 016;47(10):2065–2070. 2016

PERFITT JS, PETRIE MJ, BLUNDELL CM, DAVIES MB. Acute quadriceps tendon rupture: a pragmatic approach to diagnostic imaging. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2013

PETRI M, DRATZIDIS A, BRAND S, CALLIESS T, HURSCHLER C, KRETTEK C, JAGODZINSKI M, ETTINGER M. Suture anchor repair yields better biomechanical properties

than transosseous sutures in ruptured quadriceps tendons. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* ;23:1039-1045. 2015

PIJNAPPELS M, BOBBERT MF, VAN DIEEN JH. Control of support limb muscles in recovery after tripping in young and older subjects. *Exp Brain Res*.160:326–333. 2005

POPE JD, PLEXOUSAKIS MP. Quadriceps Tendon Rupture. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2020

PROVELEGIOS S, MARKAKIS P, CAMBOUROGLOU G, CHOUMIS G, DOUNIS E. Bilateral, spontaneous and simultaneous rupture of the quadriceps tendon in chronic renal failure and secondary hyperparathyroidism: report of five cases. *Arch Anat Cytol Pathol* ;39(5-6):228-32. 1991

RAMSEIER LE, WERNER CM, HEINZELMANN M. Quadriceps and patellar tendon rupture. *Injury*; 37:516–9. 2006

RAMSEY RH, MULLER GE. Quadriceps tendon rupture: A diagnostic trap. *Clin Orthop*. 70:161 – 164. 1970

RIBBANS WJ, ANGUS PD. Simultaneous bilateral rupture of the quadriceps tendon. *British Journal of Clinical Practice* ;43:122–5. 38. 1989

REEVES ND, MAGANARIS CN, NARICI MV. Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size. *Eur J Appl Physiol* 91:116–118. 2004

RODRÍGUEZ-ROSELL D, PAREJA-BLANCO F, AAGAARD P, GONZÁLEZ-BADILLO JJ. Physiological and methodological aspects of rate of force development assessment in human skeletal muscle. *Clin Physiol Funct Imaging*. 38(5):743-762. 2018

ROGERS BA, THORNTON-BOTT P, CANNON SR, BRIGGS TW. Interobserver variation in the measurement of patellar height after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br*; 88(4):484-8. 2006

ROUGRAFF BT, REECK CC, ESSENMACHER J. Complete quadriceps tendon ruptures. *Orthopedics*; 19:509–14. 1996

RUTHERFORD OM, JONES DA. Measurement of fibre pennation using ultrasound in the human quadriceps in vivo. *Euro J Appl Physiol Occupat Physiol* 65(5):433–437. 1992

RYSAVY M, WOZNIAK A, ARUN KP. Spontaneous and simultaneous quadriceps and patella tendon rupture in a patient on chronic hemodialysis. *Orthopedics*; 28(6):603-5. 2005

SAPEGA AA. Muscle performance evaluation in orthopaedic practice. *J Bone J Surg Am*. 72:1562–1574. 1990

SARAGAGLIA D, PISON A, RUBENS-DUVAL B. Acute and old ruptures of the extensor apparatus of the knee in adults (excluding knee replacement). *Orthop Traumatol Surg Res*; 99(1 Suppl): S67-S76. 2013

SCAPINELLI R. Blood supply of the human patella. Its relation to ischaemic necrosis after fracture. *J Bone Joint Surg Br*;49 (3):563–570. 1967

SCOTT, W. Norman. The knee. Mosby-Year Book, Vol.1. 472-473. 1994

SCUDERI C, SCHREY EL. Ruptures of quadriceps tendon; study of 14 tendon ruptures. *Arch Surg*. 61:42–54. 1950

SCUDERI C. Ruptures of the quadriceps tendon: study of twenty tendon ruptures. *Am J Surg*;95(4):626–35. 1958

SCHEFFER M. Demografia médica no Brasil. São Paulo: Conselho Federal de Medicina; 2013

SHAH MK. Simultaneous bilateral rupture of quadriceps tendons: analysis of risk factors and associations. South Med J; 95(8):860–6. 2002

SHANI RH, UMPIEREZ E, NASERT M, HIZA EA, XEROGEANES J. Biomechanical Comparison of Quadriceps and Patellar Tendon Grafts in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Arthroscopy;32(1):71-5. 2016

SHERMAN SL, COPELAND ME, MILLES JL, FLOOD DA, PFEIFFER FM. Biomechanical Evaluation of Suture Anchor Versus Transosseous Tunnel Quadriceps Tendon Repair Techniques. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 32(6), 1117–1124. 2016

SHI J, ZHENG YP, CHEN X, HUANG QH. Assessment of muscle fatigue using sonomyography: muscle thickness change detected from ultrasound images. Med Eng Phys. 29(4):472-9. 2007

SHIM SS, LEUNG G. Blood supply of the knee joint. A microangiographic study in children and adults. Clin Orthop Relat Res. (208):119–125. 1986

SIWEK CW, RAO JP. Ruptures of the extensor mechanism of the Knee joint. J Bone Joint Surg Am. 63:932-937. 1981

SPECTOR ED, DIMARCANGELO MT, JACOBY JH. The radiologic diagnosis of quadriceps tendon rupture. N J Med ;92(9):590–592. 1995

SPINKS CD, MURPHY AJ, SPINKS WL, LOCKIE RG. The effects of resisted sprint training on acceleration performance and kinematics in soccer, rugby union, and Australian football players. J Strength Cond Res.21(1):77-85. 2007

STEGMAN SJ, TROMOVITCH TA, GLOGAU RG. Basics of dermatologic surgery. Chicago: Year Book Medical:42–51. 1982

STEPHENS BO, ANDERSON GV. Simultaneous bilateral quadriceps tendon rupture: A case report and subject review. *Journal of Emergency Medicine*, 5(6), 481–485. 1987

SWAMY GN, NANJAYAN SK, YALLAPPA S, BISHNOI A, PICKERING SAW. Is ultrasound diagnosis reliable in acute extensor tendon injuries of the knee? *Acta Orthop Belg* 78(6):764–770. 2012

SUEYOSHI T, NAKAHATA A, EMOTO G, YUASA T. Single-Leg Hop Test Performance and Isokinetic Knee Strength After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Athletes. *Orthop J Sports Med*. 2017;5(11):2325967117739811. Nov 2017

SUETTA C, AAGAARD P, ROSTED A, JAKOBSEN AK, DUUS B, KJAER M, MAGNUSSON SP. Training-induced changes in muscle CSA, muscle strength, EMG, and rate of force development in elderly subjects after long-term unilateral disuse. *J Appl Physiol*.97:1954–1961. 2004

TEJWANI NC, LEKIC N, BECHTEL C, MONTERO N, EGOL KA. Outcomes After Knee Joint Extensor Mechanism Disruptions. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 26(11), 648–651. 2012

TILLIN NA, JIMENEZ-REYES P, PAIN MT, FOLLAND JP. Neuromuscular performance of explosive power athletes versus untrained individuals. *Med Sci Sports Exerc.*;42(4):781-790. 2010

TILLIN NA, PAIN MT, FOLLAND J. Explosive force production during isometric squats correlates with athletic Performance in rugby union players. *J Sports Sci* 31:66–76. 2013

TIRICO LEP, MCCAULEY JC, PULIDO PA, BUGBEE WD. Lesion Size Does Not Predict Outcomes in Fresh Osteochondral Allograft Transplantation. *Am J Sports Med*. 46(4):900-907. 2018

VAN CUTSEM M, DUCHATEAU J, HAINAUT K. Changes in single motor unit behaviour contribute to the increase in contraction speed after dynamic training in humans. *J Physiol.*;513: 295–305. 1998

VAN DER BRACHT H, VERDONK R, STUYTS B. Augmentation of a patellar tendon repair with an autologous semitendinosus graft. *Acta Orthop Belg* ;75(3):417–419. 2009

VERDANO MA, ZANELLI M, ALIANI D, CORSINI T, PELLEGRINI A, CECCARELLI F. Quadriceps tendon tear rupture in healthy patients treated with patellar drilling holes: clinical and ultrasonographic analysis after 36 months of follow-up. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*; 194 4 (2): 194-200. 2014

WAGLE JP, CARROLL KM, CUNANAN AJ, TABER CB, WETMORE A, BINGHAM GE, DEWEESE BH, SATO K, STUART CA, STONE MH. Comparison of the Relationship between Lying and Standing Ultrasonography Measures of Muscle Morphology with Isometric and Dynamic Force Production Capabilities. *Sports (Basel)*, v. 5, n. 4, p. 88, 2017

WALIGORA AC, JOHANSON NA, HIRSCH BE. Clinical anatomy of the quadriceps femoris and extensor apparatus of the knee. *Clin Orthop Relat Res*. 467(12):3297-3306. 2009

WENZL ME, KIRCHNER R, SEIDE K, STRAMETZ S, JURGENS C. Quadriceps tendon ruptures is there a complete functional restitution? *Injury*;35. 922–6. 2004

WEST JL, KEENE JS, KAPLAN LD. Early motion after quadriceps and patellar tendon repairs: outcomes with single-suture augmentation. *American Journal of Sports Medicine*; 36:316–23. 2008

WU W, WANG C, RUAN J, WANG H, HUANG Y, ZHENG W, CHEN F. Simultaneous spontaneous bilateral quadriceps tendon rupture with secondary hyperparathyroidism in a patient receiving hemodialysis: A case report. *Medicine (Baltimore)*;98(10):e14809. 2019

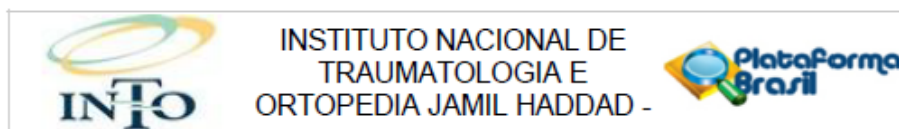
YOSHIDA Y, MIZNER RL, RAMSEY DK, SNYDER-MACKLER L. Examining outcomes from total knee arthroplasty and the relationship between quadriceps strength and knee function over time. *Clin Biomech*.;23:320–328. 2008

ZARAS ND, STASINAKI ANE, METHENITIS SK, KRASE AA, KARAMPATOS GP, GEORGIADIS GV, SPENGOS KM, TERZIS GD. Rate of force development, muscle

architecture, and performance in young competitive track and field throwers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 30, n. 1, p. 81-92, 2016

ZHENG YP, CHAN MMF, SHI J, HUANG QH. Sonomyography: monitoring morphological changes of forearm muscles in actions with the feasibility for the control of powered prosthesis. *Med Eng Phys* 28:405–415. 2006

ANEXO A. CARTA DE ACEITE PLATAFORMA BRASIL



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ANÁLISE FUNCIONAL E ISOCINÉTICA COMPARANDO TÉCNICA DE RECONSTRUÇÃO DO QUADRÍCEPS TRANS-ÓSSEA VERSUS RECONSTRUÇÃO DO QUADRÍCEPS COM TÉCNICA PULVERTAFT EM ONDA MODIFICADA

Pesquisador: José Leonardo Rocha de Faria

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 11867319.7.0000.5273

Instituição Proponente: Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia / INTO / SAS/ MS - RJ

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.392.221

Apresentação do Projeto:

A apresentação geral do projeto é adequada com boa descrição da técnica e da metodologia

MATERIAL E MÉTODO:

TIPO DE ESTUDO

Trata-se de estudo longitudinal e observacional.

AMOSTRA

A amostra será composta por 20 pacientes operados no Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia – INTO entre 2010 e 2018, submetidos a tratamento cirúrgico de lesão do tendão quadricipital.

Endereço: Avenida Brasil, n° 500
Bairro: São Cristóvão CEP: 20.940-070
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2134-5000 Fax: (21)2134-5228 E-mail: cep.into@into.saude.gov.br



Continuação do Parecer: 3.392.221

TÉCNICA CIRÚRGICA PARA LESÕES AGUDAS – SUTURA TRANS-ÓSSEA

Posição e preparo

Paciente em decúbito dorsal, sob raquianestesia e bloqueio do nervo femoral, é realizada a assepsia com clorexidina degermante e antissepsia com clorexidina alcoólica.

Acesso

Longitudinal, anterior, mediano, cerca de 10 a 15 cm com exposição ampla do tendão patelar, patela e tendão quadricipital.

Procedimento cirúrgico

Através de dissecação roma identificamos o coto proximal do quadríceps e ressecamos o tecido fibrótico existente entre o tendão e o polo proximal da patela (figura 1).

Figura 1

Sutura tipo Krackow com 2 fios de sutura de poliéster (Ethibond®) nº2 é realizada na porção média do tendão quadricipital ficando com 4 fios em sua extremidade distal.

Realizamos 3 túneis longitudinais paralelos com fios agulhados, deixando um fio de reparo em alça para transporte, na extremidade proximal de cada orifício longitudinal da patela (figura 2).

Figura 2

Realizamos o transporte dos 4 fios de sutura de poliéster (Ethibond®), realizando sutura trans-óssea no polo distal da patela, finalizando o procedimento (figura3).

Figura 3

TÉCNICA CIRÚRGICA PARA LESÕES CRÔNICAS – PULVERTAFT EM ONDAS MODIFICADA

Posição e preparo

Endereço: Avenida Brasil, n° 500			
Bairro: São Cristóvão		CEP: 20.940-070	
UF: RJ	Município: RIO DE JANEIRO		
Telefone: (21)2134-5000	Fax: (21)2134-5228	E-mail: cep.int@into.saude.gov.br	



INSTITUTO NACIONAL DE
TRAUMATOLOGIA E
ORTOPEDIA JAMIL HADDAD -



Continuação do Parecer: 3.392.221

Paciente em decúbito dorsal, sob raquianestesia e bloqueio do nervo femoral. É realizada a assepsia com clorexidina degermante e antisepsia com clorexidina alcoólica.

Acesso

Longitudinal, anterior, mediano, cerca de 10 a 15 cm com exposição ampla do tendão patelar, patela e tendão quadricipital.

Procedimento cirúrgico

Inicialmente realizamos a retirada e preparo do tendão semitendinoso do paciente. Através de dissecação roma identificamos o coto proximal do quadríceps e ressecamos o tecido fibrótico existente entre o tendão e o polo proximal da patela. Confeccionamos um túnel ósseo por uma broca canulada 4,5mm de espessura, transversal, de medial para lateral no centro da patela (figura 4a). Com a broca 4,5 ainda no interior da patela, realizamos 3 túneis longitudinais paralelos com fios agulhados (figura 4b), deixando um fio de reparo em alça para transporte na extremidade proximal de cada orifício longitudinal da patela (figura 4c).

Figura 4a b c

Sutura tipo Krackow com 2 fios de sutura de poliéster (Ethibond®) nº2 é realizada na porção média do tendão quadricipital ficando com 4 fios em sua extremidade distal (figura 5a). Realizamos 3 a 4 orifícios puntiformes nas bordas mediais e laterais do tendão quadricipital (figura 5b e 5c).

Figura 5a b c

Transportamos o tendão do semitendinoso pelo túnel transversal, deixando simétricas suas duas extremidades (figura 6a) e passamos então as duas extremidades do tendão semitendinoso por tais orifícios, medial e lateral, conforme técnica de pulvertaft em ondas, com o tendão emergindo sempre anterior na sua passada final (figura 6b). Após este último passo tracionamos para distal as extremidades dos tendões, suturamos os tendões sobre o tendão quadricipital, observando a redução quase total do gap prévio, com exceção da porção central do quadríceps que permanece com gap residual (figura 6c).

Figura 6a b c

Endereço: Avenida Brasil, n° 500		
Bairro: São Cristóvão	CEP: 20.940-070	
UF: RJ	Município: RIO DE JANEIRO	
Telefone: (21)2134-5000	Fax: (21)2134-5228	E-mail: cep.int@into.saude.gov.br

Página 03 de 07



INSTITUTO NACIONAL DE
TRAUMATOLOGIA E
ORTOPEDIA JAMIL HADDAD -



Continuação do Parecer: 3.392.221

Tal gap é tratado através do transporte dos 4 fios de sutura de poliéster (Ethibond®), realizando sutura trans-óssea no polo distal da patela, e o procedimento é finalizado (figura 7).

Figura 7

AVALIAÇÃO

Todos os participantes da pesquisa serão avaliados no ambulatório e no laboratório de isocinética do instituto. Na avaliação objetiva será utilizado a Escala Visual de Dor, Lysholm, 18 Arco de Movimento e IKDC. 19 A escala visual de dor será utilizada para avaliar a dor e os escores Lysholm 18 e IKDC 19 para avaliação funcional. No laboratório de isocinética serão avaliados a força muscular e a propriocepção. Os pacientes realizarão os testes de propriocepção no laboratório de Pesquisa Neuromuscular do Instituto, no dinamômetro isocinético (CSMI, Humac Norm). Os avaliadores estarão cegados, não saberão a qual grupo cada paciente pertence.

As avaliações isocinéticas serão realizadas com mínimo de 1 ano pós-operatório, tempo semelhante ao da literatura pesquisada.^{20,22,23}

Os pacientes serão posicionados sentados, com o côndilo lateral do fêmur alinhado ao eixo de rotação do aparelho e o tornozelo fixado a haste do acessório de avaliação do joelho por uma tira de velcro. Realizaremos a avaliação da amplitude articular máxima (AAM), que será determinada com a mensuração da amplitude entre a extensão máxima (0°) e a flexão máxima do joelho. Realizaremos o teste de reprodução da posição articular, que consiste nos pacientes vivenciarem e posteriormente reproduzirem posições articulares, ambos com movimentos voluntários. Os comandos para execução da tarefa serão fornecidos verbalmente pelo avaliador e o sentido do movimento será de flexão para extensão. Serão usadas duas posições metas para serem vivenciadas, 20% e 50% da AAM (0% = extensão máxima). Ambos os membros serão avaliados e a escolha da ordem será aleatória. Durante todo o procedimento os pacientes ficarão com os olhos vendados. Variações de $\pm 5^\circ$ em torno da posição meta serão permitidas. Quando o sujeito violar essa margem, a tentativa será descartada. Serão feitas cinco tentativas para cada posição meta (10 no total).²⁴

Endereço:	Avenida Brasil, n° 500		
Bairro:	São Cristóvão	CEP:	20.940-070
UF:	RJ	Município:	RIO DE JANEIRO
Telefone:	(21)2134-5000	Fax:	(21)2134-5228
		E-mail:	cep.into@into.saude.gov.br

Página 04 de 07



INSTITUTO NACIONAL DE
TRAUMATOLOGIA E
ORTOPEDIA JAMIL HADDAD -



Continuação do Parecer: 3.392.221

Os testes de força muscular e reprodução da força serão feitos em 60° de extensão do joelho. Para o teste de força voluntária máxima isométrica (FVMI), serão feitos aquecimento e familiarização com o equipamento por meio de cinco repetições, sem resistência imposta pelo aparelho, desempenhadas no arco de movimento articular completo do paciente. Após a familiarização, os pacientes realizarão aquecimento específico com três contrações isométricas submáximas (com esforço subjetivo de 20%, 40% e 60% da força máxima) e com intervalo de um minuto entre elas. O FVMI será conduzido após três minutos de intervalo, quando serão feitas três tentativas com intervalo de três minutos. O maior torque instantâneo encontrado será considerado 100% da FVMI. O membro não lesionado será avaliado primeiro. O teste de reprodução da força ipsilateral dos extensores do joelho será conduzido após 10 minutos de intervalo do teste de FVMI. Será usada a intensidade-meta para o procedimento de 20% da FVMI. O procedimento consistirá na feitura de uma contração de referência, na qual será usado feedback visual do nível de torque produzido. Os sujeitos serão instruídos a manter o nível de força desejada. Imediatamente após a contração de referência, os sujeitos tentarão reproduzir com a maior precisão possível a força produzida anteriormente sem feedback visual. Serão feitas três tentativas com intervalo de três minutos. Cada contração isométrica durará seis segundos.²⁵

Os pacientes serão convidados por contato telefônico para comparecimento nos consultórios do setor de pesquisa clínica. Será explicado aos pacientes que a consulta será de aproximadamente 50 minutos. Será explicado também sobre a possibilidade de desconforto durante realização de exame físico e avaliação para o estudo.

Serão aplicados os questionários de Lysholm,¹⁸ IKDC,¹⁹ EVA e análise do arco de movimento ativo do joelho acometido. Tais análises serão realizadas na mesma data da realização dos testes isocinéticos. O TCLE será aplicado antes da avaliação e todos os pacientes serão informados que não terão nenhum benefício direto em função da participação na pesquisa, porém estarão contribuindo de forma fundamental para avaliação funcional de uma técnica cirúrgica inovadora e que beneficiará diretamente outros pacientes em todo o mundo.

Tabela 1:

Critérios de inclusão:

Critérios de exclusão:

Pacientes que realizaram cirurgia de reconstrução de tendão quadricipital entre 2010 e 2018

Endereço: Avenida Brasil, n° 500	
Bairro: São Cristóvão	CEP: 20.940-070
UF: RJ	Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2134-5000	Fax: (21)2134-5228 E-mail: cep.int@into.saude.gov.br

Página 05 de 07

com técnica de sutura trans-óssea e com a técnica de Pulvertaft em onda modificada.

Pacientes que se recusaram a participar do trabalho.

Perda de seguimento.

Pacientes com dados incompletos no prontuário.

Pacientes que realizaram outras técnicas para o tratamento cirúrgico das lesões do quadríceps.

Objetivo da Pesquisa:

OBJETIVO: (GERAL E ESPECÍFICOS)

GERAL – Comparar os pacientes submetidos a reconstrução do quadríceps com a técnica Pulvertaft em Onda Modificada com os pacientes submetidos a tratamento cirúrgico utilizando técnica de tenorrafia trans-óssea do quadríceps.

ESPECÍFICOS – Avaliar se a técnica utilizada para lesões crônicas com retração do quadríceps possui resultados clínicos funcionais similares à técnica de sutura trans-óssea.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não há riscos aumentado pela avaliação retrospectiva e não invasiva

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trabalho relevante e interessante para a comunidade acadêmica

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresentou os termos necessários

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há, o autor descreveu adequadamente e corrigiu as pendências

Considerações Finais a critério do CEP:

Senhor pesquisador, de acordo com o constante da Resolução CNS nº 466 de 2012, faz-se necessário apresentar ao CEP/INTO, através da Plataforma Brasil, a cada 06 (seis) meses o relatório de acompanhamento de sua pesquisa. Além disso, após a conclusão da pesquisa, deverá ser submetido na Plataforma Brasil, através da Notificação, o Relatório Final e a pesquisa concluída para apreciação do CEP/INTO.

Informamos que qualquer alteração realizada no protocolo de pesquisa aprovado deverá ser submetida à apreciação do CEP/INTO através do envio de uma emenda utilizando a Plataforma



INSTITUTO NACIONAL DE
TRAUMATOLOGIA E
ORTOPEDIA JAMIL HADDAD -



Continuação do Parecer: 3.392.221

Brasil.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1304375.pdf	23/05/2019 23:57:00		Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	Instrumento_de_coleta.docx	23/05/2019 23:56:23	José Leonardo Rocha de Faria	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_final.docx	23/05/2019 23:55:54	José Leonardo Rocha de Faria	Aceito
Parecer Anterior	Reposta_parecer.docx	23/05/2019 23:55:34	José Leonardo Rocha de Faria	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.PDF	11/04/2019 22:10:06	José Leonardo Rocha de Faria	Aceito
Outros	Termo_prontuarios.pdf	08/04/2019 00:03:04	José Leonardo Rocha de Faria	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_compromisso.pdf	08/04/2019 00:01:32	José Leonardo Rocha de Faria	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	08/04/2019 00:00:51	José Leonardo Rocha de Faria	Aceito
Outros	Termo_responsabilidade.pdf	07/04/2019 20:24:30	José Leonardo Rocha de Faria	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 14 de Junho de 2019

Assinado por:
Marisa Peter Silva
(Coordenador(a))

Endereço: Avenida Brasil, n° 500
Bairro: São Cristóvão CEP: 20.940-070
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2134-5000 Fax: (21)2134-5228 E-mail: cep.int@info.saude.gov.br

Página 07 de 07

ANEXO B. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



MINISTÉRIO DA SAÚDE
SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE
INSTITUTO NACIONAL DE TRAUMATOLOGIA E ORTOPEDIA JAMIL HADDAD

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(De acordo com as normas da Resolução do CNS nº 466 de 12/12/2012)

Você está sendo convidado para participar da pesquisa ANÁLISE FUNCIONAL E ISOCINÉTICA COMPARANDO TÉCNICA DE RECONSTRUÇÃO DO QUADRÍCEPS TRANS-ÓSSEA VERSUS RECONSTRUÇÃO DO QUADRÍCEPS COM TÉCNICA PULVERTAFT EM ONDA MODIFICADA. Você foi selecionado arbitrariamente e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

Os objetivos deste estudo são avaliar os resultados clínicos dos pacientes submetidos à reconstrução do quadríceps com a técnica de pulvertaft em onda modificada comparado-os com aqueles que realizaram tenorrafia trans-óssea.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em ser examinado clinicamente, além de ser submetido à avaliação isocinética após a realização da cirurgia, responder a um questionário e autorizar a publicação dos resultados.

A avaliação clínica ambulatorial durará aproximadamente 50 minutos e os pacientes terão acesso aos proponentes da pesquisa em caso de queixas ortopédicas diversas. Não haverá nenhum tipo de ressarcimento financeiro para os participantes do estudo. O TCLE será aplicado antes da avaliação e todos os pacientes serão informados que não terão nenhum benefício direto em função da participação na pesquisa.

Os riscos relacionados com sua participação são sentir algum desconforto durante o exame clínico e avaliação isocinética.

O benefício relacionado com a sua participação é contribuir com o meio médico para avaliação de uma técnica cirúrgica que poderá ajudar outros pacientes.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados da pesquisa serão divulgados de forma a não possibilitar sua identificação, sendo mantido o sigilo pelo prontuário pessoal de cada paciente.

Este Termo foi redigido em três vias, sendo uma para o participante, outra para o pesquisador e uma para ser anexada ao prontuário do participante, onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal e do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP. Você poderá esclarecer suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento através dos números dos telefones ou endereço de e-mail disponível neste Termo.

Rio de Janeiro, 20 de Fevereiro de 2019

Pesquisador responsável: Jose Leonardo Rocha de Faria

Contato com o pesquisador responsável:

Telefone: 21 98829 - 4998

e-mail: drjoseleonardorocha@gmail.com

Dr. José Leonardo Rocha de Faria
Ortopedia e Traumatologia
Cirurgião da Mão
CRM RJ: 5284002-6

Responsável pela aplicação do termo
Assinatura e carimbo



MINISTÉRIO DA SAÚDE
SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE
INSTITUTO NACIONAL DE TRAUMATOLOGIA E ORTOPEDIA JAMIL HADDAD

Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do INTO/MS.

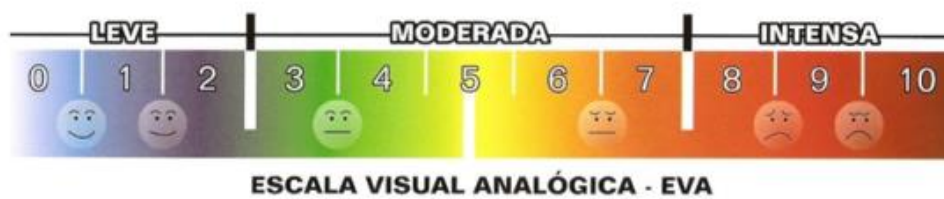
Endereço: Avenida Brasil nº 500, 9º andar – sala nº 4 – São Cristóvão – Rio de Janeiro – RJ
CEP: 20940-070 Tel.: (21) 2134-5000/(21) 2134-5061 e-mail: cep.into@into.saude.gov.br

Declaro que entendi os objetivos e condições de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Participante da pesquisa: _____

Assinatura do participante da pesquisa

ANEXO C. ESCALA VISUAL ANALÓGICA PARA DOR



ANEXO D. ESCORE LYSHOLM

Mancar (5 pontos) Nunca = 5 Leve ou periodicamente = 3 Intenso e constantemente = 0 Apoio (5 pontos) Nenhum = 5 Bengala ou muleta = 2 Impossível = 0 Travamento (15 pontos) Nenhum travamento ou sensação de travamento = 15 Tem sensação, mas sem travamento = 10 Travamento ocasional = 6 Frequente = 2 Articulação (junta) travada no exame = 0 Instabilidade (25 pontos) Nunca falseia = 25 Raramente, durante atividades atléticas ou outros exercícios pesados = 20 Frequentemente durante atividades atléticas ou outros exercícios pesados (ou incapaz de participação) = 15 Ocasionalmente em atividades diárias = 10 Frequentemente em atividades diárias = 5 Em cada passo = 0	Dor (25 pontos) Nenhuma = 25 Inconstante ou leve durante exercícios pesados = 20 Marcada durante exercícios pesados = 15 Marcada durante ou após caminhar mais de 2 Km = 10 Marcada durante ou após caminhar menos de 2 Km = 5 Constante = 0 Inchaço (10 pontos) Nenhum = 10 Com exercícios pesados = 6 Com exercícios comuns = 2 Constante = 0 Subindo escadas (10 pontos) Nenhum problema = 10 Levemente prejudicado = 6 Um degrau cada vez = 2 Impossível = 0 Agachamento (5 pontos) Nenhum problema = 5 Levemente prejudicado = 4 Não além de 90 graus = 2 Impossível = 0 Pontuação total: _____
Quadro de pontuação: Excelente: 95 – 100; Bom: 84 – 94; Regular: 65 – 83; Ruim: < 64	

ANEXO E. ESCORE IKDC - INTERNATIONAL KNEE DOCUMENTATION
COMITTEE SUBJECTIVE KNEE FORM

IKDC

As respostas devem ser graduadas no mais alto nível de atividade que você acha que pode executar sem sintomas significativos, mesmo que você não esteja realizando-as regularmente.

SINTOMAS

1. Qual é o mais alto nível de atividade física que você pode realizar sem sentir dor significativa no joelho?

- ☐ Atividade muito vigorosa (como saltar ou girar o tronco como no basquete ou futebol)
- ☐ Atividade vigorosa (como realizar exercícios físicos intensos como surfe, jogar vôlei ou tênis)
- ☐ Atividade moderada (como realizar exercícios físicos moderados na academia, correr ou trotar)
- ☐ Atividade leve (como andar, realizar trabalhos domésticos ou jardinagem)
- ☐ Incapaz de realizar qualquer uma das atividades acima em virtude da dor no joelho

2. Desde sua lesão ou durante as últimas quatro semanas, com que frequência você tem sentido dor?

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Nunca												Constantemente

3. Se você tiver dor, qual a intensidade?

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Sem dor												Pior dor imaginável

4. Desde a sua lesão ou durante as quatro últimas semanas quão rígido ou inchado esteve seu joelho?

- ☐ Nem um pouco
- ☐ Pouco
- ☐ Moderado
- ☐ Muito
- ☐ Extremamente

5. Qual é o mais alto nível de atividade física que você pode realizar sem que cause inchaço significativo no joelho?

- ☐ Atividade muito vigorosa (como saltar ou girar o tronco como no basquete ou futebol)
- ☐ Atividade vigorosa (como realizar exercícios físicos intensos como surfe, jogar vôlei ou tênis)
- ☐ Atividade moderada (como realizar exercícios físicos moderados na academia, correr ou trotar)
- ☐ Atividade leve (como andar, realizar trabalhos domésticos ou jardinagem)
- ☐ Incapaz de realizar qualquer uma das atividades acima em virtude do inchaço no joelho

6. Desde a sua lesão ou durante as últimas quatro semanas seu joelho já travou?

- ☐ Sim ☐ Não

7. Qual é o mais alto nível de atividade física que você pode realizar sem falseio significativo no joelho?

- ☐ Atividade muito vigorosa (como saltar ou girar o tronco como no basquete ou futebol)
- ☐ Atividade vigorosa (como realizar exercícios físicos intensos como surfe, jogar vôlei ou tênis)
- ☐ Atividade moderada (como realizar exercícios físicos moderados na academia, correr ou trotar)
- ☐ Atividade leve (como andar, realizar trabalhos domésticos ou jardinagem)
- ☐ Incapaz de realizar qualquer uma das atividades acima em virtude do falseio no joelho

ATIVIDADES ESPORTIVAS

8. Qual é o mais alto nível de atividade física que você pode participar de forma regular?

- ☐ Atividade muito vigorosa (como saltar ou girar o tronco como no basquete ou futebol)
- ☐ Atividade vigorosa (como realizar exercícios físicos intensos como surfe, jogar vôlei ou tênis)
- ☐ Atividade moderada (como realizar exercícios físicos moderados na academia, correr ou trotar)
- ☐ Atividade leve (como andar, realizar trabalhos domésticos ou jardinagem)
- ☐ Incapaz de realizar qualquer uma das atividades acima em virtude do joelho

9. Quanto o seu joelho afeta a sua habilidade de:

		Sem Dificuldade	Fácil	Moderado	Difícil	Incapaz
a	Subir escadas					
b	Descer escadas					
c	Ajoelhar de frente					
d	Agachar					
e	Sentar com os joelhos dobrados					
f	Levantar-se de uma cadeira					
g	Correr para frente					
h	Saltar e aterrissar com a perna lesionada					
i	Frear e acelerar rapidamente					

FUNÇÃO

10. Em uma escala de 0 a 10 (sendo 10 normal e 0 incapaz de realizar suas atividades diárias), como você avaliaria o seu joelho?

Funcionalidade anterior a lesão no joelho:

	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10												
Não consegue executar nenhuma atividade da vida diária	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>												Sem limitações nas atividades da vida diária

Funcionalidade atual do joelho:

	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10												
Não consegue executar nenhuma atividade da vida diária	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>												Sem limitações nas atividades da vida diária

$$\text{IKDC Score} = \left[\frac{\text{Sum of Items}}{\text{Maximum Possible Score}} \right] \times 100$$