

Cecília Ferreira de Aquino

**FATORES CONTRIBUINTES PARA O SUCESSO DA REABILITAÇÃO DE
ATLETAS AMADORES E RECREACIONAIS SUBMETIDOS À RECONSTRUÇÃO
DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2019

Cecília Ferreira de Aquino

**FATORES CONTRIBUINTES PARA O SUCESSO DA REABILITAÇÃO DE
ATLETAS AMADORES E RECREACIONAIS SUBMETIDOS À RECONSTRUÇÃO
DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito para obtenção do título de Doutora em Ciências da Reabilitação.

Área de Concentração: Desempenho Funcional Humano

Linha de Pesquisa: Estudos do Desempenho Motor e Funcional Humano

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Teixeira da Fonseca

Co-Orientadora: Prof^a. Dra. Juliana de Melo Ocarino

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2019

A657f Aquino, Cecília Ferreira de
2019 Fatores contribuintes para o sucesso da reabilitação de atletas amadores e recreacionais submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior. [manuscrito] / Cecília Ferreira de Aquino – 2019.
118 f., enc.: il.

Orientador: Sérgio Teixeira da Fonseca
Coorientadora: Juliana de Melo Ocarino

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 91-97

1. Fisioterapia esportiva – Teses. 2. Ligamento cruzado anterior – ferimentos e lesões – Teses. 3. Reabilitação – Teses. I. Fonseca, Sérgio Teixeira da. II. Ocarino, Juliana de Melo. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. IV. Título.

CDU: 796.015

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Danilo Francisco de Souza Lage, CRB 6: nº 3132, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

UFMG

ATA DA DEFESA DE TESE DA ALUNA CECILIA FERREIRA DE AQUINO

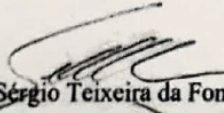
Realizou-se, no dia 21 de agosto de 2019, às 08:30 horas, Auditório do CTE/UFMG, da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de tese, intitulada *Fatores associados ao sucesso da reabilitação de atletas amadores e recreacionais submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior*, apresentada por CECILIA FERREIRA DE AQUINO, número de registro 2015700999, graduada no curso de FISIOTERAPIA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Sérgio Teixeira da Fonseca - Orientador (UFMG), Prof(a). Lygia Paccini Lustosa (UFMG), Prof(a). Fábio Viadanna Serrão (Universidade Federal de São Carlos), Prof(a). Marco Antonio Percope de Andrade (UFMG), Prof(a). Renan Alves Resende (UFMG).

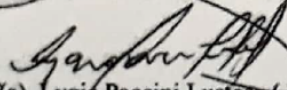
A Comissão considerou a tese:

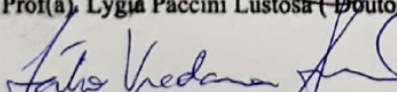
Aprovada

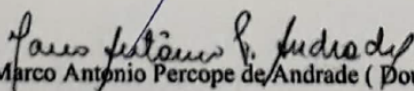
Reprovada

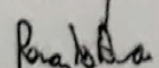
Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.
Belo Horizonte, 21 de agosto de 2019.


Prof(a). Sérgio Teixeira da Fonseca (Doutor)


Prof(a). Lygia Paccini Lustosa (Doutora)


Prof(a). Fábio Viadanna Serrão (Doutor)


Prof(a). Marco Antonio Percope de Andrade (Doutor)


Prof(a). Renan Alves Resende (Doutor)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

UFMG

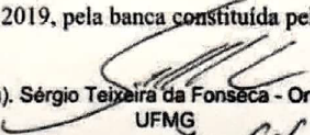
FOLHA DE APROVAÇÃO

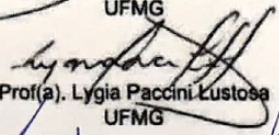
Fatores associados ao sucesso da reabilitação de atletas amadores e recreacionais submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior

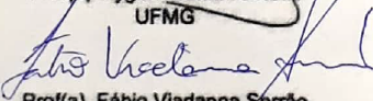
CECILIA FERREIRA DE AQUINO

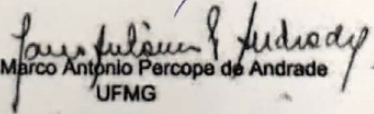
Tese submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO, como requisito para obtenção do grau de Doutor em CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO, área de concentração DESEMPENHO FUNCIONAL HUMANO.

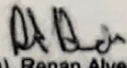
Aprovada em 21 de agosto de 2019, pela banca constituída pelos membros:


Prof(a). Sérgio Teixeira da Fonseca - Orientador
UFMG


Prof(a). Lygia Paccini Lustosa
UFMG


Prof(a). Fábio Viadanna Serrão
Universidade Federal de São Carlos


Prof(a). Marco Antonio Percope de Andrade
UFMG


Prof(a). Renan Alves Resende
UFMG

Belo Horizonte, 21 de agosto de 2019.

*Aos meus filhos Mateus, Pedro e Júlia,
que são os meus “porquês” nessa vida.
Ao amor da minha vida, Lucas, pela
compreensão e apoio incondicional. À
minha mãe, Cleusa, meu grande
exemplo. Ao meu pai, Luís, que continua
vivo no meu coração.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e Nossa Senhora, que sempre me deram a força necessária para encarar os desafios e foram a minha companhia constante e protetora nas inúmeras viagens entre Divinópolis e Belo Horizonte.

Agradeço ao meu marido Lucas, meu grande parceiro nessa vida, que suportou a minha ausência, as minhas chatices, e o meu mau-humor durante todo esse período. Falar “obrigada” para você é muito pouco perto de tudo que você fez e “abriu mão” para que eu pudesse realizar meu sonho. Você é um homem maravilhoso e o melhor pai desse mundo. Como sempre te digo, amo você desde o primeiro dia que te vi e vou te amar até o meu último dia de vida...

Agradeço ao meu filho Mateus, por ter entendido minha pouca disponibilidade, nunca ter me cobrado nada e ainda ter ajudado a cuidar dos irmãos.

Agradeço ao meu filho Pedro, por ter as palavras certas nos momentos em que percebia o meu cansaço. A sua sensibilidade me impressiona... Como você é especial!

Agradeço à minha filha Júlia, que tão novinha, teve que enfrentar minhas ausências e conseguir ser, apesar da pouca idade, uma menina forte e resolvida.

Agradeço à minha mãe Cleusa, a mulher mais forte que eu conheço... Você compensou minhas ausências e foi muito mais do que uma avó para meus filhos. Como eu te amo e te admiro!!!!

Agradeço ao meu orientador, prof. Sérgio Fonseca, minha grande referência na Fisioterapia. Já são 20 anos de convivência - graduação, iniciação científica, mestrado e agora doutorado - e minha admiração pela sua competência só aumenta. Carrego comigo tudo que aprendi com você e tenho um orgulho enorme de dizer que você é meu orientador...

Agradeço à minha co-orientadora e amiga, Juliana Ocarino, que foi uma grande parceira na condução desse trabalho. Poder voltar a trabalhar ao seu lado foi um dos grandes presentes que ganhei com o doutorado. Admiro muito a sua competência e o seu talento para conduzir uma pesquisa e a escrita dos artigos.

Agradeço à Profa. Marisa Mancini, que sempre soube dar os melhores conselhos nos momentos mais importantes da minha vida. Você é uma grande mulher e a melhor professora que já tive. Tenho uma enorme admiração por você...

Agradeço à minha irmã Luciana que, mesmo distante, sempre esteve torcendo por mim, e me ajudando em todos os momentos, inclusive com as traduções. A saudade é enorme... Como eu queria você aqui...

Agradeço à minha irmã Loly, que me ajudou com as palavras sensatas, com a escuta nos momentos difíceis, com as hospedagens, e até com os gráficos... Muito obrigada por estar sempre do meu lado, independente das minhas escolhas.

Agradeço à minha irmã Renata, que ajudou a cuidar dos meus filhos e sempre esteve ao meu lado. Você esteve presente em todos os momentos dessa minha trajetória, e de uma forma muito especial e acolhedora...

Agradeço ao meu sogro e minha sogra, Badaró e Julieta, que compreenderam a minha ausência nos encontros familiares e sempre deram muito amor aos netos.

Agradeço à Vanessa Cardoso, minha grande parceira nesse trabalho. Você se tornou minha grande amiga e companheira durante todo esse período. Este trabalho também é SEU!!!! Sua competência, compromisso e seriedade foram fundamentais para a conclusão da pesquisa. Você foi meu anjo, meu apoio, minha companhia e minha segurança... Só nós sabemos o que passamos juntas...

Agradeço à Lais, que foi incansável no agendamento das coletas de dados e mostrou ser extremamente competente em tudo que faz.

Agradeço aos fisioterapeutas Rodrigo Tanaka e Marcelina Alves, que indicaram pacientes para participar da pesquisa e foram sempre muito colaborativos.

Agradeço aos ortopedistas, Dr. Paulo Adachi, Dr. Anderson Amaral, Dr. Leonard Azevedo e Dr. Juliano Wagner, que colaboraram com a indicação dos pacientes para a pesquisa.

Agradeço às bolsistas de iniciação científica, Aline, Patrícia e Yara que me auxiliaram no início da coleta de dados.

Agradeço à Mary, a melhor secretária desse mundo, pelas palavras doces de incentivo e por sempre “cuidar” de mim.

Agradeço às minhas amigas da Sports Center, Janayna, Jordânia, Marcelle, Patricia, Poliana e Priscilla, que entenderam minha pouca disponibilidade e ausência nos GDs, e ainda cuidaram de todo o funcionamento e gerenciamento da clínica.

Agradeço à Ana Abreu, pela compreensão e pelo exemplo de dedicação. Você é uma grande inspiração!

Agradeço a todos os professores, coordenadores, funcionários e gestores da UNIFENAS, que sempre me apoiaram, em especial aos professores Viviane Gontijo, Bianca Guimarães e Maxliano Reis que me substituíram várias vezes no estágio para que eu pudesse cumprir meus compromissos do Doutorado.

Agradeço às amigas que conquistei durante esse período, especialmente a Bruna Avelar e Ana Carolina Cury, pelas discussões enriquecedoras durante os trabalhos que realizamos juntas.

Agradeço a todos os professores dos Programas de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação e em Ciências do Esporte da UFMG, em especial Paula Lanna, Rosana Sampaio, Renan Resende, Lygia Paccini, Renata Kirkwood, Thales Souza, Danielle Gomes, Daniela Vaz, Elyonara Figueiredo, Sheyla Furtado e André Gustavo, que contribuíram muito para a minha formação durante o Doutorado.

Agradeço à Marilane, pelas boas risadas, pelo acolhimento e pelos conselhos sempre pertinentes.

Agradeço ao André Fujita, pelo valioso auxílio na elaboração do formulário eletrônico. Suas dicas foram fundamentais...

Agradeço às diretorias da SONAFE e da ABRAFITO, que autorizaram o envio dos formulários eletrônicos para seus associados.

Agradeço aos presidentes dos CREFITOs de Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e São Paulo, pelo envio dos formulários eletrônicos aos fisioterapeutas.

Agradeço a todos os voluntários que participaram da pesquisa e que tornaram este projeto possível. Sei que não foi fácil comparecer a tantas coletas, mas vocês foram persistentes e possibilitaram a conclusão deste trabalho.

Agradeço às agência de financiamento CAPES e CNPq pelo apoio financeiro para realização do meu Doutorado e para execução dos dois estudos que compõem esta tese.

Viva como se fosse morrer amanhã.

Aprenda como se fosse viver para sempre.

(Mahatma Gandhi)

RESUMO

Os dois estudos que compõem esta tese foram realizados com o objetivo de descrever a prática clínica atual dos fisioterapeutas brasileiros que atuam com pacientes submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior (RLCA) e investigar os fatores contribuintes para o sucesso da reabilitação pós-operatória de atletas amadores e recreacionais que realizaram esta cirurgia. O primeiro estudo investigou as medidas/critérios utilizados pelos fisioterapeutas para definir a alta do tratamento fisioterapêutico e o retorno ao esporte de indivíduos submetidos à RLCA e analisou os fatores associados com a utilização das medidas/critérios recomendados na literatura para retorno ao esporte. Um formulário eletrônico criado no *Google Forms* foi respondido por 439 fisioterapeutas. Os resultados demonstraram que menos de 10% dos fisioterapeutas utilizam todas as cinco medidas/critérios recomendados na literatura para definir a liberação para o esporte (força de quadríceps e isquiossurais, desempenho em testes funcionais, auto-avaliação da função e aptidão psicológica). Possuir certificação profissional em Fisioterapia Esportiva foi o único fator que se associou ao uso dessas medidas/critérios recomendados. As medidas mais usadas pelos fisioterapeutas para definir a alta do tratamento fisioterapêutico e a liberação para o esporte estão relacionadas a fatores físicos, como força muscular e amplitude de movimento. Poucos profissionais utilizam questionários que avaliam aspectos funcionais e psicológicos dos pacientes para a tomada de decisão clínica. O segundo estudo foi dividido em duas etapas. Na primeira etapa, foi feita a comparação de parâmetros físicos das articulações de quadril, joelho e tornozelo, avaliados após a alta do tratamento fisioterapêutico e a liberação para o esporte, entre indivíduos que, ao serem liberados para a prática esportiva, atenderam à maioria dos critérios funcionais e psicológicos de retorno ao esporte e indivíduos que não atenderam à maioria destes critérios. Na segunda etapa, foi investigado se mudanças na aptidão psicológica, na auto-percepção de função, na capacidade funcional e em parâmetros físicos das articulações de quadril, joelho e tornozelo, durante o período de reabilitação, diferenciam os indivíduos que retornaram ou não ao esporte com nível de participação esportiva semelhante ao período anterior à lesão ligamentar. Vinte e sete atletas não profissionais submetidos à RLCA utilizando como enxerto o tendão dos flexores de joelho foram avaliados após receberem alta do tratamento fisioterapêutico clínico, ao serem liberados para o esporte e seis meses após a liberação para o esporte (em torno de um ano pós-cirurgia). As variáveis avaliadas após a alta do tratamento fisioterapêutico que tiveram impacto na obtenção dos critérios de liberação para o esporte foram o torque de rotadores laterais e abdutores do quadril e de extensores do joelho. Em relação ao retorno ao nível prévio de participação esportiva, as variáveis que tiveram impacto nesse retorno foram as mudanças na capacidade de salto unipodal e no torque de flexores de joelho durante a reabilitação. Os resultados da presente tese indicam a contribuição de fatores físicos e funcionais para o sucesso da reabilitação de atletas não profissionais submetidos à RLCA. O conhecimento desses fatores pode auxiliar no planejamento das intervenções utilizadas pelo fisioterapeuta durante a reabilitação pós-operatória desses atletas.

Palavras-Chave: Reconstrução do ligamento cruzado anterior. Reabilitação pós-operatória. Retorno ao esporte. Auto-avaliação de função. Aptidão psicológica.

ABSTRACT

The purposes of the two studies that compose this thesis were to describe the current clinical practice of Brazilian physical therapists that treat patients who underwent anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR) and to investigate the contributing factors to a successful postoperative rehabilitation of amateur and recreational athletes. The first study investigated the measures/criteria used by physical therapists to define the clinical rehabilitation discharge and return to sport clearance of patients who had undergone ACLR, and analyzed the factors associated with the proper use of the most recommended measures/criteria. A sample of 439 physical therapists answered an electronic survey questionnaire created in Google Forms. The results showed that less than 10% of physical therapists use all five recommended measures/criteria for return to sport after ACLR (quadriceps and hamstring strength, performance during functional tests, patient-reported functional outcome and psychological readiness). Professional certification in Sports Physical Therapy was the only factor associated with the use of these recommended measures/criteria. The measures most used for clinical rehabilitation discharge and return to sport clearance were related to physical factors, such as muscle strength and range of motion. A small number of professionals applies questionnaires to assess functional and psychological aspects of their patients for clinical decision-making. The second study was divided into two parts. In the first part, physical impairments of the hip, knee and ankle joints, assessed after physical therapy discharge and return to sport clearance, were compared among individuals who, when released for sports practice, attended or not most of the functional and psychological criteria for return to sport. In the second part, changes in the psychological readiness, patient-reported knee function, functional capacity and physical impairments of the hip, knee and ankle joints, during the rehabilitation process were investigated. The aim was to establish if these changes were able to differentiate individuals who return to sport from those who do not return to sport with the same preinjury level of participation. Twenty-seven non-professional athletes who had undergone ACLR with knee flexor tendon autograft were evaluated at physical therapy discharge, at return to sport clearance and six months after return to sport clearance (at least one year after surgery). The variables analyzed at physical therapy discharge that had an impact on the attendance of the return to sport criteria were torque of hip lateral rotators and abductors, and knee extensors. The variables that had an impact on the return to preinjury level of sports participation were the improvements achieved during rehabilitation for hopping capacity and for knee flexors torque. The results of the present thesis indicate that physical and functional factors contribute to a successful rehabilitation of non-professional athletes after ACLR. Knowledge about these factors may assist physical therapists in planning interventions during the postoperative rehabilitation of these athletes.

Keywords: Anterior cruciate ligament reconstruction. Postoperative rehabilitation. Return to sport. Patient-reported outcome. Psychological readiness.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACL – Anterior Cruciate Ligament

ACLR – Anterior Cruciate Ligament Reconstruction

ACL-RSI – Anterior Cruciate Ligament – Return to Sport after Injury Scale

ANOVA – Analysis of Variance

ICC – Intraclass Correlation Coefficient

IKDC – International Knee Documentation Committee

LCA – Ligamento Cruzado Anterior

LSI – Limb Symmetry Index

NRTS – No-Return to Sport

RLCA – Reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior

ROM – Range of Motion

RTS – Return to Sport

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
	1.1 Apresentação geral do problema.....	15
	1.2 Estudo 1: Fundamentação teórica e justificativa.....	19
	1.3 Estudo 2: Fundamentação teórica e justificativa.....	21
2	OBJETIVOS	26
	2.1 Estudo 1.....	26
	2.1.1 Objetivo Geral.....	26
	2.1.2 Objetivos Específicos.....	26
	2.2 Estudo 2.....	26
	2.2.1 Objetivo Geral.....	26
	2.2.2 Objetivos Específicos.....	26
3	HIPÓTESES	28
	3.1 Hipóteses do Estudo 1.....	28
	3.2 Hipóteses do Estudo 2.....	28
4	ARTIGO 1	29
5	ARTIGO 2	54
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
	REFERÊNCIAS	91
	APÊNDICE A	98
	APÊNDICE B	105
	ANEXO A	108
	ANEXO B	110
	ANEXO C	111
	ANEXO D	113
	MINI CURRÍCULO DO DISCENTE	116

PREFÁCIO

A presente tese foi elaborada de acordo com as regras do Formato Opcional do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), mediante resolução nº 004/2018 de 03 de abril de 2018 do Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, disponível no sítio eletrônico do referido programa. Nesse formato, a primeira seção é composta da introdução em que está apresentada a problematização do estudo juntamente com a revisão da literatura, justificativa, objetivos e hipóteses da tese. A segunda seção consiste na apresentação dos dois artigos que compõem esta tese. O primeiro artigo, "*Current clinical practice and return to sport criteria after anterior cruciate ligament reconstruction: a survey of Brazilian physical therapists*", foi elaborado e submetido para o periódico internacional *Physical Therapy in Sport* (ISSN 1466-853X) e o segundo artigo, "*Contributing factors to a successful rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction in non-professional athletes*", foi elaborado de acordo com as normas de publicação do periódico *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* (ISSN 0942-2056) e será posteriormente submetido para publicação neste periódico. As seções seguintes correspondem às considerações finais, referências bibliográficas formatadas de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), apêndices e anexos. Nos apêndices, estão o termo de consentimento livre e esclarecido e o formulário eletrônico criado no Google Forms para a coleta de dados do primeiro artigo. Nos anexos, encontram-se a aprovação, pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG, da pesquisa que deu origem aos dois artigos da tese e os questionários/escalas utilizados na coleta de dados do segundo artigo. Ao final da tese, é apresentado um mini currículo da autora da presente tese.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação geral do problema

A ruptura do ligamento cruzado anterior (LCA) é uma lesão frequente no esporte (PRODROMOS *et al.*, 2007; MOSES, ORCHARD, ORCHARD, 2012; GORNITZKY *et al.*, 2016). Para buscar um retorno satisfatório às suas atividades regulares, muitos indivíduos optam pela cirurgia de reconstrução do LCA, almejando obter sucesso na cirurgia e na reabilitação pós-operatória (MALL *et al.*, 2014; EGGERING *et al.*, 2015, SANDERS *et al.*, 2016). Em atletas, o sucesso da cirurgia e da reabilitação é definido pelo retorno à prática esportiva com nível de desempenho semelhante ao período anterior à lesão e um risco reduzido de nova lesão ligamentar (MYKLEBUST & BAHR, 2005; LOGERSTEDT *et al.*, 2015; LYNCH *et al.*, 2015, ARDERN *et al.*, 2016). Entretanto, alguns estudos demonstram que apenas 65% dos indivíduos que realizam a intervenção cirúrgica retornam ao esporte com nível de desempenho semelhante ao anterior à lesão (ARDERN *et al.*, 2014a) e cerca de um quarto sofre re-rupturas ou lesão ligamentar no joelho contralateral após a liberação para o esporte (LEYS *et al.*, 2012). Portanto, uma parcela considerável de pacientes não consegue alcançar os resultados almejados, como retornar ao esporte com desempenho funcional satisfatório e obter a proteção contra novas lesões, após a cirurgia de reconstrução ligamentar. É possível que esse sucesso dependa, além da qualidade da cirurgia, das capacidades física, funcional e psicológica apresentadas pelo indivíduo durante e após o processo de reabilitação pós-operatória.

Na reabilitação pós-operatória de atletas recreacionais e competitivos amadores, que não se dedicam exclusivamente ao tratamento, observam-se algumas diferenças em relação à reabilitação de atletas competitivos profissionais (FONSECA *et al.*, 2012; RENSTROM, 2013). A reabilitação dos atletas recreacionais e amadores apresenta duas etapas distintas e não abrange um processo contínuo até o retorno à prática esportiva, como no caso dos atletas profissionais. A primeira etapa consiste no tratamento fisioterapêutico clínico com o uso de medidas físicas para controle dos sinais inflamatórios, restabelecimento da mobilidade articular, ganho de força muscular e recuperação da função neuromuscular do membro

inferior (ADAMS *et al.*, 2012; WILK *et al.*, 2012). A segunda etapa, após a alta do tratamento clínico, envolve a preparação física e funcional específica para retornar ao esporte, normalmente realizada por meio de treinamento de musculação. Esta etapa é concluída com a liberação do paciente para retornar à prática esportiva, na maioria das vezes, concedida por meio de decisão exclusiva do médico responsável pela cirurgia. Entretanto, o momento de conclusão destas duas etapas deveria ser acompanhado de uma avaliação abrangente de fatores que poderiam influenciar no sucesso da reabilitação pós-operatória.

As avaliações realizadas nos momentos de alta do tratamento fisioterapêutico clínico e de liberação para retornar à prática esportiva devem abranger os parâmetros físicos (e.g. força muscular, rigidez e mobilidade articular), a capacidade funcional (e.g. capacidade para correr, agachar, saltar, mudar de direção) e a aptidão psicológica necessárias para o atleta lidar com a demanda do esporte (MYER *et al.*, 2012; ARDERN *et al.*, 2013). Neste sentido, critérios de liberação para o esporte após a reconstrução do LCA, incluindo parâmetros físicos, funcionais e psicológicos, já foram propostos na literatura (GRINDEM *et al.*, 2016; KYRITSIS *et al.*, 2016; GOKELER *et al.*, 2017; WELLING *et al.*, 2018) e deveriam ser aplicados na prática clínica dos profissionais envolvidos na reabilitação. Contudo, apesar da existência desses critérios, uma revisão sistemática sobre fatores utilizados para definir o retorno ao esporte após a reconstrução ligamentar identificou que 40% dos estudos não apresentam critérios de liberação para o esporte, 32% utilizam o critério de tempo pós-cirurgia e apenas 13% utilizam o critério temporal associado a critérios referentes à qualidade da cirurgia e às capacidades físicas e funcionais do paciente (BARBER-WESTIN & NOYES, 2011a).

Existem evidências de que a aplicação de critérios que considerem as capacidades físicas e funcionais para definir o retorno ao esporte estão associados com um menor risco de novas lesões musculoesqueléticas (GRINDEM *et al.*, 2016; KYRITSIS *et al.*, 2016). Por exemplo, Kyritsis *et al.* (2016) verificaram que atletas submetidos à reconstrução de LCA que alcançaram seis critérios clínicos (90% de simetria de força de quadríceps e de distância em três *hop tests*, tempo inferior a 11 segundos no teste T de agilidade e conclusão da etapa de reabilitação específica do esporte), antes de retornar ao esporte, apresentaram um risco quatro vezes menor de ruptura do enxerto. Além disso, Grindem *et al.* (2016) identificaram que o risco de lesões no joelho no período de dois anos após a reconstrução ligamentar é 84%

menor quando o indivíduo é aprovado em um conjunto de medidas englobando força muscular, distância/tempo no salto unipodal e percepção de função. Apesar dessas evidências, uma revisão sistemática recente investigou a associação entre a aprovação em critérios pré-estabelecidos de retorno ao esporte e o risco de uma nova lesão de LCA (re-ruptura e lesão do LCA contralateral) e concluiu que o baixo número e a heterogeneidade de estudos impedem uma conclusão definitiva (LOSCIALE *et al.*, 2019). Portanto, os efeitos da obtenção dos critérios de liberação para o esporte devem continuar sendo investigados. Nesse contexto, alguns autores têm sugerido que a bateria de testes para verificar a prontidão do atleta para retornar ao esporte sempre inclua, além de critérios físicos como força muscular, critérios não-físicos como a pontuação em questionários que avaliam a aptidão psicológica e a auto-avaliação do paciente sobre a função do joelho (GOKELER *et al.*, 2017; WELLING *et al.*, 2018).

Diversos pesquisadores examinaram os aspectos psicológicos que favorecem ou impedem o indivíduo submetido à reconstrução do LCA de retornar à prática esportiva (ARDERN *et al.*, 2013; FLANIGAN *et al.*, 2013; HARTIGAN *et al.*, 2013; ARDERN *et al.*, 2014b; EVERHART, BEST, FLANIGAN, 2015; LENTZ *et al.*, 2015; MULLER *et al.*, 2015). Cinesiofobia (medo de ruptura do enxerto ou do ligamento contralateral) (KVIST *et al.*, 2005; FLANIGAN *et al.*, 2013; HARTIGAN *et al.*, 2013; PATERNO *et al.*, 2018), auto-eficácia (capacidade percebida pelo indivíduo de executar uma tarefa que exerça demanda sobre o joelho) (THOMMÉ *et al.*, 2008) e psicovitalidade (motivação para retornar ao esporte) (GOBBI & FRANCISCO, 2006) são condições psicológicas já investigadas na literatura como sendo capazes de interferir no retorno ao esporte após este procedimento cirúrgico (EVERHART, BEST, FLANIGAN, 2015; LENTZ *et al.*, 2015). A Escala de Retorno ao Esporte Pós-Lesão do LCA (*Anterior Cruciate Ligament – Return to Sport after Injury Scale - ACL-RSI*), por exemplo, foi desenvolvida especificamente para avaliar a aptidão psicológica para retornar ao esporte de pacientes com lesão ou reconstrução ligamentar do joelho (WEBSTER, FELLER, LAMBROS 2008). Alguns estudos demonstraram que essa escala é capaz de discriminar indivíduos que retornaram ou não ao esporte (LANGFORD, WEBSTER, FELLER, 2009; ARDERN *et al.*, 2014b) e de identificar indivíduos jovens com maior risco de uma segunda lesão de LCA (MCPHERSON *et al.*, 2019). Além disso, a pontuação superior a 56 pontos neste questionário tem sido sugerida como critério de liberação para o esporte (GOKELER

et al., 2017; WELLING *et al.*, 2018). Assim, juntamente com as capacidades físicas e funcionais, os aspectos psicológicos do paciente devem ser avaliados durante o processo de reabilitação em função da sua possível influência no retorno ao esporte após a reconstrução ligamentar.

Na reabilitação de atletas após a cirurgia de LCA, a avaliação do estado funcional do indivíduo pode ser realizada por meio de instrumentos de auto-avaliação da função do paciente ou de testes funcionais que simulam o estresse aplicado sobre o joelho durante as atividades esportivas (FITZGERALD *et al.* 2001; NARDUCCI *et al.*, 2011; VAN-MEER *et al.*, 2013; DINGENEN & GOKELER, 2017). O desempenho funcional, avaliado sob a perspectiva do paciente submetido à reconstrução ligamentar, é comumente mensurado com o questionário subjetivo do *International Knee Documentation Committee* (IKDC) (MOKSNES & RISBERG, 2009; LOGERSTEDT *et al.*, 2012; VAN-MEER *et al.*, 2013; LOGERSTEDT *et al.*, 2014). Um consenso de experts indicou o questionário IKDC como uma medida essencial de auto-avaliação da função para definir sucesso após a lesão e reconstrução ligamentar (LYNCH *et al.*, 2015). Entretanto, além da percepção do paciente sobre seu estado funcional, o seu desempenho em testes funcionais também deve ser mensurado para possibilitar uma avaliação mais abrangente da função do indivíduo (LOGERSTEDT *et al.*, 2017). Neste sentido, testes funcionais como os que envolvem saltos com apoio unipodal (*hop tests*), são tradicionalmente utilizados para avaliar de maneira objetiva o estado funcional do paciente após a reconstrução do LCA (LUSTOSA, FONSECA, ANDRADE, 2007; REID *et al.*, 2007; ABRAMS *et al.*, 2014), sendo o desempenho nesses testes considerado um critério de liberação para o esporte (GRINDEM *et al.*, 2016; KYRITSIS *et al.*, 2016; GOKELER *et al.*, 2017; WELLING *et al.*, 2018).

No processo de reabilitação após a cirurgia de LCA, os protocolos de tratamento enfatizam parâmetros físicos relacionados ao complexo articular do joelho, como a amplitude de movimento do joelho e a força muscular de quadríceps e isquiossurais (MYER *et al.*, 2006; EITZEN, HOLM, RISBERG, 2009; WILK *et al.*, 2012; HARPUT *et al.*, 2015). Fatores relacionados às articulações proximais e distais ao joelho foram pouco explorados nos indivíduos submetidos à reconstrução ligamentar (THOMAS *et al.*, 2013; PETERSEN *et al.*, 2014; JOREITZ *et al.*, 2016). A força dos abdutores e rotadores laterais do quadril, juntamente com a rigidez adequada desta articulação, podem minimizar o padrão de adução e rotação medial

do quadril (BITTENCOURT *et al.*, 2012; MALLOY *et al.*, 2016). Além disso, a restrição de mobilidade em dorsiflexão do tornozelo pode aumentar a pronação da articulação subtalar (CHUTER & DE JONGE, 2012), o que favorece a rotação medial do fêmur em atividades com descarga de peso (TIBERIO, 1987; FONSECA *et al.*, 2007). A amplitude de dorsiflexão do tornozelo, a rigidez passiva e a força dos músculos do quadril se relacionam com o valgismo dinâmico do joelho (BITTENCOURT *et al.*, 2012; MACRUM *et al.*, 2012; STICKLER, FINLEY, GULGIN, 2014; BELL-JENJE *et al.*, 2016), que é um importante preditor de lesão do LCA em atletas (HEWETT, MYER, FORD, 2005; PATERNO *et al.*, 2010). Dessa forma, as intervenções terapêuticas utilizadas após a reconstrução ligamentar não devem se restringir à articulação do joelho, mas também considerar fatores físicos relativos ao quadril e ao complexo tornozelo-pé, que influenciam no alinhamento e padrão de movimento do joelho e podem assim favorecer uma reabilitação pós-operatória bem-sucedida.

O alcance dos critérios de liberação para o esporte e o retorno à prática esportiva podem ser considerados indicadores de sucesso da reabilitação pós-operatória de LCA. Nesse sentido, a presente tese foi planejada para investigar: (1) se os fisioterapeutas brasileiros que atuam na reabilitação de indivíduos submetidos à reconstrução ligamentar utilizam em sua prática clínica critérios de alta do tratamento fisioterapêutico clínico e de liberação para o esporte; (2) quais fatores contribuem para o sucesso da reabilitação de atletas amadores e recreacionais submetidos à cirurgia de reconstrução do LCA, avaliados em relação às suas capacidades físicas, funcionais e psicológicas, após a alta do tratamento fisioterapêutico clínico e após a liberação para retornar ao esporte.

1.2 Estudo 1: Fundamentação Teórica e Justificativa

O retorno ao esporte após a reconstrução do LCA é um dos principais objetivos dos indivíduos que realizam essa cirurgia (FEUCHT *et al.*, 2016), devendo ser esse o desfecho almejado pelos fisioterapeutas na reabilitação pós-operatória. Neste sentido, fisioterapeutas devem utilizar medidas e critérios específicos capazes de determinar a prontidão do indivíduo para o retorno à prática esportiva (VAN-MELICK *et al.*, 2016; BARBER-WESTIN & NOYES, 2011b).

O critério de liberação para o esporte frequentemente utilizado pelos profissionais envolvidos nesse processo é o tempo pós-cirurgia (BAUER *et al.*, 2014; BARBER-WESTIN & NOYES, 2011a), por expressar as mudanças nos indicadores de cicatrização e maturação do enxerto (JOREITZ *et al.*, 2016; CLAES *et al.*, 2012). Além desse parâmetro, critérios objetivos de retorno ao esporte são necessários para assegurar que o paciente submetido à reconstrução ligamentar encontre-se apto para suportar as demandas físicas normalmente impostas durante as atividades esportivas (DAVIES *et al.*, 2017; DINGENEN & GOKELER, 2017; BARBER-WESTIN & NOYES, 2011b; NARDUCCI *et al.*, 2011). Entretanto, Barber-Westin e Noyes (2011a) identificaram, por meio de uma revisão sistemática, que 40% dos estudos não apresentam critérios de liberação para o esporte, 32% utilizam o critério temporal e apenas 13% utilizam critérios objetivos. Nesse contexto, medidas e critérios utilizados para determinar a liberação para o esporte após a reconstrução do LCA passaram a ser exaustivamente investigados nos últimos anos, com uma grande variabilidade nas recomendações dos autores (WELLING *et al.*, 2018; DAVIES *et al.*, 2017; GOKELER *et al.*, 2017; GRINDEM *et al.*, 2016; KYRITSIS *et al.*, 2016). Por exemplo, alguns estudos avaliam apenas fatores físicos e funcionais do atleta, desconsiderando os aspectos psicológicos envolvidos no retorno ao esporte (GRINDEM *et al.* 2016; KYRITSIS *et al.*, 2016). Por outro lado, outros autores incluem medidas de frouxidão ligamentar (McGRATH *et al.*, 2016) ou de padrão de movimento (WELLING *et al.*, 2018; GOKELER *et al.*, 2017) na bateria de testes utilizados para a tomada de decisão clínica sobre a liberação para o esporte. Embora não exista consenso, as medidas mais comumente propostas como indicadoras da aptidão para retornar ao esporte após a cirurgia de LCA são: força de quadríceps e isquiossurais, desempenho em testes funcionais, auto-avaliação da função, e a aptidão psicológica para retornar ao esporte (WELLING *et al.*, 2018; GOKELER *et al.*, 2017; VAN-MELICK *et al.*, 2016; LYNCH *et al.*, 2015). Portanto, tais medidas deveriam ser rotineiramente aplicadas pelos fisioterapeutas durante o processo de reabilitação pós-operatória.

A determinação da aptidão do indivíduo para retornar ao esporte deve ser realizada pelos profissionais que atuam com pacientes submetidos à reconstrução do LCA, o que contribui para o sucesso da reabilitação pós-operatória (DINGENEN & GOKELER, 2017; LYNCH *et al.*, 2015). Recentemente, fisioterapeutas americanos (GREENBERG *et al.*, 2018) e australianos (EBERT *et al.*, 2019) foram investigados

em relação às suas práticas na reabilitação pós-operatória de LCA e foram observadas diferenças substanciais nos achados referentes às medidas e critérios objetivos utilizados para definir a liberação para o esporte. No entanto, não existe informação se este resultado se aplica a profissionais de outros países, com outras realidades clínicas. Fisioterapeutas que atuam no Brasil, por exemplo, apresentam dificuldades para utilizar evidências científicas no processo de tomada de decisão clínica (MENDONÇA *et al.*, 2018; SILVA, COSTA, COSTA, 2015). Além disso, fatores relacionados à experiência clínica, titulação acadêmica e especialização do profissional podem influenciar na adesão aos procedimentos recomendados na literatura científica (HEDT *et al.*, 2018). Neste contexto, é possível que as medidas e critérios recomendados na literatura para retorno ao esporte após a reconstrução do LCA podem não estar sendo utilizados por esses profissionais.

A prática clínica dos fisioterapeutas brasileiros que atuam na reabilitação pós-operatória de LCA ainda não foi investigada. Dessa forma, não há informações sobre os critérios utilizados por esses profissionais para identificar, após a reconstrução ligamentar, as condições do paciente de receber alta do tratamento fisioterapêutico clínico e a aptidão do indivíduo para retornar com segurança ao esporte. Tais informações poderiam contribuir para a atuação dos fisioterapeutas junto aos pacientes submetidos à reconstrução do LCA e fornecer subsídios para o desenvolvimento de critérios adequados de alta e retorno ao esporte destes pacientes. Assim, o Estudo 1 foi proposto para descrever a prática clínica atual dos fisioterapeutas brasileiros que atuam na reabilitação pós-operatória de LCA, identificando os critérios utilizados por esses profissionais para definir a alta clínica fisioterapêutica e o retorno ao esporte dos pacientes submetidos à reconstrução ligamentar. Além disso, foi analisado se, fatores como tempo de experiência, titulação acadêmica e certificação profissional em Fisioterapia Esportiva e Traumatologia Ortopédica estão associados com o uso, por parte dos fisioterapeutas brasileiros, das medidas e critérios recomendados de liberação para o esporte.

1.3 Estudo 2: Fundamentação Teórica e Justificativa

Existem evidências de que o uso de critérios que considerem as capacidades físicas e funcionais para definir o retorno ao esporte após a reconstrução do LCA estão associados com um menor risco de novas lesões musculoesqueléticas

(GRINDEM *et al.*, KYRITSIS *et al.*, 2016). Por exemplo, Grindem *et al.* (2016) identificaram que o risco de lesões no joelho no período de dois anos após a reconstrução ligamentar é 84% menor quando o indivíduo é aprovado em um conjunto de medidas englobando força muscular, distância/tempo no salto unipodal e percepção de função. Além disso, Gokeler *et al.* (2017) propuseram uma bateria de testes a ser aplicada para definir a liberação para o esporte e aumentar a segurança nesse retorno à prática esportiva. Esses autores sugeriram, além de critérios físicos como força muscular isocinética, a inclusão de critérios não-físicos como a pontuação em questionários que avaliam a aptidão psicológica e a auto-percepção do paciente sobre a função do joelho (GOKELER *et al.*, 2017). Portanto, alcançar critérios pré-estabelecidos de liberação para o esporte parece favorecer um retorno bem sucedido à prática esportiva, com risco reduzido de novas lesões.

A reabilitação pós-operatória de atletas não profissionais (atletas amadores e recreacionais) apresenta duas etapas distintas, diferentemente dos atletas profissionais, que se dedicam exclusivamente ao tratamento em um processo contínuo até o retorno à competição (FONSECA *et al.*, 2012; RENSTROM, 2013). A primeira etapa da reabilitação consiste no tratamento fisioterapêutico clínico, com o uso de medidas físicas para controle dos sinais inflamatórios, restabelecimento da mobilidade articular, ganho de força muscular e recuperação da função neuromuscular do membro inferior (ADAMS *et al.*, 2012; WILK *et al.*, 2012). A segunda etapa, após a alta clínica fisioterapêutica, envolve a preparação física e funcional específica para retornar ao esporte, normalmente realizada por meio de treinamento de musculação. Esta etapa é concluída com a liberação do paciente para retornar à prática esportiva, na maioria das vezes, concedida por decisão exclusiva do médico responsável pela cirurgia.

A alta do tratamento fisioterapêutico clínico e a liberação para o esporte devem ser acompanhadas de uma avaliação abrangente de fatores físicos, funcionais e psicológicos que podem influenciar no sucesso da reabilitação pós-operatória (GOKELER *et al.*, 2017; WELLING *et al.*, 2018). Por exemplo, a avaliação de parâmetros físicos (e.g. força muscular, rigidez e mobilidade articular) no momento da alta clínica fisioterapêutica possibilitaria a identificação de alterações nestes parâmetros que deveriam ser aprimorados na próxima etapa da reabilitação e que poderiam influenciar na obtenção dos critérios de liberação para o esporte estabelecidos na literatura. Entretanto, a avaliação desses parâmetros físicos não

deve se restringir ao complexo articular do joelho, como a amplitude de movimento do joelho e a força muscular de quadríceps e isquiossurais (MYER *et al.*, 2006; EITZEN, HOLM, RISBERG, 2009; WILK *et al.*, 2012; HARPUT *et al.*, 2015). Fatores relacionados às articulações proximais e distais ao joelho, tais como a rigidez passiva do quadril, a força muscular dos abdutores e rotadores laterais de quadril e a amplitude de dorsiflexão do tornozelo, se relacionam com o controle dos movimentos do membro inferior nos planos frontal e transversal (BITTENCOURT *et al.*, 2012; KHAYAMBASHI *et al.*, 2012; MACRUM *et al.*, 2012; SUZUKI *et al.*, 2015; MALLOY *et al.*, 2016). O controle desses movimentos é necessário para o desempenho de atividades esportivas com demandas rotacionais sobre o joelho, nas quais as lesões de LCA são comuns (HEWETT *et al.*, 2005; PATERNO *et al.*, 2010; POWERS, 2010; GORNITZKY *et al.*, 2010). Dessa forma, os parâmetros físicos a serem avaliados durante o processo de reabilitação após a reconstrução do LCA não devem se restringir à articulação do joelho, mas também considerar fatores físicos relativos ao quadril e ao complexo tornozelo-pé (PETERSEN *et al.*, 2014; WAHLSTEDT & RASMUSSEN-BARR, 2015; JOREITZ *et al.*, 2016; DINGENEN & GOKELER, 2017). Além disso, instrumentos de avaliação do nível funcional e da condição psicológica desses indivíduos durante o processo de reabilitação também devem ser aplicados devido a sua possível influência no retorno ao esporte após a reconstrução ligamentar (ARDERN *et al.*, 2016b; GOKELER *et al.*, 2017; WELLING *et al.*, 2018).

Assim como nos atletas profissionais, o sucesso do processo de reabilitação após a cirurgia de LCA em atletas não profissionais está relacionado com o alcance dos critérios de liberação para o retorno à prática esportiva (LOSCIALE *et al.*, 2019). Nesses atletas, o processo de reabilitação após a cirurgia de LCA envolve dois momentos cruciais: 1) a alta do tratamento fisioterapêutico clínico; 2) a liberação para o esporte. Não existem informações sobre os parâmetros físicos das articulações de quadril, joelho e tornozelo avaliados após a alta do tratamento fisioterapêutico clínico e a liberação para o esporte, e o impacto destes parâmetros no alcance dos critérios funcionais e psicológicos de retorno ao esporte estabelecidos na literatura. Além disso, a investigação sobre as modificações nos parâmetros físicos, funcionais e psicológicos ocorridas entre a alta do tratamento fisioterapêutico clínico e a liberação para o esporte também pode fornecer evidências sobre o impacto destas mudanças para o retorno ao nível de atividade

anterior à lesão ligamentar. Dessa forma, o Estudo 2 foi proposto com o objetivo de investigar fatores contribuintes para o sucesso da reabilitação de atletas não profissionais submetidos à cirurgia de reconstrução do LCA, avaliados após a alta clínica fisioterapêutica e após a liberação para o retorno à prática esportiva. Na primeira etapa do estudo, foi feita a comparação de parâmetros físicos das articulações de quadril, joelho e tornozelo no momento da alta clínica fisioterapêutica e da liberação para o esporte, entre os atletas que, no retorno à prática esportiva, atenderam à maioria dos critérios não-físicos de retorno ao esporte (critérios funcionais e psicológicos) e indivíduos que não atenderam à maioria destes critérios. Na segunda etapa do estudo, foi investigado se mudanças na aptidão psicológica, na auto-avaliação da função do joelho, na capacidade funcional e em parâmetros físicos das articulações de quadril, joelho e tornozelo, ocorridas entre a alta do tratamento fisioterapêutico clínico e a liberação para retornar ao esporte, diferenciam os atletas que retornaram ou não ao nível de participação esportiva pré-lesão do LCA.

Na primeira etapa do Estudo 2 que compõe a presente tese, atletas amadores e recreacionais submetidos à reconstrução do LCA, foram submetidos, após a alta do tratamento fisioterapêutico clínico, à avaliação da rigidez passiva de quadril, amplitude de dorsiflexão de tornozelo e força isométrica dos músculos extensores e flexores de joelho, rotadores laterais e abdutores de quadril. Ao serem liberados pelo cirurgião ortopedista para retornar às atividades esportivas, os atletas foram novamente submetidos à avaliação de parâmetros físicos (amplitude de dorsiflexão do tornozelo, rigidez passiva do quadril, força isométrica dos músculos extensores e flexores de joelho, rotadores laterais e abdutores de quadril) e a um conjunto de medidas propostas na literatura para definir a liberação para o esporte (VAN MELICK *et al.*, 2016; GOKELER *et al.*, 2017; WELLING *et al.*, 2018): salto único unipodal (*hop test*) e questionários ACL-RSI e IKDC, que avaliam, respectivamente, a aptidão psicológica e a auto-percepção da função de pacientes após a reconstrução ligamentar. Os seguintes valores, obtidos a partir da aplicação destes questionários e teste funcional, foram utilizados como critérios de retorno ao esporte: pontuação mínima de 56 pontos no questionário ACL-RSI (WEBSTER, FELLER, LAMBROS, 2008), pontuação maior ou igual ao percentil 15 no questionário subjetivo do IKDC, considerando dados normativos estabelecidos para indivíduos saudáveis, de acordo com sexo e idade (IRRGANG *et al.*, 2001; ANDERSON *et al.*,

2006), e 90% de simetria em relação ao membro não-operado para a distância obtida no teste de salto único unipodal (GOKELER *et al.*, 2017; WELLING *et al.*, 2018). Os pacientes aprovados em dois ou três critérios foram incluídos no Grupo Aprovados e os demais indivíduos, que foram aprovados em apenas um ou em nenhum critério, foram incluídos no Grupo Reprovados. Os indivíduos do Grupo Aprovados foram comparados aos indivíduos do Grupo Reprovados em relação às seguintes medidas físicas, avaliadas após a alta do tratamento fisioterapêutico clínico, e após a liberação para o esporte: amplitude de dorsiflexão do tornozelo, rigidez passiva do quadril, torque isométrico de flexores e extensores de joelho e abdutores e rotadores laterais de quadril.

Na segunda etapa do Estudo 2, os mesmos atletas foram comparados em relação às modificações nas capacidades física e funcional e na aptidão psicológica, ocorridas entre a alta do tratamento fisioterapêutico clínico e a liberação para o esporte, para verificar o impacto destas mudanças para o retorno ao esporte após a reconstrução ligamentar. Assim, a aptidão psicológica, o nível funcional avaliado de maneira subjetiva (pontuação no questionário IKDC) e objetiva (distância no teste de capacidade de salto unipodal) e parâmetros físicos envolvendo quadril, joelho e tornozelo (rigidez passiva de quadril, amplitude de dorsiflexão de tornozelo e torque isométrico dos músculos extensores e flexores de joelho, rotadores laterais e abdutores de quadril), foram avaliados em duas fases distintas do processo de reabilitação. A mudança nestes parâmetros físicos, funcionais e psicológicos durante a reabilitação (diferença entre os valores obtidos na liberação para o esporte e na alta do tratamento clínico) foi documentada. Após seis meses da liberação para o esporte (em torno de um ano após a cirurgia), os atletas foram novamente avaliados para determinar se retornaram ao esporte com nível de participação esportiva semelhante ao período anterior à lesão ligamentar. De acordo com a pontuação na escala Tegner de participação esportiva (TEGNER & LYSHOLM, 1985), a amostra do estudo foi dicotomizada em Grupo Retorno ao Esporte e Grupo Não-Retorno ao Esporte.

2 OBJETIVOS

2.1 Estudo 1:

2.1.1 Objetivo Geral:

Descrever a prática clínica atual dos fisioterapeutas brasileiros que atuam com pacientes submetidos à reconstrução do LCA.

2.1.2 Objetivos Específicos:

- Investigar as medidas/critérios utilizados pelos fisioterapeutas para definir a alta do tratamento fisioterapêutico clínico e o retorno ao esporte de indivíduos submetidos à reconstrução do LCA;
- Analisar os fatores associados com a utilização das medidas/critérios recomendados na literatura para liberação para o esporte após a reconstrução do LCA.

2.2 Estudo 2:

2.2.1 Objetivo Geral:

Investigar os fatores contribuintes para o sucesso do processo de reabilitação de atletas não profissionais submetidos à reconstrução do LCA.

2.2.2 Objetivos Específicos:

- Comparar parâmetros físicos das articulações de quadril, joelho e tornozelo, avaliados após a alta do tratamento fisioterapêutico clínico e a liberação para o esporte, entre indivíduos que, ao serem liberados para a prática esportiva, atenderam à maioria dos critérios funcionais e psicológicos de retorno ao esporte e indivíduos que não atenderam à maioria destes critérios;
- Investigar se mudanças na aptidão psicológica, na auto-percepção de função, na capacidade funcional e em parâmetros físicos das articulações de quadril,

joelho e tornozelo, durante o processo de reabilitação, diferenciam indivíduos que retornaram e que não retornaram ao esporte com nível de participação esportiva semelhante ao período anterior à lesão ligamentar.

3 HIPÓTESES

3.1 Hipótese do Estudo 1:

H1- A utilização das principais medidas/critérios de liberação para o esporte após a reconstrução do LCA estará associada com o tempo de experiência, titulação acadêmica e certificação profissional em Fisioterapia Traumato-Ortopédica e Esportiva.

3.2 Hipóteses do Estudo 2:

H1- Indivíduos aprovados na maioria dos critérios funcionais e psicológicos de liberação para o esporte estabelecidos na literatura apresentarão, após a alta do tratamento fisioterapêutico clínico e após a liberação para retornar ao esporte, maior força muscular de joelho e quadril, maior mobilidade de dorsiflexão de tornozelo e maior rigidez de quadril, bilateralmente, quando comparados a indivíduos que não atendem à maioria destes critérios.

H2- Indivíduos que retornam ao esporte com nível de participação esportiva semelhante ao período anterior à lesão ligamentar apresentarão, durante o período de reabilitação, maior ganho de força muscular de quadril e joelho, de mobilidade de dorsiflexão do tornozelo, de rigidez do quadril e da capacidade de salto unipodal, bilateralmente, quando comparados a indivíduos que reduzem a participação esportiva após a reconstrução do LCA.

H3- Indivíduos que retornam ao esporte com nível de participação esportiva semelhante ao período anterior à lesão ligamentar apresentarão, durante o período de reabilitação, maior mudança da aptidão psicológica e da auto-percepção de função do joelho, quando comparados a indivíduos que reduzem a participação esportiva após a reconstrução do LCA.

4 ARTIGO 1

Title: Current Clinical Practice and Return to Sport Criteria after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: a Survey of Brazilian Physical Therapists¹

¹ Artigo formatado de acordo com as normas do periódico *Physical Therapy in Sport*.

² Artigo elaborado de acordo com as normas de publicação do periódico *Knee Surgery, Sports*

Abstract

Objectives: To describe the current clinical practice of Brazilian physical therapists that treat patients who underwent anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR), including the measures/criteria used to support the decision-making process regarding clinical rehabilitation discharge and return to sport. The secondary aim was to analyze factors associated with the proper use of the most recommended measures/criteria.

Design: Cross-sectional survey.

Setting: Online platform.

Participants: Brazilian physical therapists (n=439).

Main Outcome Measures: Clinical practice data related to ACLR rehabilitation, including the measures/criteria used to define clinical rehabilitation discharge and return to sport.

Results: Only 6.4% of the physical therapists use the most recommended measures/criteria for return to sport after ACLR. Professional certification in Sports Physical Therapy was the only factor associated with the use of these recommended measures/criteria ($p=0.024$). The measures most used for clinical rehabilitation discharge (69.5% to 85.9%) and return to sport (65.4% to 75.2%) were related to physical factors. A small number of professionals applies questionnaires to assess functional (16.6% to 19.6%) and psychological (19.1% to 24.6%) aspects of their patients to support the decision-making process.

Conclusions: Most Brazilian physical therapists do not use in their clinical practice the recommended measures/criteria for clinical rehabilitation discharge and return to sport after ACLR.

Keywords: rehabilitation; sports injury; clinical decision-making; physical therapy.

Introduction

Anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR) is a common intervention for individuals with ligament tear and restrictions in performing sports activities (Eggerding, Meuffels, Bierma-Zeinstra, Verhaar & Reijman, 2015; Mall *et al.*, 2014). The return to sport (RTS) after surgery is one of the patient's main objectives (Feucht *et al.*, 2016), and it should be the main outcome sought by the physical therapists in postoperative rehabilitation. Therefore, physical therapists should use proper measures and criteria to determine the patient's readiness to RTS (Barber-Westin & Noyes, 2011b; Van Melick *et al.*, 2016).

The criterion for RTS clearance most frequently used by the professionals involved in anterior cruciate ligament (ACL) rehabilitation is the time after surgery (Barber-Westin & Noyes, 2011a; Bauer, Feeley, Wawrzyniak, Pinkowsky & Gallo, 2014), as it reflects changes in the indicators of healing and graft maturation (Claes, Verdonk, Forsyth, Manal, Buchanan & Snyder-Mackler, 2011; Joreitz, Lynch, Rabuck, Lynch, Davin & Irrgang, 2016). In addition to time-based criterion, other objective criteria for RTS are necessary to ensure that the patient undergoing ligament reconstruction is capable to tolerate the physical demands normally imposed during sports activities (Barber-Westin & Noyes, 2011b; Davies, McCarty, Provencher & Manske, 2017; Dingenen & Gokeler, 2017; Narducci, Waltz, Gorski, Leppla & Donaldson, 2011). However, a systematic review showed that 40% of the studies did not have criteria for RTS, 32% used the time-based criterion and only 13% used objective criteria for RTS (Barber-Westin & Noyes, 2011a). In this context, measures and criteria used to determine RTS after ACLR have been extensively investigated in recent years, despite the great variation in published recommendations (Davies *et al.*, 2017; Gokeler, Welling, Zaffagnini, Seil & Padua, 2017; Grindem, Snyder-Mackler, Moksnes, Engebretsen & Risberg, 2016; Kyritsis, Bahr, Landreau, Miladi & Witvrouw, 2016; Welling, Benjaminse, Seil, Lemmink, Zaffagnini & Gokeler, 2018). For example, some studies only evaluate

physical and functional factors of the athletes, ignoring the psychological aspects involved in the RTS (Grindem *et al.*, 2016; Kyritsis *et al.*, 2016). On the other hand, other studies include measures of knee joint laxity (McGrath *et al.*, 2016) or movement pattern (Gokeler *et al.*, 2017; Welling *et al.*, 2018) in the battery of tests used for clinical decision-making about RTS clearance. Although there is no consensus, the most recommended measures/criteria to assess the readiness to RTS after ACLR are: quadriceps and hamstring strength, performance during functional tests (e.g. distance reached during the hop test), patient-reported functional outcome and psychological readiness to RTS (Gokeler *et al.*, 2017; Lynch *et al.*, 2015; Van Melick *et al.*, 2016; Welling *et al.*, 2018). Thus, these measures should be routinely applied by physical therapists during the postoperative rehabilitation process.

The decision about the individual's readiness to RTS should be performed by professionals who regularly treat patients after ACLR, which contributes to the success of postoperative rehabilitation (Dingenen & Gokeler, 2017; Lynch *et al.*, 2015). Recently, American and Australian physical therapists were investigated about their clinical practice in ACL postoperative rehabilitation and substantial differences were observed in the findings about the measures and objective criteria used to define the RTS clearance (Ebert *et al.*, 2019; Greenberg, Greenberg, Albaugh, Storey & Ganley, 2018). However, there is no data about the clinical practice and criteria used for professionals from other countries to define the RTS clearance. Physical therapists working in Brazil, for example, have difficulties in incorporating the scientific evidence in the clinical decision-making process (Mendonça, Bittencourt, Alves, Resende & Serrão, 2018; Silva, Costa & Costa, 2015). In addition, clinical experience, academic degree and specialty certification can influence the access to scientific evidence and the use of the measures and criteria for RTS recommended in the literature (Hedt, Holland, Lambert, Harris & McCulloch, 2018). In this context, it is possible that these professionals do not apply the recommended measures and criteria for RTS after ACLR.

Therefore, the purposes of this study were threefold: (1) to describe the current clinical practice of Brazilian physical therapists that usually treat patients with ACLR; (2) to investigate the measures/criteria that substantiate the decision-making process regarding RTS after ACLR used by these professionals; and (3) to analyze the factors associated with the use of the most recommended measures/criteria for RTS clearance.

Methods

Study Design

This study was a cross-sectional survey of Brazilian physical therapists that was approved by the university's Research Ethics Committee (protocol number 51018115.3.0000.5149).

Participants

Brazilian physical therapists received an invitation with a link to an electronic survey by means of Facebook, Instagram, WhatsApp applications or by e-mail from the Physical Therapy Registration Boards of four Brazilian states (CREFITO) and from the Brazilian Boards of Sports and Orthopaedics Physical Therapy Specialists (SONAFE and ABRAFITO, respectively). Informed consent form was included in the survey. After selecting “yes” to the question about the informed consent to participate, the physical therapist accessed the survey. If he/she did not agree, the questionnaire was finished. The responses were collected from November 2017 to May 2018. Physical therapists with less than 1 year of clinical experience in ACL rehabilitation and those who did not fill out the questions regarding the time of professional experience or on the use of measures/criteria for RTS were excluded.

Procedures

An electronic survey questionnaire was developed on the online platform Google Forms according to evidence gathered from the literature. Six experienced physical therapists

reviewed the questionnaire and all suggestions were considered for the elaboration of the final version of the electronic survey (Appendix). This survey contained items separated in four sections: (1) a brief description of the research purpose and procedures; (2) the informed consent form; (3) demographic and professional data, such as gender, age, primary practice setting, highest level of education, and years of experience in ACL rehabilitation; and (4) ten questions about clinical practice related to ACL postoperative rehabilitation, including the measures/criteria used to define clinical rehabilitation discharge (end of physical therapy treatment) and RTS. The physical therapist was allowed to select as many alternatives as he/she considered appropriate in the questions related to the measures/criteria of clinical rehabilitation discharge and RTS. The estimated time to complete the questionnaire was about 10-15 minutes. Answers were automatically saved in an Excel spreadsheet and stored on the Google server.

This study followed the recommendations of the Checklist for Reporting Results of Internet E-Surveys (CHERRIES) statement guideline (Eysenbach, 2004).

Data Analysis

Descriptive analysis was used to characterize the demographic and professional data of the participants. The responses about the clinical practice of the physical therapists in the ACL postoperative rehabilitation, including the criteria for clinical rehabilitation discharge and RTS, were analyzed through frequency and percentage measures. Chi-square Tests with Yates' continuity correction tested the association between the use of the main measures/criteria recommended for RTS clearance and the level of experience, the academic degree and the specialty certification of the physical therapist. The probability of type I error was set at 0.05.

Results

A total of 481 physical therapists accessed the online questionnaire, but nine refused to participate. Of the remaining 472, twenty-six had less than one year of experience with ACL postoperative rehabilitation, and seven did not answer the questions about the time of clinical practice and the criteria they used to release their patients to RTS. These data were excluded. Therefore, the final sample consisted of 439 participants (**FIGURE 1**).

Insert Figure 1 here.

Demographic and Professional Characteristics

The descriptions of demographics and clinical practice of the physical therapists who participated in the survey are presented in **TABLES 1** and **2**, respectively. There was a homogeneous distribution in relation to gender, and the majority (83.6%) of physical therapists was less than 40 years old (mean age = 34.18 ± 7.81 years), lived in the southeastern region of Brazil (75.4%) and had completed at least one specialization course (80.2%). Most of respondents (70.2%) had at least five years of experience with postoperative ACL rehabilitation (mean time of experience = 8.44 ± 6.33 years), practiced individualized sessions (62.6%) for recreational or amateur athletes (84.1%) in private clinics/offices (66.1%). Most of them also had no specialty certification in Orthopaedics Physical Therapy (86.8%) or in Sports Physical Therapy (80.6%). One-hundred and sixteen physical therapists worked in sports teams (26.4%). Of these, 50% worked with soccer teams, followed by basketball (15.52%), fighting sports (12.93%) and volleyball (12.07%).

Insert Tables 1 and 2 here.

Current Clinical Practice

Postoperative rehabilitation is initiated less than 1 week after hospital discharge for 38.5% of the respondents, 47.8% of them start rehabilitation between 1 and 2 weeks and 13.7% start after 3 weeks. Most participants (76.5%) are directly responsible for the decision-making about clinical rehabilitation discharge, for 17.5% this decision is a responsibility of a multidisciplinary team and 5.9% follow instructions given by an orthopaedic surgeon. For 62.1% of participants, the RTS clearance is determined by a multidisciplinary team, followed by the physical therapist (25.1%) and the orthopaedic surgeon (12.8%).

Most physical therapists recommended a maximum time off sports of 7 months (1 to 3 months = 15.3%, 4 to 5 months = 21.2%, 6 to 7 months = 41.0%). Only 21.9% of the physical therapists recommend a withdrawal from sports of 8 months or more (8 to 9 months = 17.8%; 10 to 12 months = 4.1%).

Only 2.05% and 6.15% of the physical therapists who answered the survey do not use any specific measure/criteria of clinical rehabilitation discharge or RTS, respectively. Most of the measures/criteria used for clinical rehabilitation discharge are related to physical factors, and the majority of physical therapists (> 50%) reported frequent use of the following measures: strength of quadriceps, hamstring and hip muscles, knee range of motion, movement patterns and performance in functional tests (**FIGURE 2**). For the RTS clearance, knee range of motion and strength of the knee and hip muscles were reported by most participants (65.4% to 75.2%) (**FIGURE 3**).

Insert Figures 2 and 3 here.

Twenty-eight (6.4%) Brazilian physical therapists reported using all the five measures most recommended in the literature for defining the RTS after ACLR (quadriceps and

hamstring strength, performance during functional tests, score in functional scales and psychological readiness to RTS). Analysis of the factors related to the application of these criteria by the physical therapists showed no association with time of experience ($X^2 = 1.879$; $p = 0.170$), academic degree ($X^2 = 1.168$; $p = 0.280$) and specialty certification in Orthopaedics Physical Therapy ($X^2 = 0.563$; $p = 0.453$). The only factor that was associated with the use of all recommended measures/criteria was having specialist certification in Sports Physical Therapy ($X^2 = 5.122$; $p = 0.024$).

Discussion

Brazilian physical therapists were surveyed about their current clinical practice in the rehabilitation of patients following ACLR. The survey included questions about their measures/criteria currently used in the decision-making process regarding clinical rehabilitation discharge and RTS clearance after surgery. A small number of physical therapists reported using in their practice all five main measures recommended in the literature to allow patient return to sports activities after ACLR. Most practitioners indicated the assessment of physical aspects, but the patient's self-reported functional status and psychological readiness to RTS were neglected by more than 80% of physical therapists. Thus, the results of the present study indicate that there is a wide disparity between the clinical practice of Brazilian physical therapists and the current scientific evidence about the RTS after ACLR.

Measures and criteria for RTS clearance after ACLR should not be restricted to physical assessment, as it should also include the functional and psychological attributes of the athlete (Dingenen & Gokeler, 2017; Van Melick *et al.*, 2016). In the present study, only a minority of physical therapists (6.4%) reported using a combination of the main measures/criteria recommended in the literature for RTS. The use of the recommended

measures/criteria was only associated with the fact that the physical therapist is a certified specialist in Sports Physical Therapy. On the other hand, time of clinical practice, academic degree and having a specialty certification in Orthopaedic Physical Therapy did not contribute to the use of the recommended measures/criteria. This demonstrates the importance of specialized, practice-oriented continuing education for adequate professional performance, since recommendations based on evidence about RTS appear to be more widely disseminated among members of scientific associations of Sports Physical Therapy. Events and other informative actions (e.g. books and other materials published by professional update programs) promoted by these organizations allow frequent updating of the professionals' knowledge and may facilitate access to high quality evidence.

Time after surgery was considered a criterion for RTS by slightly less than half of the physical therapists interviewed (46.5%), and most respondents (approximately 80%) recommended a time away from the sport lower than seven months. Traditionally, the recommended period of withdrawal from the sport has been six months (Barber-Westin & Noyes, 2011a). However, Grindem *et al.* showed that, after six months of ACLR reconstruction, there is a 51% reduction in the risk of new knee injuries with each month of postponement on RTS (Grindem *et al.*, 2016). As there was no additional reduction of this risk from the ninth month onwards after surgery, this was the period recommended by the researchers to RTS. Many authors have reasoned against early return to sports practice (Capin *et al.*, 2017; Grindem *et al.*, 2016; Nagelli & Hewett, 2017). However, only about 20% of the participants in the present study reported recommending a time away from the sport of 8 months or more, showing the lack of adherence of Brazilian physical therapists to the most recent recommendations.

The time after surgery should not be the only criterion used to evaluate patient readiness to RTS. Professionals should consider objective measures/criteria that include the

physical, functional and psychological domains of the athlete (Gokeler et al, 2017; Lynch *et al.*, 2015; Van Melick *et al.*, 2016; Welling *et al.*, 2018). The clinical rehabilitation discharge - which consists of the transition from the clinical treatment to physical and functional reconditioning specific to the athlete's sports activity - and return to unrestricted sports activities, are two crucial stages in the rehabilitation process (Wilk, Macrina, Cain, Dugas & Andrews, 2012). Therefore, physical therapists should perform a comprehensive and careful evaluation to identify the physical, functional and psychological condition of patients undergoing ACLR at both stages. Although these criteria are widely recommended, the present study showed that, in order to establish the completion of the clinical rehabilitation, most physical therapists prioritize physical parameters, movement patterns and performance of patients in functional tasks, leaving these other important measures aside. In addition, more than a third of the physical therapists use clinical orthopaedic tests and post-surgery time as parameters for discharging from rehabilitation. However, these parameters (e.g. Lachman, pivot-shift and anterior drawer tests results) inform only about mechanical passive stability of the knee joint, not providing information about the improvement on physical attributes and the functional status of the patient after rehabilitation (Lee, Yang, Cho, Lee & Kim, 2018; Tagesson, Oberg & Kvist, 2015). On the other hand, only in the RTS phase, the post-surgery time is an important criterion, since the time-based criterion avoids an early return to the sports practice. Notwithstanding, using time as a parameter to establish the end of clinical rehabilitation may permit patients without physical, functional and/or psychological conditions to progress to the physical and functional reconditioning phase without being fully able to do so. Again, a large number of Brazilian physical therapists fail to use adequate criteria for patient release to initiate physical and functional reconditioning specific to the athlete's sports activity.

In the present study, less than a quarter of physical therapists reported assessing psychological aspects during clinical rehabilitation discharge and RTS. The inclusion of psychological function during the rehabilitation process is important because it influences the RTS after ACLR (Ardern, Osterberg, Tagesson, Gauffin, Webster & Kvis, 2014; Ardern, Taylor, Feller, Whitehead & Webster, 2013; Everhart, Best & Flanigan, 2015; Langford, Webster & Feller, 2009). In contrast to the present study, a survey conducted in Australia found that almost 90% of Australian physical therapists consider psychological readiness to establish RTS clearance after ACLR (Ebert *et al.*, 2019). Several researchers have examined the psychological aspects that favor or prevent the individual undergoing ACLR from returning to sports practice (Ardern *et al.*, 2014; Ardern *et al.*, 2013; Everhart, Best & Flanigan, 2015; Flanigan, Everhart, Pedroza, Smithe & Kaeding, 2013; Hartigan, Lynch, Logerstedt, Chmielewski & Snyder-Mackler, 2013; Langford, Webster & Feller, 2009; Thomeé, Währborg, Börjesson, Thomeé, Eriksson & Karlsson, 2008). Self-efficacy (ability perceived by the individual to perform a task that exerts demands on the knee) and kinesiophobia (fear of rupture of the graft or contralateral ligament) are psychological conditions already reported as being able to interfere in the RTS after this surgical procedure (Flanigan *et al.*, 2013; Hartigan *et al.*, 2013; Thomeé *et al.*, 2008). To reinforce the importance of assessing psychological aspects, the Anterior Cruciate Ligament – Return to Sport after Injury Scale (ACL-RSI) was developed specifically to assess the psychological readiness to RTS of patients with ACLR or injury (Webster, Feller & Lambros, 2008). Some studies have shown that this scale is capable of discriminating individuals who returned or not to sport after ACLR (Ardern *et al.*, 2014; Langford, Webster & Feller, 2009). In addition, a score higher than 56 points in this scale was suggested as a criterion for RTS clearance (Gokeler *et al.*, 2017; Welling *et al.*, 2018). Therefore, physical therapists should add this instrument to the assessment procedures during ACL postoperative rehabilitation.

Unfortunately, despite the availability of information about the influence of psychological aspects in RTS, Brazilian physical therapists still neglect this type of evaluation.

A great number of physical therapists assigned movement pattern as a measure/criterion of clinical rehabilitation discharge (56.9%) and RTS (49.7%). Some authors propose the inclusion of the Landing Error Scoring System (LESS), which assesses the movement pattern during jumping, as a measure that may indicate the readiness to RTS after ACLR (Gokeler *et al.*, 2017; Welling *et al.*, 2018). There is still no consensus on its use to decide the RTS clearance, as opposed to measures of performance in functional tests. Tests that mechanically stress knee structures to simulate sports activities demands are often recommended as a method of objective evaluation of functional outcome of the ACLR and as a criterion of RTS (Engelen-van Melick, van Cingel, Tijssen & Nijhuis-van der Sanden, 2013; Gokeler *et al.*, 2017; Reid, Birmingham, Stratford, Alcock & Giffin, 2007; Welling *et al.*, 2018). In the present study, physical therapists reported the use of performance in functional tests more often as a measure/criteria for rehabilitation discharge (52%) than its use for RTS clearance (42%). We did not expect this result, since the purpose of these tests is to verify the patient's ability to meet the mechanical demands normally imposed during sports activities.

Among the main measures/criteria recommended in the literature for RTS, the option indicated by the smallest number of physical therapists (16.6%) was the score in functional scales/questionnaires. However, patient-reported outcome instruments should be used to assist in documenting functional status from the patient's point of view (Logerstedt *et al.*, 2014; Logerstedt *et al.*, 2012; Van Meer *et al.*, 2013). The functional outcome assessed from the patient's perspective is commonly measured through subjective questionnaires, such as the International Knee Documentation Committee (IKDC) subjective form (Irrgang *et al.*, 2001; Logerstedt *et al.*, 2014; Logerstedt *et al.*, 2012). A consensus of experts indicated the IKDC questionnaire as an essential measure of self-reported knee function to define success after

ACLR and injury (Lynch *et al.*, 2015). Additionally, IKDC scores greater than the normative 15th percentile score of uninjured individuals (Anderson, Irrgang, Mocher, Mann & Harrast, 2006) were proposed as criteria for RTS clearance (Gokeler *et al.*, 2017; Logerstedt *et al.*, 2014; Welling *et al.*, 2018). Thus, measures related to the patient's appraisal of their functional status should also be included in a more comprehensive assessment of the individual's readiness to RTS. Although there is wide recommendation to use patient-reported outcome measures in the process of determining the RTS clearance, this study showed that Brazilian physical therapists do not work with these instruments as frequently as they should.

The present study has some limitations related to the method of data collection. The questionnaire was distributed by e-mail and social networks. So, professionals who use these networks more often were more prone to be willing to respond. On the other hand, electronic surveys are able to reach a greater number of respondents, are of low cost and are easily accessed. Another limitation refers to the higher concentration of respondents in the southeastern region of the country. However, this is the most populous region in Brazil and also has the largest number of physical therapy education programs and registered physical therapists (Sampaio *et al.*, 2019). Additionally, it was not possible to calculate the survey respondent rate. When the study was carried out, the Brazilian Boards of Sports and Orthopaedic Physical Therapy Specialists were composed, respectively, by 159 and 206 partners, thus corresponding to a 53% and 28% participation of its associates in the survey. Some of these associates did not respond to the questionnaire because they did not have practice in ACL postoperative rehabilitation, and therefore did not meet the inclusion criteria of the study. Nevertheless, the possibility of a selection bias cannot be ruled out since respondents are possibly the professionals with the most interest in the subject of the questionnaire.

The results of the present study provide new data regarding current clinical practice of Brazilian physical therapists that usually work with ACL rehabilitation. This information helps to characterize the clinical routine of physical therapists involved in the treatment of patients following ACLR and encourages the use of appropriate measures/criteria for clinical rehabilitation discharge and RTS. However, further research should be performed to identify how the application of these measures/criteria may affect the success of postoperative ACL rehabilitation.

Conclusion

The present study identified that less than 10% of Brazilian physical therapists use all of the main measures/criteria recommended in the scientific literature to define the RTS after ACLR. Although most practitioners use measures related to physical factors in this decision-making process (e.g., muscle strength and range of motion), a small number of physical therapists use valid questionnaires to assess functional or psychological aspects that influence the treatment outcomes (e.g., patient-reported functional outcome and psychological readiness). In addition, the results indicate that the use of the measures/criteria recommended in the literature is unrelated to the time of experience or academic degree of the professional. On the other hand, specialty certification in sports rehabilitation contributes to the use of evidence-based measures related to success in the return to sports practice.

Highlights

- Brazilian physical therapists do not use the recommended criteria for return to sport after ACLR.
- Psychological aspects after ACLR are neglected by Brazilian physical therapists.
- Functional questionnaires are not used by Brazilian physical therapists after ACLR.

- Sports physical therapists use most often the recommended criteria for return to sport after ACLR.

Acknowledgments

The authors would like to thank the *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES - Finance Code 001)* and the *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)* for their financial support; the Physical Therapy Registration Boards (CREFITO of Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina and São Paulo states) and the Brazilian Boards of Sports and Orthopaedics Physical Therapy Specialties (SONAFE and ABRAFITO, respectively), for sending the link of the electronic survey.

References

- Anderson AF, Irrgang JJ, Mocher MS, Mann BJ, Harrast JJ. The International Knee Documentation Committee Subjective Knee Evaluation Form: normative data. *Am J Sports Med.* 2006; 34(1): 128-35.
- Ardern CL, Osterberg A, Tagesson S, Gauffin H, Webster KE, Kvist J. The impact of psychological readiness to return to sport and recreational activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med.* 2014; 48(22): 1613-19. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093842>.
- Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Whitehead TS, Webster KE. Psychological responses matter in returning to preinjury level of sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am J Sports Med.* 2013; 41(7): 1549-1558. <http://doi.org/10.1177/0363546513489284>.
- Barber-Westin SD, Noyes FR. Factors used to determine return to unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2011a; 27(12): 1697–1705. <http://doi.org/10.1016/j.arthro.2011.09.009>.
- Barber-Westin SD, Noyes FR. Objective criteria for return to athletics after anterior cruciate ligament reconstruction and subsequent reinjury rates: a systematic review. *Phys Sportsmed.* 2011b; 39: 100-110. <http://doi.org/10.3810/psm.2011.09.1926>.
- Bauer M, Feeley BT, Wawrzyniak JR, Pinkowsky G, Gallo RA. Factors affecting return to play after anterior cruciate ligament reconstruction: a review of the current literature. *Phys*

Sportsmed. 2014; 42(4): 71-9. <http://doi.org/10.3810/psm.2014.11.2093>.

Capin, JJ, Khandha A, Zarzycki R, *et al.* Gait mechanics and second ACL rupture: implications for delaying return-to-sport. *J Orthop Res.* 2017; 35(9): 1894-1901. <http://doi.org/10.1002/jor.23476>.

Claes S, Verdonk P, Forsyth R, Manal K, Buchanan TS, Snyder-Mackler L. The "ligamentization" process in anterior cruciate ligament reconstruction: what happens to the human graft? A systematic review of the literature. *Am J Sports Med.* 2011; 39 (11): 2476-83. <http://doi.org/10.1177/0363546511402662>.

Davies GJ, McCarty E, Provencher M, Manske RC. ACL return to sport guidelines and criteria. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2017; 10(3): 307-14. <http://doi.org/10.1007/s12178-017-9420-9>.

Dingenen B, Gokeler A. Optimization of the return-to-sport paradigm after anterior cruciate ligament reconstruction: a critical step back to move forward. *Sports Med.* 2017; 47(8): 1487-1500. <http://doi.org/10.1007/s40279-017-0674-6>.

Ebert JR, Webster KE, Edwards PK, *et al.* Current perspectives of Australian therapists on rehabilitation and return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction: A survey. *Phys Ther Sports.* 2019; 35: 139-145. <http://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.12.004>.

Eggerding V, Meuffels DE, Bierma-Zeinstra SM, Verhaar JA, Reijman M. Factors related to the need for surgical reconstruction after anterior cruciate ligament rupture: a systematic review of the literature. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2015; 45(1): 37-44. <http://doi.org/10.2519/jospt.2015.5183>.

Engelen-van Melick N, van Cingel REH, Tijssen MPW, Nijhuis-van der Sanden MW. Assessment of functional performance after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of measurement procedures. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013; 21: 869–79. <http://doi.org/10.1007/s00167-012-2030-6>.

Everhart, JS, Best TM, Flanigan DC. Psychological predictors of anterior cruciate ligament reconstruction outcomes: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015; 23(3): 752-62. <http://doi.org/10.1007/s00167-013-2699-1>.

Eysenbach G. Improving the quality of web surveys: the Checklist for Reporting Results of Internet E-Surveys (CHERRIES). *J Med Internet Res.* 2004; 6: e34. <http://doi.org/10.2196/jmir.6.3.e34>

Feucht MT, Cotic M, Saier T, *et al.* Patient expectations of primary and revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016; 24(1): 201-7. <http://doi.org/10.1007/s00167-014-3364-z>.

Flanigan DC, Everhart JS, Pedroza A, Smithe T, Kaeding CC. Fear of reinjury (kinesiophobia) and persistent knee symptoms are common factors for lack of return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2013; 29 (8): 1322-9. <http://doi.org/10.1016/j.arthro.2013.05.015>.

Gokeler A, Welling W, Zaffagnini S, Seil R, Padua D. Development of a test battery to enhance safe return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery Sports Traumatol Arthrosc.* 2017; 25(1): 192-199. <http://doi.org/10.1007/s00167-016-4246-3>.

Greenberg EM, Greenberg ET, Albaugh J, Storey E, Ganley TJ. Rehabilitation Practice Patterns Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Survey of Physical Therapists. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2018 Oct; 48 (10): 801-811. <http://doi.org/10.2519/jospt.2018.8264>.

Grindem H, Snyder-Mackler L, Moksnes H, Engebretsen L, Risberg MA. Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *Br J Sports Med.* 2016; 50(13): 804-8. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096031>.

Hartigan EH, Lynch AD, Logerstedt DS, Chmielewski TL, Snyder-Mackler L. Kinesiophobia after anterior cruciate ligament rupture and reconstruction: noncopers versus potential copers. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013; 43(11): 821-32. <http://doi.org/10.2519/jospt.2013.4514>.

Hedt CA, Holland SB, Lambert BS, Harris JD, McCulloch PC. The utilization of interval throwing programs in the physical therapy setting: a cross-sectional survey. *J Sport Rehabilitation.* 2018; 24: 1-22. <http://doi.org/10.1123/jsr.2017-0237>.

Irrgang JJ, Anderson AF, Boland AL, *et al.* Development and validation of the International Knee Documentation Committee subjective knee form. *Am J Sports Med.* 2001; 29(5): 600–13. <http://doi.org/10.1177/03635465010290051301>.

Joreitz R, Lynch A, Rabuck S, Lynch B, Davin S, Irrgang J. Patient-specific and surgery-specific factors that affect return to sport after ACL reconstruction. *Int J Sports Phys Ther.* 2016; 11(2): 264-78.

Kyritsis O, Barh R, Landreau P, Miladi R, Witvrouw E. Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture. *Br J Sports Med.* 2016; 50(15): 946-51. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095908>.

Langford JL, Webster KE, Feller JA. A prospective longitudinal study to assess psychological changes following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Br J Sports Med.* 2009; 43(5): 377-81. <http://doi.org/10.1136/bjism.2007.044818>.

Lee DW, Yang SJ, Cho SI, Lee JH, Kim JG. Single-leg vertical jump test as a functional test after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee.* 2018; 25(6): 1016-1026. <http://doi.org/10.1016/j.knee.2018.07.014>.

Logerstedt, D, Di Stasi S, Grindem H, *et al.* Self-reported knee function can identify athletes who fail return-to-activity criteria up to 1 year after anterior cruciate ligament reconstruction: a Delaware-Oslo ACL cohort study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2014; 44(12): 914-23. <http://doi.org/10.2519/jospt.2014.4852>.

Logerstedt D, Grindem H, Lynch A, *et al.* Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function after anterior cruciate reconstruction. *Am J Sports Med.* 2012; 40(10): 2348-56. <http://doi.org/10.1177/0363546512457551>.

Lynch AD, Logerstedt DS, Grindem H, *et al.* Consensus criteria for defining “successful outcome” after ACL injury and reconstruction: A Delaware-Oslo ACL cohort investigation. *Br J Sports Med.* 2015; 49(5): 335–342. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092299>.

Mall NA, Chalmers PN, Moric M, *et al.* Incidence and trends of anterior cruciate ligament reconstruction in the United States. *Am J Sports Med.* 2014; 42(10): 2363-70. <http://doi.org/10.1177/0363546514542796>.

McGrath TM, Waddington G, Scarvell JM, *et al.* An ecological study of anterior cruciate ligament reconstruction, Part 1: clinical tests do not correlate with return-to-sport outcomes. *Orthop J Sports Med.* 2016; 4(11): 2325967116672208.

Mendonça LM, Bittencourt NFN, Alves LEM, Resende RA, Serrão FV. Interventions used for rehabilitation and prevention of patellar tendinopathy in athletes: a survey of Brazilian sports physical therapists. *Braz J Phys Ther.* 2018. Dec 19. <http://doi.org/10.1016/j.bjpt.2018.12.001>.

Nagelli CV, Hewett TE. Should return to sport be delayed until 2 years after anterior cruciate ligament reconstruction? Biological and functional considerations. *Sports Med.* 2017; 47(2): 221-232. <http://doi.org/10.1007/s40279-016-0584-z>.

Narducci E, Waltz A, Gorski K, Leppla L, Donaldson M. The clinical utility of functional performance tests within one-year post-ACL reconstruction: a systematic review. *Int J Sports Phys Ther.* 2011; 6(4): 333-42.

Reid A, Birmingham TB, Stratford PW, Alcock GK, Giffin JR. Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys Ther.* 2007; 87(3): 337-349. <http://doi.org/10.2522/ptj.20060143>.

Sampaio RF, Wan Der Maas L, Marães Vera RFS, *et al.* Physical therapy education and the labor market in Brazil: Advances and challenges. *Phys Ther.* 2019. Apr 2. <http://doi.org/10.1093/ptj/pzz055>.

Silva TM, Costa LCM, Costa LOP. Evidence-Based Practice: a survey regarding behavior, knowledge, skills, resources, opinions and perceived barriers of Brazilian physical therapists from São Paulo state. *Braz J Phys Ther.* 2015; 19(4): 294-303. <http://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0102>.

Tagesson S, Oberg B, Kvist J. Static and dynamic tibial translation before, 5 weeks after, and 5 years after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery Sports Traumatol Arthrosc.* 2015; 23(12): 3691-7. <http://doi.org/10.1007/s00167-014-3279-8>

Thomeé P, Währborg P, Börjesson M, Thomeé R, Eriksson BI, Karlsson J. Self-efficacy of knee function as a pre-operative predictor of outcome 1 year after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008; 16(2): 118-27.

Van Meer BL, Meuffels DE, Vissers MM, *et al.* Knee injury and osteoarthritis outcome score or international knee documentation committee subjective knee form: which questionnaire is most useful to monitor patients with an anterior cruciate ligament rupture in the short term? *Arthroscopy*, 2013; 29(4): 701-715. <http://doi.org/10.1016/j.arthro.2012.12.015>.

Van Melick N, Van Cingel RE, Brooijmans F, *et al.* Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *Br J Sports Med*. 2016; 50 (24):1506-1515. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095898>.

Webster KE, Feller JA, Lambros C. Development and preliminary validation of a scale to measure the psychological impact of returning to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Phys Ther Sport*. 2008; 9(1): 9-15. <http://doi.org/10.1016/j.ptsp.2007.09.003>.

Welling W, Benjaminse A, Seil R, Lemmink K, Zaffagnini S, Gokeler A. Low rates of patients meeting return to sport criteria 9 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective longitudinal study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscop*. 2018; 26(12): 3636-3644. <http://doi.org/10.1007/s00167-018-4916-4>.

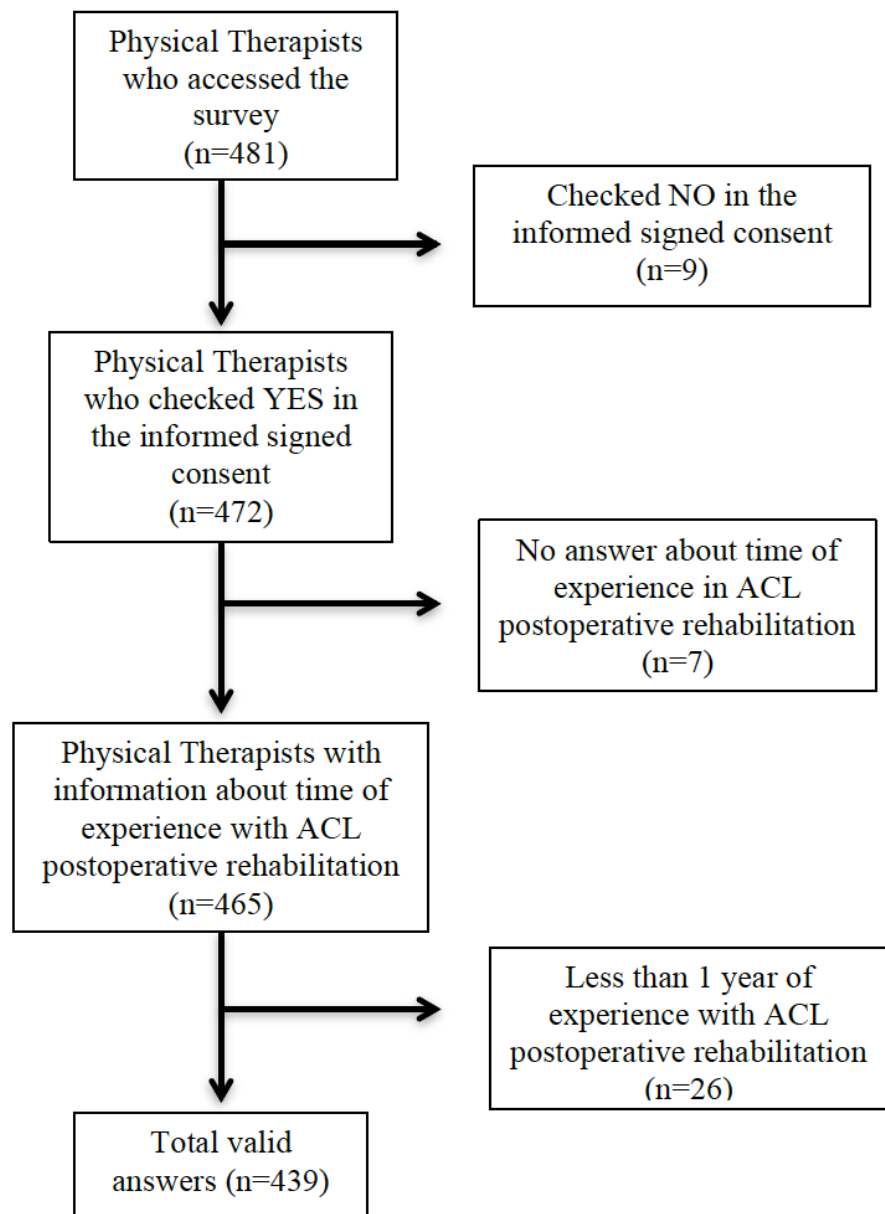
Wilk KE, Macrina LC, Cain EL, Dugas JR, Andrews JR. Recent advances in the rehabilitation of anterior cruciate ligament injuries. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012; 42(3): 153-71. <http://doi.org/10.2519/jospt.2012.3741>.

TABLE 1. Demographic characteristics of the Brazilian physical therapists (n=439)

Demographic Characteristics	Frequency, n (%)
Gender	
Female	226 (51.5)
Male	213 (48.5)
Age	
21-30 years	155 (35.4)
31-40 years	212 (48.4)
41-50 years	49 (11.2)
51-60 years	19 (4.3)
61-70 years	3 (0.7)
Mean (\pm Standard Deviation)	34.18 (\pm 7.81) years
Region of Practice	
Southeast	331 (75.4)
South	75 (17.1)
Midwest	12 (2.7)
Northeast	9 (2.1)
North	8 (1.8)
Outside Brazil	4 (0.9)
Highest level of education	
Bachelor's Degree	87 (19.8)
Specialization Course	272 (62.0)
Master's Degree	61 (13.9)
Doctoral Degree	19 (4.3)

TABLE 2. Professional characteristics of the Brazilian physical therapists (n=439)

Professional Characteristics	Frequency, n (%)
Time of experience in ACL rehabilitation	
1-4 years	131 (29.8)
5-8 years	136 (31.0)
9-12 years	80 (18.2)
≥ 13 years	92 (21.0)
Mean (± Standard Deviation)	8.44(± 6.33) years
Clinical Practice Setting	
Private Clinic/Office	290 (66.1)
Clinic/Office with health insurance	160 (36.4)
Sports team	116 (26.4)
Rehabilitation public service	96 (21.9)
Clinic school	58 (13.2)
Home care	30 (6.8)
Others	28 (6.4)
Patients' Activity Level Profile	
Sedentary individuals	27 (6.2)
Recreational athletes	195 (44.4)
Amateur athletes	174 (39.6)
Professional athletes	43 (9.8)
Type of treatment	
Collective	22 (5.0)
Individual	275 (62.6)
Individual and Collective	142 (32.3)
Certification in Sports Physical Therapy	
Yes	85 (19.4)
No	354 (80.6)
Certification in Orthopaedics Physical Therapy	
Yes	58 (13.2)
No	381 (86.8)



Abbreviation: ACL, anterior cruciate ligament

FIGURE 1. Flow diagram of the study

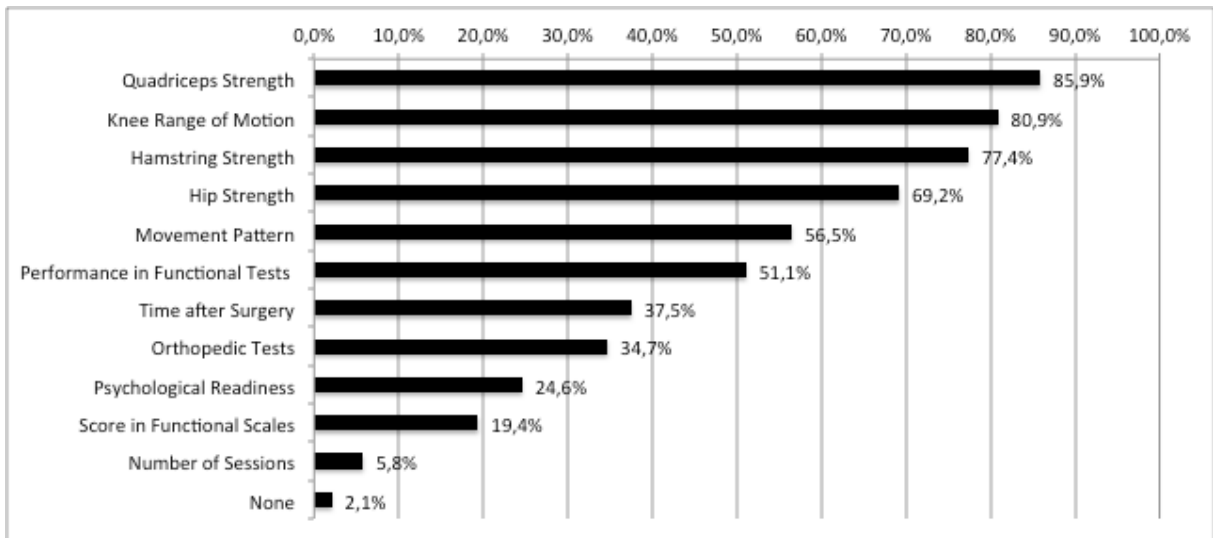


FIGURE 2. Criteria used by Brazilian physical therapists for clinical rehabilitation discharge (n=439)

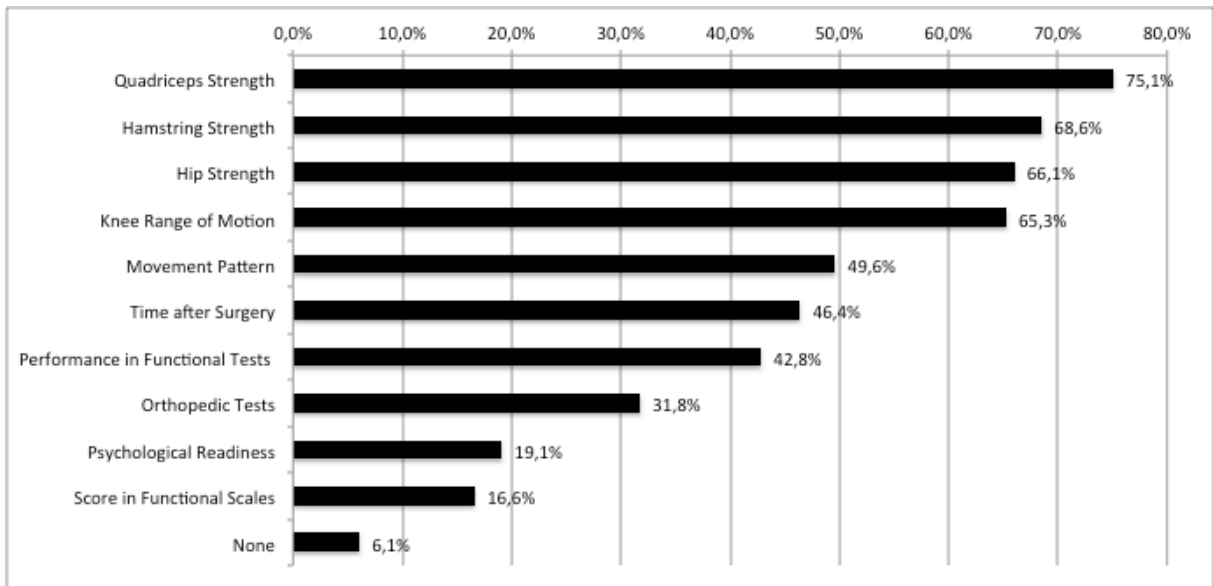


FIGURE 3. Criteria used by Brazilian physical therapists for return to sport clearance (n=439)

5 ARTIGO 2

Title: Contributing Factors to a Successful Rehabilitation after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Non-Professional Athletes.²

² Artigo elaborado de acordo com as normas de publicação do periódico *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*.

Abstract

Purposes: Physical impairments of the hip, knee and ankle joints were compared between athletes who, at the return to sport (RTS) clearance after anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR), met most of the functional and psychological criteria for RTS and those who did not. We also investigated whether changes in the psychological readiness, patient-reported knee function, functional capacity, and physical impairments, observed between physical therapy discharge and RTS clearance, could differentiate athletes who were able to return, or not, to preinjury level of sports participation.

Methods: Twenty-seven non-professional athletes who had undergone ACLR with hamstring tendon autograft were evaluated at physical therapy discharge, at RTS clearance and six months after RTS clearance. Athletes' hip passive stiffness, ankle dorsiflexion range of motion, and isometric strength of knee extensors and flexors and hip abductors and lateral rotators, were measured. Functional capacity, patient-reported knee function, and psychological readiness were assessed with the single-leg hop test, IKDC knee form, and ACL-RSI scale, respectively. RTS was assessed through the Tegner activity scale.

Results: The variables analyzed at physical therapy discharge that had an impact on passing RTS criteria were the torque of hip lateral rotators and abductors, and knee extensors. The variables that had an impact on the RTS were the improvements achieved during rehabilitation for hopping capacity and knee flexors torque.

Conclusions: Physical and functional factors contribute to the successful rehabilitation of non-professional athletes after ACLR. Knowledge about these factors may assist health professionals in planning interventions during the postoperative rehabilitation of these athletes.

Level of Evidence: Level II.

Keywords: anterior cruciate ligament reconstruction, return to sport, patient-reported outcome, psychological readiness.

Introduction

Anterior cruciate ligament (ACL) tear is a common injury in sports [28,54,63]. Many individuals opt for ACL reconstruction (ACLR) to restore function and return to their regular activities [21,50,69]. In athletes, a successful postoperative rehabilitation is defined as the return to sports practice with a level of performance similar to the period before the injury and reduced risk of new injury [4,45,48,56]. However, some studies have shown that only 65% of the individuals who undergo ACLR return to sports at the same preinjury level [7] and approximately one quarter suffer graft ruptures or ligament injuries in the contralateral knee after sports clearance [43]. Therefore, a considerable number of patients are not able to achieve the expected optimal levels of performance after ACLR. It is possible that the success of the rehabilitation depends not only on the quality of the surgical procedure but also on the individual's physical, functional, and psychological capabilities during and after the postoperative rehabilitation.

Current evidence shows that the use of proper criteria about physical and functional capabilities to define the appropriate time of return to sports after ACLR is associated with a lower risk of new musculoskeletal injuries [29,40]. For example, Grindem *et al.* [29] had identified that the risk of knee injuries two years after ACLR is 84% lower when the subject was approved in a set of measures comprising muscle strength, distance/time in the single-leg hop tests and patient-reported knee function. In addition, Gokeler *et al.* [27] proposed a battery of tests to define the sports clearance to increase safety in the return to sports practice. The authors suggested that, in addition to physical criteria, such as isokinetic muscle strength, functional and psychological criteria, such as the score in questionnaires that assess the patient's psychological readiness and self-perception about knee function, should be included in the postoperative assessment process [27]. Therefore, achieving pre-established criteria for sports clearance appears to favor a successful return to sports with a reduced risk of further injury.

The rehabilitation post-ACLR of non-professional athletes (amateur and recreational athletes) involves two crucial moments: 1) discharge from physical therapy treatment: 2) return to sport [24,67]. Frequently, the return to sport clearance is an exclusive decision of the orthopedic surgeon using the time after surgery as the only criterion for this decision [9]. However, discharge from physical therapy and sports clearance should be decided after a

comprehensive assessment of physical, functional, and psychological factors that may influence the success of postoperative rehabilitation.

The evaluation of physical parameters (e.g., muscle strength, joint stiffness, and mobility) at the time of physical therapy discharge would allow the identification of impairments that need to be dealt with in the next stage of the rehabilitation [79]. These impairments could impact on the athlete's ability to meet the return to sport criteria currently established in the literature [27,84]. However, the evaluation of these physical parameters should not be restricted to the knee joint complex, such as knee range of motion (ROM) and quadriceps and hamstring muscle strength [22,30,55,86]. Factors related to proximal and distal joints to the knee, such as hip passive stiffness, strength of the hip abductors and lateral rotators muscles, and ankle dorsiflexion ROM, influence the control of lower limb movements in the frontal and transverse planes [13,35,49,51,65,73,74]. The control of these movements is necessary for sports activities that impose rotational demands on the knee, which are associated with ACL injuries [28,32,51,59,62]. Thus, the physical parameters to be evaluated during the rehabilitation post-ACLR should not be restricted to the knee joint, but should also consider physical factors related to the hip and ankle-foot complex [37,80]. In addition, instruments for assessing the functional status and the psychological condition of these individuals during the rehabilitation process should be included in the athlete's evaluation, because of their possible influence on the return to sport after ACLR [6,27,48,84].

Although the physical therapy discharge and the return to sport clearance are crucial moments in the postoperative rehabilitation, current literature does not provide sufficient information on the physical impairments of the hip, knee and ankle joints that should be evaluated after physical therapy treatment. Little is known about the impact of these impairments on the achievement of functional and psychological criteria recommended in the literature for safe return to sports. In addition, research on the changes in the physical, functional, and psychological parameters that occur between the time of physical therapy discharge and sports clearance may provide information on the impact of these changes on the return to the preinjury activity level. Thus, the objective of the present study was to investigate contributing factors to a successful rehabilitation of non-professional athletes undergoing ACLR, evaluated after physical therapy discharge and after the athlete's clearance to return to sport. In the first part of the study, the physical impairments of the hip, knee and ankle joints were compared between those athletes who, at the return to sport clearance, met most of the functional and psychological criteria for return to sport and those who did not. The second part of the study investigated whether changes in the psychological readiness,

patient-reported knee function, functional capacity, and physical impairments, observed between the physical therapy discharge and the moment of sports clearance, could differentiate athletes who were able to return, or not, to sports participation at their preinjury performance level.

Materials and Methods

Study Design

This prospective observational study investigated non-professional athletes who had undergone ACLR. These athletes were evaluated during three different phases (Fig. 1). The first phase was between 2 to 5 months after surgery, as they were discharged from physical therapy to initiate a muscle-strengthening and conditioning program. The second phase was between 6 to 12 months after surgery, as they were allowed to return to sports by the orthopedic surgeon. The third and last phase was six months after return to sport clearance (at least one year after ACLR).

Insert Figure 1 here.

Sample

Subjects were sampled by convenience through indication made by orthopedic surgeons and physical therapists that regularly treat patients who had undergone ACLR. We selected 30 male subjects that underwent ACLR using the flexor tendons as a graft (semitendinous and gracilis). Four orthopedic surgeons performed the ACLR. The sample size was calculated in G*Power (version 3.1.9.2), considering the analysis of variance (ANOVA) with repeated measures and within-between interaction factor. The following values were used in the sample size calculation: significance level of 0.05, the statistical power of 0.80, number of groups (2), number of measurements (2 - physical therapy discharge and return to sport clearance) and a moderate effect size $f = 0.3$. A sample size of 24 individuals was estimated. All participants signed an informed consent form, approved by the university's Research Ethics Committee (protocol number: 51018115.3.0000.5149).

Inclusion criteria were: age between 18 and 40 years; primary unilateral ACL injury confirmed by magnetic resonance imaging, without other severe joint injuries; absence of surgery or previous injury in the lower limbs; practice of sports that require cutting and

pivoting at recreational or competitive amateur levels; a minimum score of 6 points on the Tegner scale in the preinjury period [75]; and intention to return to the sport after surgery. Three participants were excluded from the study between the phase of physical therapy discharge and sports clearance. The reasons for exclusion were graft rupture, contralateral ACL injury, and new knee surgery due to cartilaginous injury. Thus, the final study sample consisted of 27 non-professional athletes. All athletes practiced soccer associated or not with other sports (e.g., tennis, basketball, and running).

For the first part of the study, athletes were divided into Pass and Fail groups according to approval in the majority of functional and psychological criteria of sports clearance. The following criteria were considered: 1) International Knee Documentation Committee (IKDC) subjective form score higher than the normative 15th percentile of uninjured individuals, according to sex and age [3,33]; 2) limb symmetry index (LSI) above 90% in the single-leg hop test [27,84]; and 3) scoring on the Anterior Cruciate Ligament – Return to Sport after Injury Scale (ACL-RSI) above 56 points [81]. Individuals approved on 2 or 3 criteria were included in the Pass group (11 athletes: 3 met all criteria, and 8 met two criteria) and individuals approved in one or no criteria were included in the Fail group (16 athletes: 11 approved in only 1 criterion and 5 did not meet any criteria).

In the second part of the study, athletes were divided into the Return to Sport (RTS) and No-Return to Sport (NRTS) groups according to the Tegner score obtained six months after sports clearance. Individuals who maintained the preinjury Tegner score were included in the RTS Group, and the individuals who had a lower score compared to the preinjury period were included in the NRTS group. Thus, the RTS group was composed of 16 athletes, and the NRTS group was composed of 11 athletes.

Procedures

The athletes were submitted to evaluation procedures in two distinct moments: after physical therapy discharge and when they were cleared to return to the sport. The evaluation was performed as follows:

Measurement of psychological readiness to return to sport:

The ACL-RSI scale was used to assess the psychological readiness to return to sport after ACLR. The 12-item questionnaire is divided into three subscales (emotions, confidence in performance, and risk appraisal), with scores for each question varying from 0 to 10. Higher scores indicate positive psychological responses. The total score is calculated in

percentages, after the sum of the scores of each item, with the final score varying from 0 to 100. This instrument has adequate psychometric properties of validity, reliability, and internal consistency [72,81].

Measurement of patient-reported knee function:

The IKDC questionnaire is an instrument designed specifically to measure the self-perception of knee function in patients with disorders of this joint. The IKDC has 18 items related to symptoms, daily and sports activities and function of patients with knee dysfunction, with scores varying from 0 to 100. The higher the score, the greater the patient's functionality. The psychometric properties of validity, reliability, responsiveness and internal consistency of the IKDC questionnaire were adequately established in the literature [33,53,78]. Normative values, according to sex and age, were determined for healthy individuals and for those who suffered knee injuries, and, therefore, it provides standardized values for the identification of a patient-reported successful outcome [3].

Measurement of single-leg hop capacity:

The horizontal hop test was used to evaluate the participant's ability to perform a single-leg hop task. This test is often used in individuals who underwent ACLR [1,29,40,46,47]. This test has good validity and reliability for this population [31,66].

Participants, using their usual sports shoes, positioned the anterior extremity of the foot of the assessed limb on the initial marking line, with the upper limbs relaxed. For the test, the volunteer was instructed to hop as far as possible, landing only on one lower limb. The distance from the most posterior point of the heel to the initial marking line was measured with a measuring tape and recorded in centimeters. The participants should be able to perform a stable landing in order to be considered for analysis. The first two trials were for training purposes, and the following two hops were for data recording. The average of two successful attempts was used for analysis. Data for both limbs were recorded separately.

For the first part of the study, we used the LSI to analyze the single-leg hop capacity. The LSI was calculated as the percentage of the distance of the involved limb in relation to the non-involved limb. In the second part, we analyzed the same variable as the change in the raw value of each limb between physical therapy discharge and return to sport clearance.

Measurement of hip passive stiffness:

This measure provides indirect information about hip passive stiffness [17]. The participant was positioned in prone, the pelvis stabilized by a belt, and the knee flexed at 90°. Before the measure, the examiner performed five medial rotation movements to promote viscoelastic tissue accommodation. Then, the examiner allowed the hip to move in medial rotation until the passive tension produced by the hip structures stopped the movement. This position was quantified in degrees with a digital inclinometer (Protractor Pro 3600[®]) positioned five centimeters distal to the tibial tuberosity and aligned with the midpoint between the malleoli (Fig. 2A). Higher values indicate lower hip passive stiffness [17]. Three measurements were obtained, and the mean used for analysis.

Measurement of ankle dorsiflexion ROM:

To assess ankle dorsiflexion ROM, participants stood facing a wall and moved the knee toward a vertical line on the wall without raising the heel off of the floor [10]. The digital inclinometer was positioned 15 centimeters distal to the tibial tuberosity to measure the dorsiflexion ROM, in degrees (Fig. 2B). Three measurements were obtained, and the mean used for analysis.

Insert Figure 2 here.

Measurement of hip and knee muscle torques

The isometric strength of knee extensors and flexors, hip abductors and lateral rotators were evaluated using a hand-held dynamometer (MicroFET2[®]) attached to the segment by a belt. This instrument is considered valid and reliable for the measurements performed in the present study [52], as well as for our targeted population [2]. Initially, a submaximal isometric contraction was performed for familiarization, followed by three maximal contractions of 5-s with a 30-s interval between the repetitions [19]. The participant gradually contracted the muscle for two seconds and performed maximal contraction after the third second. Standardized verbal encouragement was given for maximum strength from the third to fifth seconds [38]. Measurements with maximal force variations above 10% were repeated. Knee extensors and flexors were evaluated with the participant sitting on a treatment table, and the knee at 90° of flexion [38]. The dynamometer was attached to the anterior (knee extensors) and posterior (knee flexors) region of the leg, 5 cm above the midpoint between the malleoli (Fig. 3A and 3B). Hip abductors were evaluated with the participant in a side-lying position

and the dynamometer attached to the lateral side of the thigh, 5 cm above the knee joint line [19] (Fig. 3C). Hip lateral rotators were evaluated with the participant in prone with the knee flexed at 90°, and the dynamometer placed 5 cm above the medial malleolus [87] (Fig. 3D). If the examiner noticed any compensatory movements (e.g., hip adduction), the test was repeated. Muscle torque was calculated by multiplying the mean value of force (Newtons) by the distance (meters) of the dynamometer to the axis of the assessed joint. Torque values were normalized by body mass (Nm/kg). The order of the strength tests was randomized.

Insert Figure 3 here.

Measurement of anterior knee laxity:

An arthrometer KT-1000 (Medmetric®), a valid and reliable instrument for knee laxity measurement [64,68], was used to assess the anterior tibial motion relative to the femur. An anterior displacement force of 134 N was applied to the tibia at a knee angle of 20 to 30 degrees. Three measurements in millimeters were made with each limb, and the mean was calculated. Differences between limbs were used to characterize the sample concerning residual ligament laxity.

All physical measurements were performed bilaterally, and the non-operated limb was tested first. Two researchers were responsible for collecting data, but each one performed a different test. Examiners did not participate in the postoperative rehabilitation of the participants, including the decision about physical therapy discharge and return to sport clearance. Intra-examiner reliability tests of the measurements used in this study were performed in seven subjects with a 1-week interval. The values of the Intraclass Correlation Coefficient (ICC_{3,k}) of all clinical measures used in the present study ranged from 0.86 to 0.96.

Measurement of sports participation:

At the time of physical therapy discharge, the Tegner activity scale [75] was applied to assess the participant's preinjury sports participation level, and again at six months after return to sport clearance (at least one year after ACL reconstruction) to assess their current activity level. This scale classifies the patient from 0 to 10 points according to different levels of activity. It comprises activities of daily living up to competitive sports activities. The psychometric properties of validity, reliability, and responsiveness of this scale were

adequately established in the literature [14]. We used the Tegner scale to determine if the patient returned to his preinjury level of sports participation in order to define the dichotomization of the groups for the second part of the study.

Data analysis

Measures of central tendency and dispersion (mean and standard deviation) were used to describe the sample concerning the demographic aspects, clinical data, and ligament laxity after physical therapy discharge and after clearance for sports participation. The normality of the data was verified with the Shapiro-Wilk test before carrying out the statistical inferential analyses.

In the first part of the study, mixed ANOVAs, with an independent factor (group) and a repeated measure factor (limb), were used to analyze the differences between limbs (operated x non-operated limb), between groups (Pass x Fail) and the limb x group interaction. The analyses were performed regarding the values of the knee and hip torques, ankle dorsiflexion ROM, and hip passive stiffness. When a significant interaction effect was identified, post-hoc Bonferroni analyses were performed to determine significant bivariate differences.

At the second part of the study, we used the t-test for independent groups to compare the RTS and NRTS groups concerning changes in psychological readiness and patient-reported knee function between physical therapy discharge and sports clearance after ACLR. Mixed ANOVAs with an independent factor (group) and a repeated measure factor (limb) were used to analyze the differences between limbs and between groups for changes in hip and knee torques, ankle dorsiflexion ROM and hip passive stiffness between these two moments of the postoperative rehabilitation. The analyses tested the main effects limb (operated x non-operated limb) and group (RTS x NRTS), and interaction effects (limb x group). When a significant interaction effect was identified, post-hoc Bonferroni analyses were performed to determine significant bivariate differences. A probability of type I error (α) of 5% was established in all analyses.

Results

The descriptive data of the sample for both groups of the two parts of the study are shown in Table 1.

Insert Table 1 here.

Part 1: Pass X Fail Groups Comparison (Tables 2 and 3)

After physical therapy discharge, the operated limb had lower values than the non-operated limb in ankle dorsiflexion ROM, hip passive stiffness and knee flexors torque (limb effect: $p < 0.001$, $p = 0.004$ and $p < 0.001$, respectively). The same result was observed after return to sport clearance (limb effect: $p = 0.033$, $p = 0.013$, and $p < 0.001$, respectively).

Limb x group interaction was found for knee extensors torque ($p = 0.018$) in the post-discharge period, with the operated limb of the Fail Group showing lower torque than the non-operated limb ($p < 0.001$). After return to sport clearance, there was no limb x group interaction ($p = 0.996$).

For hip lateral rotators torque, in the post-discharge period, the Pass Group had bilateral higher torque values than the Fail Group (limb x group interaction effect: $p = 0.009$ in the operated limb; $p = 0.001$ in the non-operated limb). In the Pass Group, the operated limb had a lower torque value when compared to the non-operated limb ($p = 0.007$). After return to sport clearance, a limb x group interaction ($p = 0.024$) was also observed. At this time, there was a difference between groups in the non-operated limb, with the Fail Group having lower torque ($p = 0.019$). In the Pass Group, the operated limb showed lower torque than the non-operated limb ($p = 0.006$).

Only limb x group interaction was found for hip abductors torque ($p = 0.005$), with the operated limb of the Pass Group showing higher torque values than the non-operated limb of this group ($p = 0.010$) and the operated limb of the Fail Group ($p = 0.016$) in the post-physical therapy discharge period. The result of this interaction was not maintained after return to sport clearance ($p = 0.743$).

Insert Tables 2 and 3 here.

Part 2: RTS X NRTS Groups Comparison (Table 4)

Changes in psychological readiness and patient-reported knee function between physical therapy discharge and return to sport clearance were not able to differentiate individuals from RTS and NRTS Groups ($p = 0.904$ and $p = 0.899$, respectively). Differences between limbs and groups were observed for change in the single-leg hop capacity ($p < 0.001$ and $p = 0.013$, respectively). The operated limb and the RTS Group showed a greater increase

in the hop distance reached between the two periods of rehabilitation. There was no limb x group interaction ($p=0.769$).

No main and interaction effects were observed for the changes in hip passive stiffness, ankle dorsiflexion ROM, and the torques of hip lateral rotators and hip abductors ($p>0.112$). Limb effect was observed for the change of knee extensors torque ($p<0.001$). The operated limb showed a significant increase in torque between the two periods of rehabilitation ($p=0.003$). The non-operated limb showed no change ($p=0.112$), and there was no group effect ($p=0.846$) and limb x group interaction ($p=0.657$). Limb x group interaction was found for the change of knee flexors torque ($p=0.004$), with no main limb and group effects ($p=0.173$ and $p=0.360$, respectively). In the RTS Group, a greater increase in the knee flexors torque of the operated limb was observed when compared to the non-operated limb ($p=0.001$). In the NRTS Group, there was no difference between limbs ($p=0.254$). For the operated limb, the RTS Group had a greater increase for the knee flexors torque when compared to the NRTS Group ($p=0.008$), and for the non-operated limb, there was no difference between groups ($p=0.586$).

Insert Table 4 here.

Discussion

The present study was designed to investigate the impact of the physical therapy treatment of non-professional athletes who had undergone ACLR in obtaining the functional and psychological criteria for return to sport clearance. We also aimed to evaluate the impact of changes in physical, functional, and psychological aspects that occurred between physical therapy discharge and return to sport clearance in the successful return of these athletes to sports practice. The variables that contributed to the achievement of the return to sport criteria were the torque of knee extensors and hip lateral rotators and abductors. However, at the time of return to sport clearance, the difference between groups appeared only for hip lateral rotators' torque. The variables that contributed to the return to the previous level of sports participation were changes in the single-leg hop capacity as well as in the knee flexors torque. These results demonstrated that the force-producing capability of the muscles responsible for the control of rotational movements of the lower limb contributes to the achievement of functional and psychological criteria for return to sport after ACLR. Also, the increase in the

force-producing capability of the graft donor muscles and the improvement of the ability to perform a task that demands stabilization on the affected limb seems to contribute to a successful return to sports of non-professional athletes.

Factors concerning the musculoskeletal structures around the knee joint, such as quadriceps strength, are often investigated in studies related to return to sports after ACLR [22,26,30,70,71]. In the present study, quadriceps strength had a positive contribution to meeting the functional and psychological criteria for return to sport, although it was not able to differentiate the athletes that returned or not to sport. During the rehabilitation period, changes in the knee extensors torque were different between limbs. There was an increase of 12.6% in quadriceps strength of the injured limb, while there was a 5.9% reduction in quadriceps strength of the uninjured limb between the two stages of the rehabilitation process. Although the strength reduction of the uninjured limb was not statistically significant, this result suggests that the muscle-strengthening and conditioning program developed for the athletes during the rehabilitation period may have prioritized the operated limb, neglecting the importance of bilateral training for improvement in the force-production capability of both limbs. Considering that the changes of the knee extensors torque in the operated and non-operated limbs occurred in opposite directions, we observed an improvement in quadriceps strength symmetry. Many authors consider the LSI above 90% for the quadriceps strength as a criterion for return to sport [27,29,40,77,84]. However, the present study showed that greater symmetry in quadriceps strength might have been achieved at the expense of a reduction in the performance on the non-operated limb. To minimize this problem that derives from the use of LSI, Wellsandt *et al.* [85] suggested the use of estimated preinjury capacity as a criterion for return to sport and compared the operated limb measures at six months after ACLR with the values of the uninjured limb before surgery. The unavailability of pre-surgical measures of the athletes prevented this analysis in the present study. Therefore, the choice of LSI as a criterion for determining readiness to return to sport should be done with caution, since it may overestimate the performance of the operated limb due to worsening of the non-operated limb [58,83,85,88].

Hamstring strength was another specific factor of the knee investigated in the present study. Although we found a difference between limbs in the two stages of the rehabilitation process, it did not contribute to the achievement of the functional and psychological criteria of return to sport. The lower torque values of the knee flexors observed in the operated limb indicate that the athletes evaluated in this study were discharged from the physical therapy treatment and were cleared for return to sport while a strength deficit of this muscles was still

present. Knee flexors tendon grafts were used in the ACLR of all participants in the sample, which commonly results in weakness of these muscles [8,39,57,89]. A meta-analysis has identified that weakness of knee flexors and extensors observed after RLCA is influenced by the graft donor site used in the surgery, i.e., patellar tendon graft is related to loss of knee extensors strength and hamstring graft results in a loss of knee flexors strength [89]. Although the change in the knee flexors strength did not contribute to the achievement of the return to sport criteria, it affected the return to the previous level of sports participation. The athletes who returned to sport showed a greater increase of the hamstring strength in the operated limb when compared to the athletes who did not return to sport. This variable was the only physical impairment measure capable of differentiating the groups. This fact demonstrates the importance of targeting changes in the force-production capability of the hamstring muscles to obtain a successful return to sports after the ACLR.

Factors related to the ankle and hip joints were also investigated in the present study. Torque generation capability of the hip muscles (abductors and lateral rotators) was not able to discriminate the athletes who returned or not to sport at the previous level of sports participation. However, these two variables were able to differentiate athletes who met the majority of the functional and psychological criteria of return to sport. The hip abductors torque contributed to the ability to meet the return to sport criteria only after physical therapy discharge, while the hip lateral rotators torque contributed to the achievement of these criteria in both stages of the rehabilitation process. After return to sport clearance, the torque generation capability of the hip lateral rotators was the only factor that differentiated Fail and Pass groups, indicating that the muscle-strengthening and conditioning program was not effective for remedying this physical impairment in the participants who failed to meet the return to sport criteria. Kline *et al.* [37] identified a deficit in the torque of hip lateral rotators of the operated limb in participants cleared to return to sport after ACLR when compared to the non-operated limb and to the control group. These authors also showed that the torque production capability of these muscles was the only variable able to predict the performance in the hop test. Evidence suggests that performance in the hop test influences the return to sport [7]. This result was also observed in the present study. In addition, Khayambashi *et al.* [36] have identified that the strength deficits of hip abductors and lateral rotators increase the odds of non-contact ACL injuries in athletes by 12% and 23%, respectively. These results emphasize the need for interventions directed at the hip musculature, especially hip lateral rotators, since the strength of this muscle is able to minimize rotational stress on the knee [13,51,62], and is often neglected in the intervention programs after the ACLR [35,37,60].

Ankle dorsiflexion ROM and hip passive stiffness were physical impairment measures that did not differentiate athletes who met the functional and psychological criteria of return to sport. In addition, changes in these measures that occurred during the rehabilitation process did not contribute to the return to sport. However, the operated limb had lower values of both measures in the two stages of rehabilitation. This finding suggests that the physical therapy treatment and the muscle-strengthening and conditioning program were not able to improve deficits in these physical impairments. Since there is evidence of a positive association between hip passive stiffness and lateral rotators torque [42], the lower hip stiffness observed in the operated limb may be related to the lower hip lateral rotators torque observed in this limb in the two stages of rehabilitation. Decreased hip stiffness and ankle mobility may cause changes in lower limb rotational movements during weight-bearing activities [13,44,65]. Rotational movement control is required for the performance of sports activities [25,51,62,74]. Although there was no impact of these variables on return to sport, the postoperative rehabilitation should focus on changes in ankle mobility and hip passive stiffness to minimize the possibility of overload in the operated limb.

The improvement in single-leg hop capacity differentiated the athletes that returned or not to the sport, which shows that this measure might be a suitable indicator of the non-professional athlete's readiness to return to sport. Despite this result, it should be mentioned that the hop test considers only the maximum distance reached in the jump as a parameter to define a satisfactory performance in the test [1,27,29,40]. In other words, the athlete can perform well according to previously established criteria (e.g., 90% of symmetry in relation to the non-operated limb), but still remains with musculoskeletal alterations that increase the risk of a new injury [58,88]. As an example, Orishimo *et al.* [58] observed that patients evaluated in an average of seven months after ACLR had, in the single-leg hop test, values above the cut-off point established as a return to sport criterion. However, their sample presented a reduced flexion angle and lower energy absorption in the operated knee when compared to the healthy knee during the landing phase [58]. Therefore, the satisfactory performance in the hop test, when considering the hop distance as an indicator, is not necessarily related to a correct movement pattern in its execution. Thus, some authors have suggested that the choice of functional measures should also consider the quality of movement, that is, proper alignment of the lower limb should be required for test performance [27,84].

Changes in self-reported knee function and psychological readiness did not contribute to the return to sport. Several studies have demonstrated the impact of the IKDC and ACL-RSI scores on the return to sport [6,41,48], which was not confirmed in the present study. The

IKDC score increased by an average of 18 points in the two groups (RTS and NRTS), between physical therapy discharge and return to sport clearance, a value above the minimal clinically important difference (MCID) of 11.5 points reported in the literature for this questionnaire [34]. In this case, both groups showed a clinically important improvement in self-reported knee function. However, this improvement in patient-reported outcome did not contribute to the return to sport. Therefore, in the present study, the return to sport seems not to have been impacted by the subjective evaluation of the athlete's functional status, but by physical factors, like the increase of hamstring strength, and objective functional aspects, such as the improvement of single-leg hop capacity.

The change observed in psychological readiness, assessed through the ACL-RSI scale, was in average 9.2 and 10.1 points for the NRTS and RTS groups, respectively, indicating that both groups had similar changes. Also, both groups modified the mean score on the ACL-RSI scale to values above the cut-off point of 56 points (RTS: from 49.5 to 59.5 points; NRTS: from 50.7 to 60.0 points). Values above this cut-off point indicate a greater likelihood of returning to sport [5], and are used as a return to sport criterion [27,84]. Thus, the psychological aspects showed no contribution to the return to the sport of the non-professional athletes evaluated. Despite the lack of difference between the RTS and NRTS groups for the change in psychological readiness, this variable must be continuously evaluated and monitored during the rehabilitation period, since physical readiness of an athlete may not be accompanied by psychological readiness [16,76]. However, when the athlete feels physically prepared to withstand the demands typically imposed by sports activities, he/she is most likely to feel psychologically prepared to return to sport [11,12,61]. Therefore, the improvement of psychological readiness can be favored by the completion of all stages of the rehabilitation program, including the on-field rehabilitation phase [15,18,20], as well as the use of clinical and functional tests that demonstrate the physical and functional conditions of the athlete to support the demands of the sport.

The limitations of the present study include the lack of standardization of the physical therapy treatment and muscle-strengthening and conditioning program performed by the athletes, to increase the generalization of the results. However, the rehabilitation program of choice represents the typical practice with non-professional athletes that underwent ACLR. The surgical technique was also not controlled, but the graft type was the same for all athletes. Athletes who had meniscal tears associated with the ACL injury were also included. However, none of the participants had undergone meniscal suture. Some athletes had undergone meniscectomy at the time of the ACLR, but this procedure did not modify the

postoperative rehabilitation. Only male athletes were included in this study due to evidence of gender differences influencing the surgery outcome [82]. Therefore, the results of the present study should not be generalized to female athletes after ACLR. In addition, the reason for not returning to sport was not investigated. Hence, it could not be ruled out the possibility of factors external to the rehabilitation process may have hindered the athletes' return to the preinjury level of sports participation, such as changes in life priorities [16,76].

In the present study, only 53.3% of the participants were able to return to sport with the same preinjury level of sports participation. Considering that more than 90% of the patients undergoing ACLR expect return to sport at the same preinjury level [23], this finding demonstrates a suboptimal postoperative outcome. In addition, only 36.7% of athletes achieved most of the functional and psychological criteria for return to sport, with only 10% being able to pass the three criteria established in the current study. It should be noted that the return to sport criteria defined for the first part of the study (56 points on the ACL-RSI scale, score above the 15th percentile in the IKDC questionnaire and 90% limb symmetry in the single-leg hop test) are of easy clinical applicability, since they do not require a large space area or sophisticated equipment for their execution. Therefore, such criteria can be applied in the clinical practice of physical therapists working with patients after ACLR to identify the physical, functional and psychological aspects that need to be treated before clearing the athlete to return to sport.

The results of this study contribute to the improvement of the clinical practice of physical therapists that treat non-professional athletes after ACLR. Interventions that improve the single-leg hop capacity and increase the strength capability of the hip and knee muscles should be used in the rehabilitation of athletes after ACLR. Also, athletes should not complete the rehabilitation process while still having hip stiffness and ankle dorsiflexion deficits in the operated limb. Thus, intervention strategies aimed at these physical and functional factors should be implemented during postoperative rehabilitation to ensure the success of the surgery. Future studies should investigate interventions directed to the physical and functional deficits found in the present study, because they may facilitate a successful postoperative achievement of return to sport criteria and the return to sport with the preinjury level of sports participation.

Conclusions

The present study demonstrated the contribution of the hip lateral rotators strength on meeting the functional and psychological criteria for return to the sport of non-professional athletes. In addition, it was demonstrated that the athletes were cleared to return to sport still having deficits of ankle dorsiflexion mobility, hip passive stiffness, and knee flexor strength in the operated limb. For the return to the previous level of sports participation, the variables that had an impact on this return were the changes during rehabilitation in the single-leg hop capacity and the knee flexors torque. Thus, the results of the present study indicate the contribution of physical and functional factors to the successful rehabilitation of non-professional athletes after ACLR. Knowledge about these factors may assist health professionals in planning interventions during the postoperative rehabilitation of these athletes.

Ethical Approval: All procedures performed in the present study followed the ethical standards of the ethics review committee of the university (Protocol number: 51018115.3.0000.5149) and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments or comparable ethical standards.

Acknowledgements: The authors would like to thank the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES - Finance Code 001) and the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) for their financial support.

References

1. Abrams GD, Harris JD, Gupta AK, McCormicki FM, Bush-Joseph CA, Verna NN, Cole BJ, Bach BR (2014) Functional performance testing after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *Orthop J Sports Med* 2(1): 2325967113518305.
2. Almeida GPL, Albano TR, Melo AKP (2018) Hand-held dynamometer identifies asymmetries in torque of the quadriceps muscle after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* Oct 30. doi: 10.1007/s00167-018-5245-3.

3. Anderson AF, Irrgang JJ, Mocher MS, Mann BJ, Harrast JJ. (2006) The International Knee Documentation Committee Subjective Knee Evaluation Form: normative data. *Am J Sports Med* 34(1): 128-35.
4. Ardern CL, Österberg A, Sonesson S, Gauffin H, Webster KE, Kvist J (2016) Satisfaction with knee function after primary anterior cruciate ligament reconstruction is associated with self-efficacy, quality of life, and returning to the preinjury physical activity. *Arthroscopy* 32(8): 1631-1638.e3. doi: 10.1016/j.arthro.2016.01.035.
5. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Whitehead TS, Webster KE (2013) Psychological responses matter in returning to preinjury level of sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am J Sports Med* 41:1549-1558.
6. Ardern CL, Osterberg A, Tagesson S, Gauffin H, Webster KE, Kvist J (2014) The impact of psychological readiness to return to sport and recreational activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med* 48(22): 1613-19. [http://doi.org/ 10.1136/bjsports-2014-093842](http://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093842).
7. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE (2014) Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *Br J Sports Med* 48(21): 1543-52.
8. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA (2010) Hamstring strength recovery after hamstring tendon harvest for anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison between graft types. *Arthroscopy* 26(4): 462-9. doi: 10.1016/j.arthro.2009.08.018.
9. Barber-Westin SD, Noyes FR. (2011) Factors used to determine return to unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 27(12): 1697- 1705.
10. Bennell K, Richard T, Henry W, Wassana T, David K (1998) Intra-rater an inter-rater reliability of weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *Aust J Physiother* 44(3): 175-180.
11. Beischer S, Hamrin Senorski E, Thomeé C, Samuelsson K, Thomeé R (2019) How is psychological outcome related to knee function and return to sport among adolescent athletes after anterior cruciate ligament reconstruction? *Am J Sports Med* 47(7):1567-1575. doi: 10.1177/0363546519843073.
12. Bien DP, Dubuque TJ (2015) Considerations for late stage ACL rehabilitation and return to sport to limit re-injury risk and maximize athletic performance. *Int J Sports Phys Ther* 10(2): 256-71.
13. Bittencourt NFN, Ocarino JM, Mendonça LD, Hewett TE, Fonseca ST (2012) Foot and hip contribution to high frontal plane knee projection angle in athletes: A classification and regression tree approach. *J Orthop Sports Phys Ther* 42(12): 996-1004.

14. Briggs KK, Lysholm J, Tegner Y, Rodkey WG, Kocher MS, Steadman JR (2009) The reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm score and Tegner activity scale for anterior cruciate ligament injuries of the knee: 25 years later. *Am J Sports Med* 37(5): 890-7.
15. Buckthorpe M (2019) Optimising the late-stage rehabilitation and return-to-sport training and testing process after ACL reconstruction. *Sports Med* 49(7):1043-1058.
16. Burland JP, Toonstra J, Werner JL, Mattacola CG, Howell DM, Howard JS (2018) Decision to return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction, Part I: a qualitative investigation of psychosocial factors. *J Athl Train* 53(5): 452-463. doi: 10.4085/1062-6050-313-16.
17. Carvalhais VO, Araújo VL, Souza TR, Gonçalves GG, Ocarino JM, Fonseca ST (2011) Validity and reliability of clinical tests for assessing hip passive stiffness. *Manual Therapy* 16(3): 240-245.
18. Della Villa S1, Boldrini L, Ricci M, Danelon F, Snyder-Mackler L, Nanni G, Roi GS (2012) Clinical outcomes and return-to-sports participation of 50 soccer players after anterior cruciate ligament reconstruction through a sport-specific rehabilitation protocol. *Sports Health* 4(1):17-24.
19. Dierks TA, Manal KT, Hamill J, Davis IS (2008) Proximal and distal influences on hip and knee kinematics in runners with patellofemoral during a prolonged run. *J Orthop Sports Phys Ther* 38(8): 448-456.
20. Di Stasi S1, Myer GD, Hewett TE (2013) Neuromuscular training to target deficits associated with second anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther* 43(11): 777-792. doi: 10.2519/jospt.2013.4693. Epub 2013 Oct 11.
21. Eggerding V, Meuffels DE, Bierma-Zeinstra SM, Verhaar JA, Reijman M (2015) Factors related to the need for surgical reconstruction after anterior cruciate ligament rupture: a systematic review of the literature. *J Orthop Sports Phys Ther* 45(1): 37-44.
22. Eitzen I, Holm I, Risberg MA (2009) Preoperative quadriceps strength is a significant predictor of knee function two years after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med* 43(5): 371-6.
23. Feucht MT, Cotic M, Saier T, *et al.* (2016) Patient expectations of primary and revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 24(1): 201-7. <http://doi.org/10.1007/s00167-014-3364-z>.
24. Fonseca ST, Ocarino JM, Souza TR, Silva AA, Prado Junior JR, Bittencourt NFN, Mendonça LM (2012) Considerations for working with professional athletes versus nonprofessional amateur athletes during olympic events. In: Zachazewski JE, Magee DJ (ed). *Sports Therapy Services: Organization and Operations*. Wiley-Blackwell, West Sussex, pp 79-90.
25. Fonseca ST, Souza TR, Ocarino JM, Gonçalves GP, Bittencourt NFN (2011) Applied biomechanics of soccer. In: Magee DJ, Manske RC, Zachazewski JE, Quillen WS (ed)

- Athletic and Sport Issues in Musculoskeletal Rehabilitation. Saunders Elsevier, St Louis, pp 287-306.
26. Gokeler A, Bisschop M, Benjaminse A, Myer GD, Eppinga P, Otten E (2014) Quadriceps function following ACL reconstruction and rehabilitation: implications for optimisation of current practices. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 22(5): 1163-74. doi: 10.1007/s00167-013-2577-x.
 27. Gokeler A, Welling W, Zaffagnini S, Seil R, Padua D (2017) Development of a test battery to enhance safe return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery Sports Traumatol Arthrosc* 25(1): 192-199. <http://doi.org/10.1007/s00167-016-4246-3>.
 28. Gornitzky AL, Lott A, Yellin JL, Fabricant PD, Lawrence JT, Ganley TJ (2016) Sport-specific yearly risk and incidence of anterior cruciate ligament tears in high school athletes: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med* 44(10): 2716-2723.
 29. Grindem H, Snyder-Mackler L, Moksnes H, Engebretsen L, Risberg MA (2016) Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *Br J Sports Med*. 2016 50(13): 804-8. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096031>.
 30. Harput G, Kilinc HE, Ozer H, Baltaci G, Mattacola CG (2015) Quadriceps and hamstring strength recovery during early neuromuscular rehabilitation after ACL hamstring-tendon autograft reconstruction. *J Sport Rehabil* 24(4): 398-404.
 31. Hegedus EJ, McDonough S, Bleakley C, Cook CE, Baxter GD (2015) Clinician-friendly lower extremity physical performance measures in athletes: a systematic review of measurement properties and correlation with injury, part 1. The tests for knee function including the hop tests. *Br J Sports Med* 49(10): 642-8. doi: 10.1136/bjsports-2014-094094.
 32. Hewett TE, Myer GD, Ford KR (2005) Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *Am J Sports Med* 33: 492-501.
 33. Irrgang JJ, Anderson AF, Boland AL, *et al.* (2001) Development and validation of the International Knee Documentation Committee subjective knee form. *Am J Sports Med* 29(5): 600–13. <http://doi.org/10.1177/03635465010290051301>.
 34. Irrgang JJ, Anderson AF, Boland AL, Harner CD, Neyret P, Richmond JC, Shelbourne KD (2006) Responsiveness of the International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form. *Am J Sports Med* 34(10): 1567-73.
 35. Joreitz, R, Lynch A, Rabuck S, Lynch B, Davin S, Irrgang J (2016) Patient-specific and surgery-specific factors that affect return to sport after ACL reconstruction. *Int J Sports Phys Ther* 11(2): 264-278.

36. Khayambashi K, Mohammadkhani Z, Ghaznavi K, Lyle MA, Powers CM (2012) The effects of isolated hip abductor and external rotator muscle strengthening on pain, health status, and hip strength in females with patellofemoral pain: a randomized controlled trial. *J Orthop Sports Phys Ther* 42(1):22-9. doi: 10.2519/jospt.2012.3704.
37. Kline PW, Burnham J, Yonz M, Johnson D, Ireland ML, Noehren B (2018) Hip external rotation strength predicts hop performance after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 26(4):1137-1144. doi: 10.1007/s00167-017-4534-6.
38. Koblbauer IFH, Lambrecht Y, van der Hulst ML, Neeter C, Engelbert RH, Poolman RW, Scholtes VA (2011) Reliability of maximal isometric knee strength testing with modified hand-held dynamometry in patients awaiting total knee arthroplasty: useful in research and individual patient settings? A reliability study. *BMC Musculoskelet Disord* 12: 1-9.
39. Koutras G, Bernard M, Terzidis IP, Papadopoulos P, Georgoulis A, Pappas E (2016) Comparison of knee flexion isokinetic deficits between seated and prone positions after ACL reconstruction with hamstrings graft: Implications for rehabilitation and return to sports decisions. *J Sci Med Sport* 19(7): 559-62.
40. Kyritsis O, Barh R, Landreau P, Miladi R, Witvrouw E (2016) Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture. *Br J Sports Med* 50(15): 946-51. [http://doi.org/ 10.1136/bjsports-2015-095908](http://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095908).
41. Langford JL, Webster KE, Feller JA (2009) A prospective longitudinal study to assess psychological changes following anterior cruciate ligament reconstruction surgery *Br J Sports Med* 43(5): 377-81.
42. Leite DX, Vieira JM, Carvalhais VO, Araujo VL, Silva PL, Fonseca ST (2012) Relationship between joint passive stiffness and hip lateral rotator concentric torque. *Braz J Phys Ther* 16 (5): 414-21.
43. Leys T, Salmon L, Waller A, Linklater J, Pinczewski L (2012) Clinical results and risk factors for reinjury 15 years after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective study of hamstring and patellar tendon grafts. *Am J Sports Med* 40(3): 595–605.
44. Lima YL, Ferreira VMLM, Lima POP, Bezerra MA, de Oliveira RR, Almeida GPL (2018) The association of ankle dorsiflexion and dynamic knee valgus: A systematic review and meta-analysis. *Phys Ther Sport*. 29:61-69. doi: 10.1016/j.ptsp.2017.07.003.
45. Logerstedt D, , Arundale A, Lynch A, Snyder-Mackler L. (2015) A conceptual framework for a sports knee injury performance profile (SKIPP) and return to activity criteria (RTAC). *Braz J Phys Ther* 9(5): 340-59.

46. Logerstedt D, Grindem H, Lynch A, Eitzen I, Engebretsen L, Risberg MA, Axe MJ, Snyder-Mackler L (2012) Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function after anterior cruciate reconstruction. *Am J Sports Med* 40 (10): 2348-56.
47. Logerstedt DS, Scalzitti D, Risberg MA, Engebretsen L, Webster KE, Feller J, Snyder-Mackler L, Axe MJ, McDonough CM (2017) Knee stability and movement coordination impairments: knee ligament sprain revision 2017. *J Orthop Sports Phys Ther* 47(11): A1-A47.
48. Lynch AD, Logerstedt DS, Grindem H, *et al.* (2015) Consensus criteria for defining “successful outcome” after ACL injury and reconstruction: A Delaware-Oslo ACL cohort investigation. *Br J Sports Med* 49(5): 335–342. [http://doi.org/ 10.1136/bjsports-2013-092299](http://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092299).
49. Macrum E, Bell DR, Boling M, Lewek M, Padua D (2012) Effect of limiting ankle-dorsiflexion range of motion on lower extremity kinematics and muscle-activation patterns during a squat. *J Sport Rehabil* 21(2): 44-50.
50. Mall NA, Chalmers PN, Moric M, Tanaka MJ, Cole BJ, Bach BR Jr, Paletta GA Jr (2014) Incidence and trends of anterior cruciate ligament reconstruction in the United States. *Am J Sports Med* 42(10): 2363-70.
51. Malloy PJ, Morgan AM, Meinerz CM, Geiser CF, Kipp K (2016) Hip external rotator strength is associated with better dynamic control of the lower extremity during landing tasks. *J Strength Cond Res* 30(1): 282-91. doi: 10.1519/JSC.0000000000001069.
52. Mentiplay BF, Perraton LG, Bower KJ, Adair B, Pua YH, Williams GP, McGaw R, Clark RA. (2015) Assessment of lower limb muscle strength and power using hand-held and fixed dynamometry: a reliability and validity study. *PLoS One* 10(10): e0140822. doi: 10.1371/journal.pone.0140822.
53. Metsavaht L, Leporace G, Riberto M, de Mello Sposito MM, Batista LA (2010) 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(9): 1894-9.
54. Moses B, Orchard J, Orchard J (2012) Systematic review: Annual incidence of ACL injury and surgery in various populations. *Res Sports Med* 20(3-4): 157-79.
55. Myer GD, Paterno MV, Ford KR, Quatman CE, Hewett TE. (2006) Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: criteria-based progression through the return-to-sport phase. *J Orthop Sports Phys Ther* 36(6): 383-402.
56. Myklebust G, Bahr R. (2005) Return to play guidelines after anterior cruciate ligament surgery. *Br J Sports Med* 39(3): 127-31.
57. Nakamura N, Horibe S, Sasaki S, Kitaguchi T, Tagami M, Mitsuoka T, Toritsuka Y, Hamada M, Shino K (2002) Evaluation of active knee flexion and hamstring strength

- after anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendons. *Arthroscopy* 18(6): 598-602.
58. Orishimo KF, Kremenec IJ, Mullaney MJ, McHugh MP, Nicholas SJ. (2010) Adaptations in single-leg hop biomechanics following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 18(11): 1587-93.
 59. Paterno MV, Schmitt LC, Ford KR, Rauh MJ, Myer GD, Huang B, Hewett TE (2010) Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. *Am J Sports Med* 38(10): 1968-78.
 60. Petersen W, Taheri P, Forkel P, Zantop T (2014) Return to play following ACL reconstruction: a systematic review about strength deficits. *Arch Orthop Trauma Surg* 134: 1417-28.
 61. Podlog L, Banham SM, Wadey R, Hannon JC (2015) Psychological readiness to return to competitive sport following injury: A qualitative study. *The Sport Psychologist* 29(1): 1-14.
 62. Powers CM (2010) The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther* 40(2): 42-51. doi: 10.2519/jospt.2010.3337.
 63. Prodromos CC, Han Y, Rogowski J, Joyce B, Shi K (2007) A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. *Arthroscopy* 23(12): 1320-25.
 64. Pugh L, Mascarenhas R, Arneja S, Chin PY, Leith JM (2008) Current concepts in instrumented knee-laxity testing. *Am J Sports Med* 37(1): 199-210.
 65. Rabin A, Portnoy S, Kozol Z (2016) The association of ankle dorsiflexion range of motion with hip and knee kinematics during the lateral step-down test. *J Orthop Sports Phys Ther* 46(11): 1002-1009. <https://dx.doi.org/10.2519/jospt.2016.6621>.
 66. Reid A, Birmingham TB, Stratford PW, Alcock GK, Giffin JR (2007) Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys Ther* 87(3): 337-349.
 67. Renstrom PA (2013) Eight clinical conundrums relating to anterior cruciate ligament (ACL) injury in sport: recent evidence and a personal reflection. *Br J Sports Med* 47(6): 367-72.
 68. Robnett NJ, Riddle DL, Kues JM (1995) Intertester reliability of measurements obtained with the KT-1000 on patients with reconstructed anterior cruciate ligaments. *J Orthop Sports Phys Ther* 21(2): 113-119.
 69. Sanders TL, Maradit Kremers H, Bryan AJ, Larson DR, Dahm DL, Levy BA, Stuart MJ, Krych AJ (2016) Incidence of anterior cruciate ligament tears and reconstruction:

- a 21-year population-based study. *Am J Sports Med* 44(6):1502-7. doi: 10.1177/0363546516629944
70. Schmitt LC, Paterno MV, Hewett, TE (2012) The impact of quadriceps femoris strength asymmetry on functional performance at return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 42(9): 750-9.
 71. Shibata Y, Matsushita T, Araki D, Kida A, Takiguchi K, Ueda Y, Ono K, Matsumoto T, Niikura T, Sakai Y, Kuroda R (2019) Prediction of quadriceps strength recovery after anterior cruciate ligament reconstruction with a hamstring autograft: Decision tree analysis. *J Orthop Sci* 24(2): 301-305. doi: 10.1016/j.jos.2018.10.007.
 72. Silva LO, Mendes LMR, Lima POP, Almeida GPL (2018) Translation, cross-adaptation and measurement properties of the Brazilian version of the ACL-RSI Scale and ACL-QoL Questionnaire in patients with anterior cruciate ligament reconstruction. *Braz J Phys Ther* 22(2): 127-134. doi: 10.1016/j.bjpt.2017.09.006.
 73. Stickler L, Finley M, Gulgin H (2015) Relationship between hip and core strength and frontal plane alignment during a single leg squat. *Phys Ther Sport* 16(1): 66-71. doi: 10.1016/j.ptsp.2014.05.002
 74. Suzuki H, Omori G, Uematsu D, Nishino K, Endo N (2015) The influence of hip strength on knee kinematics during a single-legged medial drop landing among competitive collegiate basketball players. *Int J Sports Phys Ther* 10(5): 592-601.
 75. Tegner Y, Lysholm J (1985) Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res* 198: 43-9.
 76. Tjong VK, Murnaghan ML, Nyhof-Young JM, Ogilvie-Harris DJ (2014) A qualitative investigation of the decision to return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction: to play or not to play. *Am J Sports Med* 42(2): 336-42. doi: 10.1177/0363546513508762.
 77. Toole AR, Ithurburn MP, Rauh MJ, Hewett TE, Paterno MV, Schmitt LC (2017) Young athletes cleared for sports participation after anterior cruciate ligament reconstruction: how many actually meet recommended return-to-sport criterion cutoffs? *J Orthop Sports Phys Ther* 47(11): 825-833. doi: 10.2519/jospt.2017.7227.
 78. Van Meer BL, Meuffels DE, Vissers MM, Bierma-Zeinstra SM, Verhaar JA, Terwee CB, Reijman M (2013) Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score or International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form: which questionnaire is most useful to monitor patients with an anterior cruciate ligament rupture in the short term? *Arthroscopy*, v.29, n.4, p.701-715, 2013.
 79. Van Melick N, Van Cingel RE, Brooijmans F, *et al.* (2016) Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *Br J Sports Med* 50 (24): 1506-1515.

80. Wahlstedt C, Rasmussen-Barr E (2015) Anterior cruciate ligament injury and ankle dorsiflexion. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 23(11): 3202-7. doi: 10.1007/s00167-014-3123-1.
81. Webster KE, Feller JA, Lambros C (2008) Development and preliminary validation of a scale to measure the psychological impact of returning to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Phys Ther Sport* 9(1): 9-15.
82. Webster KE, Feller JA (2017) Younger patients and men achieve higher outcome scores than older patients and women after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop Relat Res* 475(10):2472-2480. doi: 10.1007/s11999-017-5418-2.
83. Welling W, Benjaminse A, Seil R, Lemmink K, Gokeler A (2018) Altered movement during single leg hop test after ACL reconstruction: implications to incorporate 2-D video movement analysis for hop tests. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 26(10): 3012-3019.
84. Welling W, Benjaminse A, Seil R, Lemmink K, Zaffagnini S, Gokeler A (2018) Low rates of patients meeting return to sport criteria 9 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective longitudinal study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscop* 26(12): 3636-3644.
85. Wellsandt E, Failla MJ, Snyder-Mackler L (2017) Limb symmetry indexes can overestimate knee function after anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther* 47(5): 334-338. doi: 10.2519/jospt.2017.7285.
86. Wilk KE, Macrina LC, Cain EL, Dugas JR, Andrews JR. (2012) Recent advances in the rehabilitation of anterior cruciate ligament injuries. *J Orthop Sports Phys Ther* 42(3): 153-71.
87. Willy R, Davis IS (2011) The effect of a hip-strengthening program on mechanics during running and during a single-leg squat. *J Orthop Sports Phys Ther* 41(9): 625-32.
88. Wren TAL, Mueske NM, Brophy CH, Pace JL, Katzel MJ, Edison BR, Vandenberg CD, Zaslow TL (2018) Hop distance symmetry does not indicate normal landing biomechanics in adolescent athletes with recent anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 48(8): 622-629. doi: 10.2519/jospt.2018.7817.
89. Xergia SA; McClelland JA; Kvist J; Vasiliadis HS, Georgoulis AD (2011) The influence of graft choice on isokinetic muscle strength 4-24 months after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 19 (5): 766-80. doi: 10.1007/s00167-010-1357-0.

Table 1 Descriptive data of the non-professional athletes for both groups of the two parts of the study (n=27)

Variable	Part 1		p values	Part 2		p values
	Pass Group (n=11)	Fail Group (n=16)		RTS Group (n=16)	NRTS Group (n=11)	
Age (years)	27.2 (5.1)	28.7 (7.3)	0.561	27.2 (6.4)	29.3 (6.6)	0.433
Weight (kg)	75.9 (9.3)	82.3 (14.4)	0.211	78.9 (14.3)	80.9 (10.7)	0.701
Height (cm)	174.4 (5.2)	175.4 (6.9)	0.686	174.8 (5.8)	175.2 (6.9)	0.883
BMI (kg/m ²)	24.9 (2.6)	26.7 (4.5)	0.247	25.8 (4.6)	26.3 (2.9)	0.743
Knee ligament laxity (mm)	2.42 (2.04)	2.73 (2.78)	0.758	2.88 (2.93)	2.19 (1.62)	0.487
Time from injury to surgery (months)	3.1 (2.5)	4.1 (2.5)	0.350	3.9 (2.2)	3.4 (2.9)	0.586
Duration of physical therapy treatment (months)	2.7 (0.7)	2.7 (0.8)	0.985	2.6 (0.7)	2.9 (0.8)	0.314
Supervised physical therapy sessions	26.6 (6.8)	30.4 (7.7)	0.206	26.9 (7.6)	31.6 (6.5)	0.108
Time from injury to return to sport clearance (months)	7.6 (1.7)	8.0 (1.8)	0.612	7.7 (1.5)	8.0 (2.2)	0.649
Preinjury Tegner activity level	7.6 (1.1)	7.7 (1.2)	0.804	7.9 (1.1)	7.4 (1.1)	0.204

Data presented as mean (standard-deviation)

Abbreviations: BMI, body mass index; RTS, return to sport; NRTS, no-return to sport

Table 2 Comparison of physical impairments between Pass and Fail groups after physical therapy discharge

Physical Impairments	Pass Group (n=11)		Fail Group (n=16)		Limb	p values	
	Involved Limb	Uninvolved Limb	Involved Limb	Uninvolved Limb		Group	Limb x Group
Ankle Dorsiflexion ROM (degrees)	39.19 (4.49)	41.55 (6.09)	37.28 (4.19)	41.49 (4.81)	<0.001	0.574	0.261
Hip Passive Stiffness (degrees) ^a	35.99 (9.17)	29.49 (8.09)	28.56 (7.87)	26.02 (11.51)	0.004	0.121	0.176
Hip Lateral Rotators Torque (Nm/kg)	0.535 ^b (0.09)	0.598 ^c (0.11)	0.431 (0.09)	0.435 (0.11)	0.024	0.001	0.044
Hip Abductors Torque (Nm/kg)	1.595 ^d (0.33)	1.425 (0.25)	1.250 (0.35)	1.321 (0.36)	0.224	0.083	0.005
Knee Extensors Torque (Nm/kg)	1.465 (0.44)	1.585 (0.41)	1.179 ^e (0.43)	1.511 (0.37)	<0.001	0.256	0.018
Knee Flexors Torque (Nm/kg)	0.692 (0.22)	1.048 (0.28)	0.672 (0.22)	0.972 (0.28)	<0.001	0.567	0.600

Data presented as mean (standard-deviation); bold text indicates significant effect

Abbreviations: ROM, range of motion

^a For hip passive stiffness, higher values in degrees indicate lower stiffness

^b Significant difference from the uninvolved limb of the Pass Group (p=0.007) and from the involved limb of the Fail Group (p=0.009)

^c Significant difference from the uninvolved limb of the Fail Group (p=0.001)

^d Significant difference from the uninvolved limb of the Pass Group (p=0.010) and from the involved limb of the Fail Group (p=0.016)

^e Significant difference from the uninvolved limb of the Fail Group (p<0.001)

Table 3 Comparison of physical impairments between Pass and Fail groups after return to sport clearance

Physical Impairments	Pass Group (n=11)		Fail Group (n=16)		Limb	p values	
	Involved Limb	Uninvolved Limb	Involved Limb	Uninvolved Limb		Group	Limb x Group
Ankle Dorsiflexion ROM (degrees)	41.54 (4.18)	41.76 (6.09)	39.90 (3.98)	43.11 (4.59)	0.033	0.927	0.059
Hip Passive Stiffness (degrees) ^a	33.82 (7.42)	30.17 (7.52)	29.92 (9.07)	27.02 (9.66)	0.013	0.276	0.761
Hip Lateral Rotators Torque (Nm/kg)	0.552 ^b (0.11)	0.600 ^c (0.12)	0.488 (0.11)	0.486 (0.11)	0.036	0.048	0.024
Hip Abductors Torque (Nm/kg)	1.531 (0.28)	1.491 (0.26)	1.335 (0.29)	1.321 (0.28)	0.489	0.087	0.743
Knee Extensors Torque (Nm/kg)	1.552 (0.38)	1.546 (0.45)	1.389 (0.43)	1.381 (0.36)	0.866	0.251	0.996
Knee Flexors Torque (Nm/kg)	0.852 (0.18)	1.169 (0.32)	0.847 (0.22)	1.063 (0.25)	<0.001	0.532	0.240

Data presented as mean (standard-deviation); bold text indicates significant effect

Abbreviations: ROM, range of motion

^a For hip passive stiffness, higher values in degrees indicate lower stiffness

^b Significant difference from the uninvolved limb of the Pass Group (p=0.006)

^c Significant difference from the uninvolved limb of the Fail Group (p=0.019)

Table 4 Comparison of changes in physical, functional and psychological measures between RTS and NRTS groups

Measures (change between PT discharge and RTS clearance)	RTS Group (n=16)		NRTS Group (n=11)		Limb	p values	
	Involved Limb	Uninvolved Limb	Involved Limb	Uninvolved Limb		Group	Limb x Group
Ankle Dorsiflexion ROM (degrees)	2.741 (3.82)	1.269 (3.75)	2.174 (2.98)	0.706 (3.92)	0.362	0.162	0.939
Hip Passive Stiffness (degrees)	-0.829 (4.75)	0.189 (3.78)	1.001 (3.86)	1.868 (3.41)	0.112	0.620	0.998
Hip Lateral Rotators Torque (Nm/kg)	0.037 (0.08)	0.022 (0.07)	0.046 (0.07)	0.043 (0.09)	0.564	0.586	0.726
Hip Abductors Torque (Nm/kg)	-0.005 (0.22)	0.036 (0.17)	0.067 (0.20)	0.013 (0.28)	0.899	0.735	0.330
Knee Extensors Torque (Nm/kg)	0.141 (0.21)	-0.089 (0.34)	0.184 (0.32)	-0.094 (0.23)	<0.001	0.846	0.657
Knee Flexors Torque (Nm/kg)	0.237 ^a (0.16)	0.085 (0.20)	0.071 (0.12)	0.131 (0.24)	0.173	0.360	0.004
Single-leg Hop Capacity (m)	0.462 (0.16)	0.186 (0.13)	0.328 (0.21)	0.081 (0.19)	<0.001	0.013	0.769
IKDC score	17.817 (10.61)		18.383 (9.68)			0.889	
ACL-RSI score	10.054 (16.67)		9.249 (17.24)			0.904	

Data presented as mean (standard-deviation); bold text indicates significant effect

Abbreviations: PT, physical therapy; RTS, return to sport; NRTS, no-return to sport; ROM, range of motion; IKDC, International Knee Documentation Committee subjective knee form; ACL-RSI, anterior cruciate ligament – return to sport after injury scale.

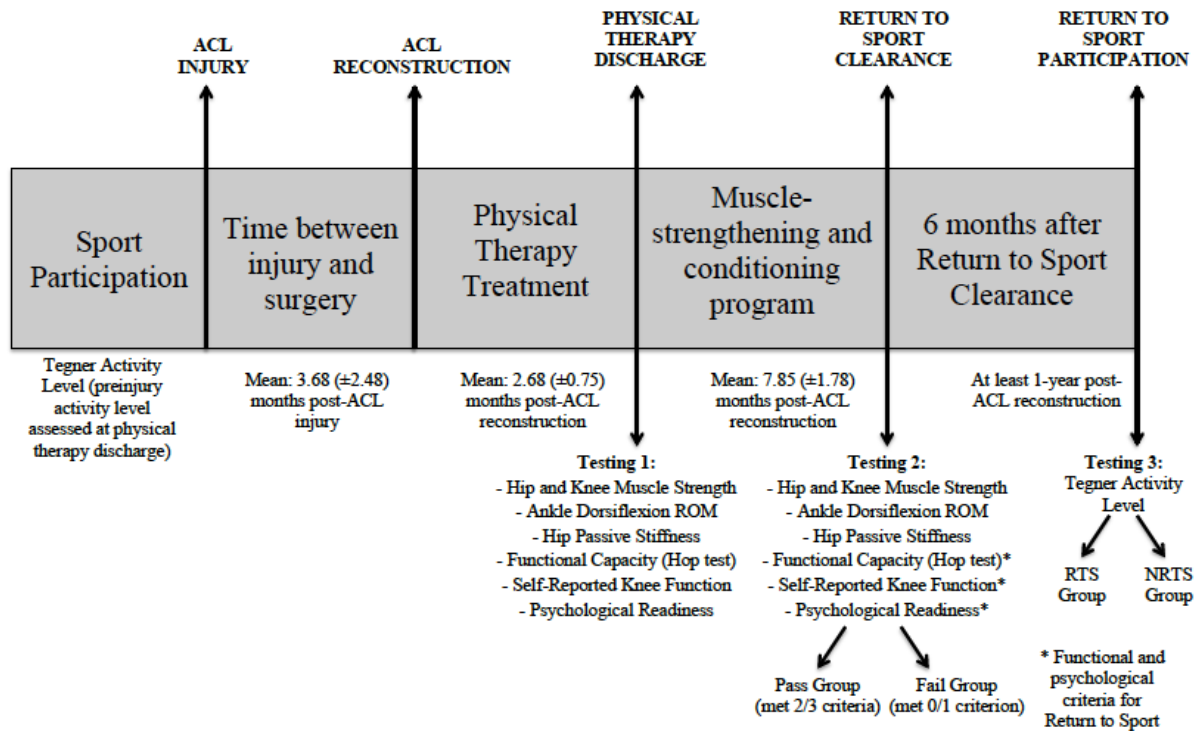
^a Significant difference from the uninvolved limb of the RTS group (p=0.001) and from the involved limb of the NRTS Group (p=0.008)

Figure Captions:

Fig. 1 Timeline for testing and postoperative rehabilitation after anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction

Fig. 2 Measurement of hip passive stiffness (A) and ankle dorsiflexion range of motion (B)

Fig. 3 Position for isometric strength testing of: knee extensors (A); knee flexors (B); hip abductors (C); hip lateral rotators (D)



Abbreviations: ACL, anterior cruciate ligament; ROM, range of motion; RTS, return to sport; NTRS no-return to sport





6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente tese foi realizada para investigar os fatores contribuintes para o sucesso da reabilitação pós-operatória de indivíduos submetidos à reconstrução do LCA. No Estudo 1, foi investigada a utilização dos critérios de liberação para o esporte recomendados na literatura pelos fisioterapeutas brasileiros que atuam na reabilitação pós-operatória de LCA. Os resultados encontrados apontam falhas no processo de avaliação utilizado pelos fisioterapeutas que atuam com indivíduos submetidos à reconstrução do LCA para definir a alta do tratamento fisioterapêutico e a liberação para o esporte. No Estudo 2, a obtenção de critérios funcionais e psicológicos de liberação para o esporte e o retorno ao esporte com o mesmo nível de participação esportiva do período anterior à lesão ligamentar foram considerados indicadores de sucesso da reabilitação pós-operatória de atletas amadores e recreacionais. De acordo com os resultados obtidos, parâmetros físicos, como a capacidade de produção de força dos rotadores laterais do quadril, não são adequadamente corrigidos durante o tratamento fisioterapêutico e parecem contribuir para a falha no atendimento aos critérios funcionais e psicológicos de liberação para o esporte. Além disso, a melhora no desempenho em uma tarefa de salto unipodal e o aumento da força dos músculos flexores do joelho parecem contribuir para o retorno de sucesso ao esporte. Portanto, a presente tese apresenta informações que podem ser incorporadas na prática clínica do fisioterapeuta, auxiliando na escolha dos procedimentos de avaliação e na seleção das intervenções terapêuticas, de forma a favorecer a obtenção de um resultado satisfatório com a reconstrução do LCA.

No Estudo 1, foi identificado que um pequeno número de fisioterapeutas utiliza em sua prática clínica as principais medidas/critérios recomendados na literatura para liberação para o esporte, destacando-se a pouca aplicação de questionários funcionais e de instrumentos que avaliem os aspectos psicológicos relacionados ao retorno ao esporte. As medidas/critérios utilizados por esses profissionais frequentemente restringem-se a fatores físicos, como força muscular e amplitude de movimento. Entretanto, para a tomada de decisão em relação à liberação para retornar ao esporte, deve ser realizada uma avaliação abrangente do indivíduo, incluindo medidas físicas, funcionais e de aptidão psicológica. Sem a

realização de avaliações periódicas, não é possível promover mudanças no programa de reabilitação para corrigir possíveis alterações físicas e funcionais do atleta, e também determinar se o indivíduo encontra-se apto para suportar as demandas impostas pela atividade esportiva. Assim, pode-se sugerir a realização de atendimentos mais frequentes no início da reabilitação, e depois manter acompanhamentos periódicos do atleta para verificar seu progresso físico, funcional e psicológico. Considerando-se os resultados do Estudo 2, mudanças na capacidade de salto unipodal e o aumento da produção de força dos flexores de joelho são os fatores que melhor informam sobre o retorno de sucesso ao esporte e que, portanto, devem ser monitorados pelo fisioterapeuta durante a reabilitação pós-operatória.

A principal expectativa dos atletas que se submetem à reconstrução do LCA normalmente é retornar ao esporte com o mesmo nível de participação esportiva pré-lesão. O fisioterapeuta que atua com este atleta tem a responsabilidade de oferecer um tratamento adequado que o possibilite adquirir as condições físicas, funcionais e psicológicas de alcançar o objetivo de retornar ao esporte. Conforme observado no Estudo 2, muitos atletas recebem alta do tratamento fisioterapêutico e são liberados para retornar ao esporte ainda apresentando na perna operada deficiências em aspectos físicos que são importantes para um desempenho esportivo ótimo e para a minimização dos riscos de novas lesões musculoesqueléticas, como fraqueza dos músculos flexores e extensores de joelho e rotadores laterais de quadril, diminuição de mobilidade de dorsiflexão do tornozelo e baixa rigidez de quadril. A decisão de liberar o atleta para retornar ao esporte não deve ser fundamentada apenas no tempo pós-cirurgia, como comumente é observado na prática clínica. O tempo pós-cirurgia pode ajudar a guiar o estabelecimento de metas em cada etapa da reabilitação, visando retornar o atleta com segurança a sua prática esportiva. Porém, o critério temporal deve ser utilizado em conjunto com a aplicação de critérios físicos, funcionais e psicológicos. O Estudo 2 identificou que as variáveis físicas avaliadas após a alta do tratamento fisioterapêutico que tiveram impacto na obtenção da maioria dos critérios funcionais e psicológicos de retorno ao esporte foram a capacidade de produção de força dos extensores de joelho e dos rotadores laterais e abdutores de quadril. Portanto, mudanças nesses aspectos físicos devem ser promovidas pelo tratamento fisioterapêutico clínico e depois continuadas pelo treinamento de musculação.

A atuação colaborativa entre fisioterapeutas e ortopedistas pode favorecer a determinação mais assertiva da aptidão do atleta não profissional para retornar à prática esportiva, aumentando as possibilidades de sucesso da cirurgia e da reabilitação. Assim, métodos de avaliação mais adequados e estratégias de intervenção mais eficientes devem ser incluídos na prática clínica dos profissionais que atuam na reabilitação pós-operatória de LCA. Nesse sentido, a presente tese adiciona contribuições importantes para o planejamento da reabilitação pós-operatória de atletas amadores e recreacionais, incluindo o entendimento sobre o papel da capacidade de produção de força da musculatura do quadril, frequentemente negligenciada durante o período de reabilitação, para a obtenção dos critérios de liberação para o esporte. Outra contribuição diz respeito à utilização das medidas de desempenho em uma tarefa de salto unipodal e de força dos músculos flexores do joelho, especificamente, quando esses músculos são usados como enxerto na cirurgia, para obter informações, durante o período de reabilitação, sobre as condições do atleta de retornar com sucesso à prática esportiva.

REFERÊNCIAS

- ABRAMS, G.D. *et al.* Functional performance testing after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. **Orthop J Sports Med**, v.2, n.1, 2014.
- ADAMS, D. *et al.* Current concepts for anterior cruciate ligament reconstruction: a criterion-based rehabilitation progression. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 42, n.7, p. 601-14, 2012.
- ANDERSON, A.F. *et al.* The International Knee Documentation Committee Subjective Knee Evaluation Form: normative data. **Am J Sports Med**, v.34, n.1, p.128-35, 2006.
- ARDERN, C.L. *et al.* Psychological responses matter in returning to preinjury level of sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. **Am J Sports Med**, v.41, n.7, p.1549-58, 2013.
- ARDERN, C.L. *et al.* Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. **Br J Sports Med**, v.48, n.21, p.1543-52, 2014a.
- ARDERN, C.L. *et al.* The impact of psychological readiness to return to sport and recreational activities after anterior cruciate ligament reconstruction. **Br J Sports Med**, v.48, n.22, p.1613-19, 2014b.
- ARDERN C.L. *et al.* Satisfaction with knee function after primary anterior cruciate ligament reconstruction is associated with self-efficacy, quality of life, and returning to the preinjury physical activity. **Arthroscopy**, v.32, n.8, p. 1631-1638, 2016.
- BARBER-WESTIN, S.D.; NOYES, F.R. Factors used to determine return to unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction. **Arthroscopy**, v.27, n.12, p.1697–1705, 2011a.
- BARBER-WESTIN, S.D.; NOYES, F.R. Objective criteria for return to athletics after anterior cruciate ligament reconstruction and subsequent reinjury rates: a systematic review. **Phys Sportsmed**, v.39, p.100-110, 2011b.
- BAUER, M. *et al.* Factors affecting return to play after anterior cruciate ligament reconstruction: a review of the current literature. **Phys Sportsmed**. v.42, n.4, p.71-9, 2014.
- BELL-JENJE, T. *et al.* The association between loss of ankle dorsiflexion range of movement, and hip adduction and internal rotation during a step down test. **Man Ther**, v.21, p.256-261, 2016.
- BITTENCOURT, N. F. N. *et al.* Foot and hip contribution to high frontal plane knee projection angle in athletes: A classification and regression tree approach. **J Orthop Sports Phys Ther**. v. 42, n.12, p. 996-1004, 2012.

CLAES, S. *et al.* The "ligamentization" process in anterior cruciate ligament reconstruction: what happens to the human graft? A systematic review of the literature. **Am J Sports Med**, v.39, n.11, p.2476-83, 2011.

CHUTER, V.H.; DE JONGE, X.A.J. Proximal and distal contributions to lower extremity injury: a review of the literature. **Gait Posture**, v.36, n.1, 7-15, 2012.

DAVIES, G.J. *et al.* ACL return to sport guidelines and criteria. **Curr Rev Musculoskelet Med**, v.10, n.3, p. 307-14, 2017.

DINGENEN, B.; GOKELER, A. Optimization of the return-to-sport paradigm after anterior cruciate ligament reconstruction: a critical step back to move forward. **Sports Med**, v.47, n.8, p.1487-1500, 2017.

EBERT, J.R. *et al.* Current perspectives of Australian therapists on rehabilitation and return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction: A survey. **Phys Ther Sports**, v.35, p.139-45, 2019.

EGGERDING, V. *et al.* Factors related to the need for surgical reconstruction after anterior cruciate ligament rupture: a systematic review of the literature. **J Orthop Sports Phys Ther**, v.45, n.1, p. 37-44, 2015.

EITZEN, I.; HOLM, I.; RISBERG, M.A. Preoperative quadriceps strength is a significant predictor of knee function two years after anterior cruciate ligament reconstruction. **Br J Sports Med**, v.43, n.5, p.371-6, 2009.

EVERHART, J. S.; BEST, T. M.; FLANIGAN, D. C. Psychological predictors of anterior cruciate ligament reconstruction outcomes: a systematic review. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**, v.23, n.3, p.752-62, 2015.

FEUCHT, M.T. *et al.* Patient expectations of primary and revision anterior cruciate ligament reconstruction. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**, v.24, n.1, p.201-7, 2016.

FITZGERALD, G.K. *et al.* Hop tests as predictors of dynamics knee stability. **J Orthop Sports Phys Ther**, v.31, n.10, p. 588-97, 2001.

FLANIGAN, D.C. *et al.* Fear of reinjury (kinesiophobia) and persistent knee symptoms are common factors for lack of return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. **Arthroscopy**, v.29, n.8, p.1322-9, 2013.

FONSECA, S. T. *et al.* Considerations for working with professional athletes versus nonprofessional amateur athletes during olympic events. *In*: ZACHAZEWSKI, J.E.; MAGEE, D.J. (Org.). **Sports Therapy Services: Organization and Operations**. West Sussex, UK: Wiley-Blackwell, 2012. p. 79-90.

FONSECA, S.T. *et al.* Integration of stress and their relationship to the kinetic chain. *In*: MAGEE, D.J.; ZACHAZEWSKI, J.E.; QUILLEN, W.S. (Org.) **Scientific foundations and principles of practice in musculoskeletal rehabilitation**. Canada: Saunders Elsevier, 2007. p. 476-486.

GOBBI, A.; FRANCISCO, R. Factors affecting return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon and hamstring graft: a prospective clinical investigation. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**, v.14, n.10, p.1021-8, 2006.

GOKELER, A. *et al.* Development of a test battery to enhance safe return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. **Knee Surgery Sports Traumatol Arthrosc**, v.25, n.1, p.192-199, 2017.

GORNITZKY, A.L. *et al.* Sport-specific yearly risk and incidence of anterior cruciate ligament tears in high school athletes: a systematic review and meta-analysis. **Am J Sports Med**, v.44, n.10, p. 2716-2723, 2016.

GREENBERG, E.M. *et al.* Rehabilitation practice patterns following anterior cruciate ligament reconstruction: a survey of physical therapists. **J Orthop Sports Phys Ther**, v.48, n.10, p.801-811, 2018.

GRINDEM, H. *et al.* Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. **Br J Sports Med**, v. 50, n.13, p.804-8, 2016.

HARPUR, G. *et al.* Quadriceps and hamstring strength recovery during early neuromuscular rehabilitation after ACL hamstring-tendon autograft reconstruction. **J Sport Rehabil**, v.24, n.4, p.398-404, 2015.

HARTIGAN, E.H. *et al.* Kinesiophobia after anterior cruciate ligament rupture and reconstruction: noncopers versus potential copers. **J Orthop Sports Phys Ther**, v.43, n.11, p. 821-32, 2013.

HEDT, C.A.; HOLLAND, S.B.; LAMBERT, B.S.; HARRIS, J.D.; MCCULLOCH, P.C. The utilization of interval throwing programs in the physical therapy setting: a cross-sectional survey. **J Sport Rehabilitation**, v.24, p.1-22, 2018.

HEWETT, T.E; MYER, G.D; FORD, K.R. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. **Am J Sports Med**, v. 33, p. 492-501, 2005.

IRRGANG, J.J. *et al.* Development and validation of the International Knee Documentation Committee subjective knee form. **Am J Sports Med**, v.29, n.5, p.600–13, 2001.

JOREITZ, R. *et al.* Patient-specific and surgery-specific factors that affect return to sport after ACL reconstruction. **Int J Sports Phys Ther**, v.11, n.2, p.264-278, 2016.

KHAYAMBASHI K. *et al.* The effects of isolated hip abductor and external rotator muscle strengthening on pain, health status, and hip strength in females with patellofemoral pain: a randomized controlled trial. **J Orthop Sports Phys Ther** v.42, n.1, p.22-9, 2012.

KVIST, J. *et al.* Fear of re-injury: a hindrance for returning to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**, v.13, n.5, p.393-397, 2005.

KYRITSIS, P. *et al.* Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture. **Br J Sports Med**, v.50, n.15, p.946-51, 2016.

LANGFORD, J.L.; WEBSTER, K.E.; FELLER, J.A. A prospective longitudinal study to assess psychological changes following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. **Br J Sports Med**, v.43, n.5, p.377-81, 2009.

LENTZ, T.A. *et al.* Comparison of physical impairment, functional, and psychosocial measures based on fear of reinjury/lack of confidence and return-to-sport status after ACL reconstruction. **Am J Sports Med**, v.43, n.2, p.345-53, 2015.

LEYS, T. *et al.* Clinical results and risk factors for reinjury 15 years after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective study of hamstring and patellar tendon grafts. **Am J Sports Med**, v.40, n.3, p.595–605, 2012.

LOGGERSTEDT, D. *et al.* A conceptual framework for a sports knee injury performance profile (SKIPP) and return to activity criteria (RTAC). **Braz J Phys Ther**, v.9, n.5, p.340-59, 2015.

LOGGERSTEDT, D. *et al.* Self-reported knee function can identify athletes who fail return-to-activity criteria up to 1 year after anterior cruciate ligament reconstruction: a Delaware-Oslo ACL cohort study. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 44, n.12, p.914-23, 2014.

LOGGERSTEDT, D. *et al.* Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function after anterior cruciate reconstruction. **Am J Sports Med**, v. 40, n.10, p.2348-56, 2012.

LOGGERSTEDT, D.S. *et al.* Knee stability and movement coordination impairments: knee ligament sprain revision 2017. **J Orthop Sports Phys Ther**, v.47, n.11, p. A1-A47, 2017.

LOSCIALE, J.M. *et al.* The Association between passing return-to-sport criteria and second anterior cruciate ligament injury risk: a systematic review with meta-analysis. **J Orthop Sports Phys Ther**, v.49, n.2, p.43-54, 2019.

LUSTOSA, L.P.; FONSECA, S.T.; ANDRADE, M.A.P. Reconstrução do ligamento cruzado anterior: impacto do desempenho muscular e funcional no retorno ao mesmo nível de atividade pré-lesão. **Acta Ortop Bras**, v.15, n.5, p.280-284, 2007.

LYNCH, A.D. *et al.* Consensus criteria for defining “successful outcome” after ACL injury and reconstruction: A Delaware-Oslo ACL cohort investigation. **Br J Sports Med**, v.49, n.5, p.335–342, 2015.

MACRUM, E. *et al.* Effect of limiting ankle-dorsiflexion range of motion on lower extremity kinematics and muscle-activation patterns during a squat. **J Sport Rehabil**, v. 21, n.2, p. 144-50, 2012.

MALL, N.A. *et al.* Incidence and trends of anterior cruciate ligament reconstruction in the United States. **Am J Sports Med**, v.42, n.10, p. 2363-70, 2014.

MALLOY, P.J. *et al.* Hip external rotator strength is associated with better dynamic control of the lower extremity during landing tasks. **J Strength Cond Res**, v.30, n.1, p. 282-91, 2016.

MCGRATH, T.M.; WADDINGTON, G.; SCARVELL, J.M.; *et al.* An ecological study of anterior cruciate ligament reconstruction, Part 1: clinical tests do not correlate with return-to-sport outcomes. **Orthop J Sports Med**, v.4, n.11, p.1-7, 2016.

MCPHERSON A.L. *et al.* Psychological readiness to return to sport is associated with second anterior cruciate ligament injuries. **Am J Sports Med**, v.47, n.4, p. 857-862, 2019.

MENDONÇA, L.M. *et al.* Interventions used for rehabilitation and prevention of patellar tendinopathy in athletes: a survey of Brazilian sports physical therapists. **Braz J Phys Ther**. 2018. Dec 19. [http:// doi.org/10.1016/j.bjpt.2018.12.001](http://doi.org/10.1016/j.bjpt.2018.12.001).

MOKSNES, H.; RISBERG, M.A. Performance-based functional evaluation of non-operative and operative treatment after anterior cruciate ligament injury. **Scand J Med Sci Sports**, v. 19, n.3, p.345-55, 2009.

MOSES, B.; ORCHARD, J.; ORCHARD, J. Systematic review: Annual incidence of ACL injury and surgery in various populations. **Res Sports Med**, v.20, n.3-4, p.157-79, 2012.

MÜLLER, U. *et al.* Predictive parameters for return to pre-injury level of sport 6 months following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**, v.23, n.12, p.3623-31, 2015.

MYER, G.D. *et al.* Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: criteria-based progression through the return-to-sport phase. **J Orthop Sports Phys Ther**. v.36, n.6, p.383-402, 2006.

MYER, G.D. *et al.* No association of time from surgery with functional deficits in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction: evidence for objective return-to-sport criteria. **Am J Sports Med**, v.40, n.10, p.2256-63, 2012.

MYKLEBUST, G.; BAHR, R. Return to play guidelines after anterior cruciate ligament surgery. **Br J Sports Med**. v.39, n.3, p.127-31, 2005.

NARDUCCI, E. *et al.* The clinical utility of functional performance tests within one-year post-ACL reconstruction: a systematic review. **Int J Sports Phys Ther**, v.6, n.4, p. 333-42, 2011.

PATERNO, M.V. *et al.* Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. **Am J Sports Med**, v.38, n.10, p.1968-78, 2010.

PATERNO, M.V. *et al.* Self-reported fear predicts functional performance and second acl injury after ACL reconstruction and return to sport: a pilot study. **Sports Health**, v.10, n.3, p.228-233, 2018.

PETERSEN, W. *et al.* Return to play following ACL reconstruction: a systematic review about strength deficits. **Arch Orthop Trauma Surg**, v.134, p. 1417-28, 2014.

POWERS, C.M. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. **J Orthop Sports Phys Ther**, v.40, n.2, p.42-51, 2010.

PRODRAMOS, C.C. *et al.* A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. **Arthroscopy**, v.23, n.12, p.1320-25, 2007.

REID, A. *et al.* Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. **Phys Ther**, v.87, n.3, p.337-349, 2007.

RENSTROM, P.A. Eight clinical conundrums relating to anterior cruciate ligament (ACL) injury in sport: recent evidence and a personal reflection. **Br J Sports Med**, v.47, n.6, p.367-72, 2013.

SANDERS, T.L. *et al.* Incidence of anterior cruciate ligament tears and reconstruction: a 21-year population-based study. **Am J Sports Med**, v.44, n.6, p.1502-7, 2016

SILVA, T.M.; COSTA, L.C.M.; COSTA, L.O.P. Evidence-Based Practice: a survey regarding behavior, knowledge, skills, resources, opinions and perceived barriers of Brazilian physical therapists from São Paulo state. **Braz J Phys Ther**, v.19, n.4, p.294-303, 2015.

STICKLER, L.; FINLEY, M.; GULGIN, H. Relationship Between Hip and Core Strength and Frontal Plane Alignment During a Single Leg Squat. **Phys Ther Sport**, v.16, n.1, p. 66-71, 2014.

SUZUKI, H. *et al.* The influence of hip strength on knee kinematics during a single-legged medial drop landing among competitive collegiate basketball players. **Int J Sports Phys Ther**, v.10, n.5, p.592-601, 2015.

TEGNER, Y.; LYSHOLM, J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. **Clin Orthop Relat Res**. v.198, p.43-9, 1985.

THOMAS, A.C. *et al.* Lower extremity muscle strength after anterior cruciate ligament injury and reconstruction. **J Athl Train**. v.48, n.5, p. 610-20, 2013.

THOMEÉ, P. *et al.* Self-efficacy of knee function as a pre-operative predictor of outcome 1 year after anterior cruciate ligament reconstruction. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**, v.16, n.2, p.118-27, 2008.

TIBERIO, D. Effect of excessive subtalar joint pronation on patellofemoral mechanics: a theoretical model. **J Orthop Sports Phys Ther**, v.9, n.4, p.160-5, 1987.

VAN MEER, B.L. *et al.* Knee injury and osteoarthritis outcome score or international knee documentation committee subjective knee form: which questionnaire is most useful to monitor patients with an anterior cruciate ligament rupture in the short term? **Arthroscopy**, v.29, n.4, p.701-715, 2013.

VAN MELICK, N. *et al.* Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. **Br J Sports Med**, v.50, n.24, p.1506-1515, 2016.

WAHLSTEDT C.; RASMUSSEN-BARR, E. Anterior cruciate ligament injury and ankle dorsiflexion. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**, v.23, n.11, p. 3202-7, 2015.

WEBSTER, K.E.; FELLER, J.A.; LAMBROS, C. Development and preliminary validation of a scale to measure the psychological impact of returning to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. **Phys Ther Sport**, v.9, n.1, p. 9-15, 2008.

WELLING, W. *et al.* Low rates of patients meeting return to sport criteria 9 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective longitudinal study. **Knee Surg Sports Traumatol Arthroscop**, v.26, n.12, p. 3636-3644, 2018.

WILK, K.E. *et al.* Recent advances in the rehabilitation of anterior cruciate ligament injuries. **J Orthop Sports Phys Ther**, v.42, n.3, p.153-71, 2012.

APÊNDICE A

Questionário Online

Seção 1 de 4



Questionário – Critérios para alta do tratamento clínico fisioterapêutico e para retorno ao esporte após cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior

Nome do Pesquisador Principal: Cecília Ferreira de Aquino (Doutoranda – UFMG)
 Nome do Orientador: Professor Dr. Sérgio Teixeira Fonseca (Professor Titular - UFMG)
 Nome da Co-orientadora: Professora Dra. Juliana de Melo Ocarino (Professora Adjunta - UFMG)

Você está sendo convidado(a), como voluntário(a), a participar desta pesquisa que tem como objetivo descrever os critérios utilizados pelos fisioterapeutas para definir a alta do tratamento clínico fisioterapêutico e o retorno ao esporte de pacientes submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior. Você deve ler, fornecer alguns dados sócio-demográficos e profissionais, e responder um questionário composto por 10 questões objetivas relacionadas a este tema. O preenchimento do questionário dura aproximadamente 10 minutos. Esperamos que esta pesquisa traga, como benefícios, contribuições importantes para os fisioterapeutas que atuam com pacientes submetidos à reconstrução ligamentar e subsídios para o desenvolvimento de critérios adequados de alta e retorno ao esporte destes pacientes.

Endereço de e-mail *

Endereço de e-mail válido

Este formulário coleta endereços de e-mail. [Alterar configurações](#)

Seção 2 de 4



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Esta pesquisa tem como objetivo descrever os critérios utilizados pelos fisioterapeutas para definir a alta do tratamento clínico fisioterapêutico e o retorno ao esporte de pacientes submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior. Pedimos sua autorização para a coleta e o armazenamento de dados gerados por meio de um questionário. A participação nesta pesquisa não traz complicações legais. Não há riscos previstos para a sua participação neste estudo. Sua identificação não será necessária em momento algum. Você fornecerá apenas seu endereço de e-mail, que não será utilizado em qualquer publicação ou material relacionado ao estudo. Você será identificado com um número. Somente a pesquisadora e os orientadores envolvidos neste estudo terão acesso a seus dados, que serão utilizados apenas para fins de pesquisa. Você pode solicitar mais informações com a pesquisadora responsável pelo projeto, a doutoranda Cecília Ferreira de Aquino, pelo telefone (37) 99907-6921 e pelo e-mail: ceciliafaquino@gmail.com.

O(A) Sr.(a) concorda em participar voluntariamente desta pesquisa: *

Não

Sim

Dados sócio-demográficos e profissionais

Descrição (opcional)

Sexo *

Feminino

Masculino

Idade *

Texto de resposta curta

Ano de conclusão do curso de Fisioterapia *

Texto de resposta curta

Cidade onde atua *

Texto de resposta curta

Estado onde atua *

Texto de resposta curta

Tempo de experiência em reabilitação de pacientes pós-reconstrução do LCA * (EM ANOS)

Texto de resposta curta

Especialista em Fisioterapia Esportiva (sócio SONAFE) *

Sim

Não

Especialista em Fisioterapia Traumato-Ortopédica (sócio ABRAFITO) *

Sim

Não

Grau mais alto de titulação *

Graduação

Pós-Graduação

Mestrado

Doutorado

Local (is) de atuação (pode assinalar mais de uma opção): *

Clínica/Consultório de convênio

Clínica/Consultório particular

Serviço público de reabilitação

Clínica-escola

Equipe esportiva

Outros...

Se assinalou a opção "equipe esportiva", qual a modalidade esportiva:

Questões relacionadas à reabilitação pós-operatória de LCA

Descrição (opcional)

1- Forma de atendimento em reabilitação pós-operatória de LCA: *

- Individual
- Coletivo
- Individual e coletivo

2- Tempo médio entre cirurgia e início da reabilitação pós-operatória de LCA: *

- Menos de 1 semana
- 1 a 2 semanas
- 3 ou mais semanas

3- Nível de atividade da maioria dos pacientes que você atende na reabilitação pós-operatória de LCA: *

- Sedentário
- Recreacional
- Competitivo amador
- Competitivo profissional

4A- Tempo médio de duração do tratamento fisioterapêutico pós-cirurgia EM MESES: *

Texto de resposta curta

4B- Tempo médio de duração do tratamento fisioterapêutico pós-cirurgia EM NÚMERO DE ATENDIMENTOS (SESSÕES): *

Texto de resposta curta

5- Tempo médio de afastamento do paciente da sua atividade esportiva pós-cirurgia EM MESES: *

Texto de resposta curta

6- Na sua prática profissional com reabilitação pós-operatória do LCA, qual profissional é responsável pela LIBERAÇÃO DO PACIENTE PARA O TREINAMENTO DE MUSCULAÇÃO: *

- Fisioterapeuta
- Ortopedista
- Equipe multidisciplinar
- Outro...

7- Na reabilitação pós-operatória do LCA, qual profissional é responsável pela DEFINIÇÃO DA ALTA DO PACIENTE DO TRATAMENTO FISIOTERAPÊUTICO: *

- Fisioterapeuta
- Ortopedista
- Equipe multidisciplinar
- Outro...

8- Quais critérios você utiliza para determinar a ALTA DA FISIOTERAPIA após a reconstrução do LCA? (pode assinalar mais de uma opção) *

- Tempo pós-cirurgia
- Número de sessões de fisioterapia realizadas
- Amplitude de movimento de joelho completa
- Força de quadríceps
- Força de isquiotibiais
- Força da musculatura de quadril (abdutores e rotadores laterais do quadril)
- Testes ortopédicos negativos (ex: Lachman, gaveta anterior, pivot shift etc)
- Condição psicológica do paciente
- Padrão de movimento
- Escore em questionário funcional específico (ex: IKDC, Lysholm, KOOS etc)
- Desempenho em teste funcional específico (ex: hop teste, Y teste etc)
- Outro...

8A- Se assinalou "Condição psicológica do paciente", qual (is) questionário (s) utiliza?

Texto de resposta curta
.....

8B- Se assinalou "Padrão de movimento", especifique qual:

Texto de resposta curta
.....

8C- Se assinalou "Escore em questionário funcional específico", qual (is) questionário (s) utiliza e qual ponto de corte?

Texto de resposta curta
.....

8D- Se assinalou "Desempenho em teste funcional específico", qual (is) teste (s) utiliza e qual ponto de corte?

Texto de resposta curta
.....

9- Na reabilitação pós-operatória do LCA, qual profissional é responsável por ^{*} DEFINIR A LIBERAÇÃO DO PACIENTE PARA RETORNAR AO ESPORTE:

- Fisioterapeuta
- Ortopedista
- Equipe multidisciplinar
- Outro...

10- Quais critérios você utiliza para determinar a APTIDÃO DO PACIENTE PARA RETORNAR AO ESPORTE após ser submetido à reconstrução do LCA (pode assinalar mais de uma opção): *

- Tempo pós-cirurgia
- Amplitude de movimento de joelho completa
- Força de quadríceps
- Força de isquiotibiais
- Força da musculatura de quadril (abdutores e rotadores laterais do quadril)
- Testes ortopédicos negativos (ex: Lachman, gaveta anterior, pivot shift etc)
- Condição psicológica do paciente
- Padrão de movimento
- Escore em questionário funcional específico (ex: IKDC, Lysholm, KOOS etc)
- Desempenho em teste funcional específico (ex: hop teste, Y teste etc)
- Outro...

10A- Se assinalou "Condição psicológica do paciente", qual (is) questionário (s) utiliza?

Texto de resposta curta

10B- Se assinalou "Padrão de movimento", especifique qual:

Texto de resposta curta

10C- Se assinalou "Escore em questionário funcional específico", qual (is) questionário (s) utiliza e qual ponto de corte?

Texto de resposta curta

10D- Se assinalou "Desempenho em teste funcional específico", qual (is) teste (s) utiliza e qual ponto de corte?

Texto de resposta curta

APÊNDICE B

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado a participar do estudo “**FATORES PREDITIVOS DE RETORNO AO ESPORTE APÓS CIRURGIA DE RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR DO JOELHO**” da aluna *Cecília Ferreira de Aquino*, para a tese de Doutorado do programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), sob orientação do *Prof. Dr. Sérgio Teixeira da Fonseca*. **É necessário que você leia atentamente este termo antes de autorizar sua participação nesse estudo.**

Primeiramente, agradecemos por seu interesse em participar deste estudo. O objetivo da pesquisa é avaliar os fatores que explicam o retorno do indivíduo ao esporte após se submeter à cirurgia de reconstrução ligamentar do joelho.

Procedimentos: Todas as medidas serão realizadas em uma clínica particular de fisioterapia localizada no centro de Divinópolis-MG. Após a avaliação pré-cirurgia, você deverá comparecer à clínica por duas vezes para realização das medidas deste estudo, em três momentos diferentes: ao término do tratamento fisioterápico, quando o médico liberá-lo para retornar ao esporte e um ano após a liberação para a prática esportiva. Antes da cirurgia, você comparecerá à clínica para preencher um formulário com informações sobre sua lesão e a cirurgia, seu estilo de vida e seu nível de atividade física antes da lesão. Neste dia, serão obtidas suas medidas de peso e altura e você responderá um questionário padronizado sobre o impacto psicológico de retornar ao esporte após a cirurgia. Em seguida, você deverá deitar-se de barriga para cima em uma maca para que seja feita a medida do grau de deslocamento anterior da sua perna em relação à coxa, com o uso de um instrumento específico para esta finalidade. O instrumento não provoca dor e não há risco de lesão durante o seu uso. Após o encerramento do seu tratamento fisioterápico, você deverá voltar à clínica para realizar alguns testes. Você irá vestir um short de *lycra* que iremos lhe oferecer e de barriga para baixo na maca, será realizada uma medida do alinhamento do seu pé em relação à perna. Nesta mesma posição, com o joelho dobrado e a perna relaxada, será mensurado o ângulo de rotação da sua perna com um dispositivo colocado na região anterior da perna. Após a realização destas medidas, você realizará um teste de agachamento com apoio em uma única perna apenas para aprendizagem da tarefa. Neste momento, iremos colocar um *laser* na região anterior da sua coxa. Você irá agachar com uma das pernas, apontando o *laser* para frente, levando a luz do *laser* de um alvo ao outro, de forma sequenciada. Você deverá realizar três séries de cinco agachamentos com cada perna, e o movimento deverá ser o mais rápido possível, desde que você sempre acerte os alvos. Você terá de retornar à clínica em um outro dia, no prazo de uma semana em relação a esta primeira coleta, para repetir esta

tarefa. Neste dia, você também irá realizar uma segunda tarefa de agachamento, em que iremos filmá-lo executando uma sequência de cinco agachamentos sobre um degrau com apoio em apenas uma perna. Devido ao posicionamento da câmera, seu rosto não será filmado, sendo feita a identificação do material apenas por número. A filmagem será armazenada e gravada em um DVD, e este material será destruído após o término da pesquisa. Após a realização das duas tarefas de agachamento, você terá 30 minutos de descanso. Logo depois, você realizará um teste de salto com apoio apenas em uma perna. Você deverá saltar o mais distante possível, apoiando-se apenas em uma perna e aterrissar sobre a mesma perna. Em seguida, você será submetido a quatro testes para avaliar a sua força para: dobrar o joelho, esticar o joelho, abrir a perna e rodar a perna para fora. Para todos esses testes, você será posicionado em uma maca e será usado um instrumento próprio para medida da força. Serão realizadas três repetições para cada teste, sendo o membro não-lesionado avaliado primeiro. O tempo previsto de avaliação será de 45 minutos no primeiro dia e 1 hora e 30 minutos no segundo dia. Durante o intervalo de 30 minutos entre os testes de agachamento e de força muscular, no segundo dia de coleta de dados, você receberá um lanche oferecido pelo pesquisador. Quando o médico liberá-lo para voltar ao esporte, você deverá voltar à clínica para realizar os mesmos procedimentos feitos após o término da fisioterapia. Um ano após esta coleta de dados, você novamente irá retornar à clínica para a terceira e última avaliação após a cirurgia.

Riscos e desconfortos: A sua participação no estudo oferece riscos mínimos à sua saúde. Você pode apenas sentir cansaço ou dor muscular nas pernas durante ou após os testes. Caso sinta cansaço nas pernas durante o agachamento e os testes de força muscular, essa sensação desaparecerá em algumas horas. Você poderá solicitar descanso a qualquer momento e pelo tempo que julgar necessário. Em caso de cansaço muscular, poderá interromper sua participação no estudo imediatamente e a qualquer momento. Você também pode solicitar à pesquisadora, que é fisioterapeuta, que utilize algum recurso fisioterápico para aliviar o desconforto, caso ele aconteça. No teste de salto, o risco é mínimo, pois você irá executá-lo respeitando a sua condição física. No entanto, se houver algum desconforto muscular ou articular você terá disponibilidade de assistência na clínica onde a pesquisa está sendo realizada, sem qualquer custo. Não serão utilizados materiais perfurocortantes como seringas ou agulhas.

Benefícios esperados: Você irá comparecer à clínica de fisioterapia em três ocasiões após a cirurgia (após o término do tratamento fisioterápico, quando for liberado pelo médico para voltar ao esporte, e um ano após a liberação para o esporte) para a coleta de dados. Não são esperados benefícios diretos devido à sua participação na pesquisa. Entretanto, no final da terceira avaliação pós-cirurgia, caso seja identificada a presença de fraqueza muscular e dificuldades no desempenho dos testes funcionais, você será informado e orientado sobre o que fazer para corrigir os déficits de força e melhorar o seu desempenho funcional. Além disso, os resultados deste estudo, poderão contribuir para a prática clínica de fisioterapeutas e auxiliar na reabilitação de pacientes que se submetem à cirurgia de reconstrução ligamentar, possibilitando o entendimento dos fatores que favorecem o retorno de

sucesso à prática esportiva após este procedimento cirúrgico. Assim, será possível direcionar as estratégias de tratamento utilizadas na reabilitação dos pacientes que se submetem à cirurgia de LCA de forma a favorecer o retorno ao esporte.

Confidencialidade: Sua identidade não será revelada em momento algum e seu nome não será utilizado em qualquer publicação ou material relacionado ao estudo. Somente os pesquisadores e o orientador envolvidos terão acesso a seus dados, que serão apenas para fins de pesquisa.

Recusa ou desistência da participação: Sua participação é inteiramente voluntária e não lhe trará nenhum gasto financeiro, nem será fornecido auxílio financeiro por sua participação no estudo. Você está livre para se recusar a participar ou desistir do estudo em qualquer momento, durante a coleta de dados, sem que isso possa lhe acarretar qualquer penalização ou prejuízo.

Você pode solicitar mais informações ao longo do estudo com o pesquisador responsável pelo projeto (Prof. Dr. Sérgio Teixeira Fonseca), por meio do telefone (31) 3409-4782, ou com a aluna de Doutorado (Cecília Ferreira de Aquino) pelo telefone (37) 99907-6921 e pelo e-mail: ceciliafaquino@gmail.com.

O Comitê de Ética em Pesquisa (COEP/UFMG) deve ser consultado em casos de dúvidas éticas relacionadas à pesquisa, pelo telefone (31)3409-4592 e pelo e-mail: coep@prpq.ufmg.br.

Declaro que li e entendi as informações contidas acima e que todas as dúvidas foram esclarecidas. Este formulário está sendo assinado voluntariamente por mim, indicando meu consentimento em participar do estudo, e receberei uma via de igual teor deste documento.

Assinatura do Voluntário	Data
Cecília Ferreira de Aquino – Doutoranda	Data
Prof. Dr. Sérgio Teixeira Fonseca – Orientador	Data

Contatos:

COEP – Comitê de Ética em Pesquisa/UFMG

Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º Andar – Sala 2005 – CEP 31270-901
Belo Horizonte – MG Fax: (31)3409-4592 E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Cecília Ferreira de Aquino (aluna – Doutorado)

Av. Rio Grande do Sul, 1440 – Clínica de Fisioterapia SPORTS CENTER
Telefone: (37) 3213-0197 Celular: (37) 99907-6921 E-mail: ceciliafaquino@gmail.com

Sérgio Teixeira Fonseca (Orientador)

Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 – Departamento de Fisioterapia
Telefone:(31)3409-4782 Fax: (31)3409-4783 E-mail: sergioteixeirafonseca@gmail.com

ANEXO A

Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (COEP-UFMG)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Fatores preditivos de retorno ao esporte após cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior do joelho

Pesquisador: Sergio Teixeira da Fonseca

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 51018115.3.0000.5149

Instituição Proponente: PRO REITORIA DE PESQUISA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.366.150

Apresentação do Projeto:

No esporte, a ruptura do ligamento cruzado anterior (LCA) é uma lesão frequente, e muitos indivíduos que sofrem esta lesão optam pela cirurgia de reconstrução ligamentar com o propósito final de retornar ao esporte. Entretanto, uma parcela importante de pacientes não obtém sucesso com a cirurgia, considerando o retorno ao nível prévio de participação esportiva como desfecho. Vários fatores têm sido propostos para explicar o sucesso no retorno ao esporte após a reconstrução do LCA. Tais fatores podem ser divididos em: fatores demográficos e de estilo de vida, fatores psicológicos, fatores clínicos relacionados à cirurgia e à reabilitação, fatores físicos e fatores funcionais relacionados com as atividades e tarefas envolvidas na participação do indivíduo no esporte. O presente projeto terá como objetivo principal investigar os fatores preditivos de retorno ao esporte no nível anterior à lesão ligamentar em indivíduos submetidos à reconstrução do LCA. A pesquisa também terá como objetivo caracterizar o perfil físico e funcional de indivíduos submetidos à reconstrução do LCA ao serem liberados para retornar ao esporte. Um delineamento de medidas repetidas será utilizado no presente estudo, em que indivíduos submetidos à reconstrução do LCA serão avaliados em três momentos: antes da cirurgia, quando são liberados para retornar ao esporte e um ano após a liberação para o esporte. Nestes três momentos, os pacientes serão avaliados em relação ao impacto psicológico de retornar ao esporte,

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 1.366.150

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoCOEP.pdf	13/11/2015 17:17:41	Cecilia Ferreira de Aquino	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TermodeCompromisso.pdf	13/11/2015 12:02:49	Cecilia Ferreira de Aquino	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	ParecerCamara.pdf	13/11/2015 12:02:33	Cecilia Ferreira de Aquino	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEProjeto.docx	13/11/2015 12:01:54	Cecilia Ferreira de Aquino	Aceito
Outros	CartaAutorizacao.pdf	12/11/2015 11:04:02	Cecilia Ferreira de Aquino	Aceito
Outros	CartadeApoio5.pdf	12/11/2015 11:02:39	Cecilia Ferreira de Aquino	Aceito
Outros	CartadeApoio4.pdf	12/11/2015 11:02:10	Cecilia Ferreira de Aquino	Aceito
Outros	CartadeApoio3.pdf	12/11/2015 11:01:45	Cecilia Ferreira de Aquino	Aceito
Outros	CartadeApoio2.pdf	12/11/2015 11:01:12	Cecilia Ferreira de Aquino	Aceito
Outros	CartadeApoio1.pdf	12/11/2015 11:00:46	Cecilia Ferreira de Aquino	Aceito
Orçamento	Orcamento.docx	12/11/2015 11:00:10	Cecilia Ferreira de Aquino	Aceito
Cronograma	Cronograma.docx	11/11/2015 21:26:26	Cecilia Ferreira de Aquino	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELO HORIZONTE, 14 de Dezembro de 2015

Assinado por:
Telma Campos Medeiros Lorentz
(Coordenador)

ANEXO B

ESCALA DE ATIVIDADE DE TEGNER (Tegner Activity Scale)

Nível 10: Esportes competitivos: futebol, futebol americano, rugby (elite nacional).

Nível 9: Esportes competitivos: futebol, futebol americano, rugby (divisões inferiores), hóquei no gelo, luta, ginástica artística, basquete.

Nível 8: Esportes competitivos: squash, badminton, atletismo (saltos etc.), ski em montanha.

Nível 7: Esportes competitivos: tênis, corrida, automobilismo, handebol.

Esportes Recreacionais: futebol, futebol americano, rugby, squash, hóquei no gelo, basquete, corrida.

Nível 6: Esportes Recreacionais: tênis e badminton, handebol, ski em montanha, corrida de rua pelo menos 5 vezes por semana.

Nível 5: Atividade ocupacional: trabalho pesado (construção civil, etc).

Esportes competitivos: ciclismo, ski *cross-country*.

Esportes Recreacionais: corrida de rua em terrenos irregulares pelo menos 2 vezes/semana

Nível 4: Atividade ocupacional: trabalho moderadamente pesado (dirigir caminhão, etc).

Nível 3: Atividade ocupacional: trabalho leve (enfermagem etc).

Nível 2: Atividade ocupacional: trabalho leve.

Caminhar em superfície irregular é possível, mas é impossível com peso a ser carregado (mochila por exemplo) ou se a caminhada for longa.

Nível 1: Atividade ocupacional: trabalho sedentário (secretária, etc.)

Nível 0: Licença médica: aposentado por invalidez devido aos problemas no joelho

ANEXO C

Anterior Cruciate Ligament – Return to Sport after Injury Scale (ACL-RSI Scale)

Instruções: Responda as questões abaixo de acordo com o nível de atividade e esporte que você praticava antes da sua lesão. Responda a cada pergunta marcando um X no número entre os dois extremos que melhor descreve sua situação atual.

1. Você está confiante que seu desempenho esportivo está no mesmo nível antes da lesão?

De modo nenhum	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Extremamente
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	--------------

2. Você acha que terá a mesma lesão no joelho ao praticar seu esporte?

De modo nenhum	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Extremamente
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	--------------

3. Você se sente apreensivo ao praticar seu esporte?

De modo nenhum	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Extremamente
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	--------------

4. Você está confiante que não sentirá instabilidade (falseio) no seu joelho ao praticar seu esporte?

De modo nenhum	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Extremamente
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	--------------

5. Você está confiante que pode praticar seu esporte sem qualquer preocupação com o joelho?

De modo nenhum	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Extremamente
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	--------------

6. Você se sente frustrado em ter que se preocupar com seu joelho durante sua prática esportiva?

De modo nenhum	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Extremamente
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	--------------

7. Você sente medo de lesionar novamente seu joelho durante a prática esportiva?

De modo nenhum	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Extremamente
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	--------------

8. Você está confiante que seu joelho pode se manter estável com o peso do seu corpo sobre ele?

De modo nenhum	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Extremamente
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	--------------

9. Você tem medo de acidentalmente lesionar seu joelho durante prática esportiva?

De modo nenhum	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Extremamente
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	--------------

10. Você evitou praticar sua atividade esportiva por medo de passar mais uma vez por cirurgia ou reabilitação?

De modo nenhum	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Extremamente
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	--------------

11. Você está confiante sobre sua capacidade de realizar bem sua prática esportiva?

De modo nenhum	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Extremamente
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	--------------

12. Você se sente tranquilo (relaxado) para praticar sua modalidade esportiva?

De modo nenhum	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Extremamente
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	--------------

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												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												Sem limitações nas atividades da vida diária

MINI CURRÍCULO DO DISCENTE

1. FORMAÇÃO ACADÊMICA & TITULAÇÃO

- 2015 - Atual Doutoranda em Ciências da Reabilitação
Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, Brasil
Bolsista: Coord. de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).
Orientador: Sérgio Teixeira Fonseca
Co-orientadora: Juliana de Melo Ocarino
- 2003 - 2005 Mestrado em Ciências da Reabilitação
Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, Brasil
Título: Comparação de dois modelos de intervenção para modificação de propriedades musculares: alongamento muscular x fortalecimento em amplitudes iniciais de movimento
Orientador: Sérgio Teixeira Fonseca
Bolsista: Coord. de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).
- 1998 - 2003 Graduação em Fisioterapia
Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, Brasil
Bolsista de Iniciação Científica: CNPq – 2002 / 2003.
Orientador: Sérgio Teixeira da Fonseca

2. FORMAÇÃO COMPLEMENTAR

- 2016 - 2016 Capacitação e Padronização para Atuação nos Jogos Olímpicos Rio 2016
Instituição: Sociedade Nacional de Fisioterapia Esportiva - SONAFE
Carga horária: 40 horas

3. VÍNCULO INSTITUCIONAL E ATUAÇÃO PROFISSIONAL

- 2015 - 2019 Universidade Federal de Minas Gerais
Bolsista CAPES
- 2018 - Atual Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS)
Coordenadora do Curso de Fisioterapia – Campus Divinópolis
Carga horária: 20 horas
- 2015 - Atual Curso de Especialização em Fisioterapia Ortopédica - UFMG

Professora convidada – Módulo: “Avaliação e Reabilitação Funcional”

Carga horária: 15 horas

2015 - Atual Curso de Especialização em Fisioterapia Esportiva – UFMG

Professora convidada – Módulo: "Avaliação do Atleta"

Carga horária: 15 horas

2009 - Atual Clínica de Fisioterapia Sports Center

Direção e Administração

4. EXPERIÊNCIA CIENTÍFICA

Artigos completos publicados em periódicos

CARVALHO, Lucas A.C.M. ; **AQUINO, Cecília F.** ; SOUZA, Thales R. ; ANJOS, Marco Túlio S. ; LIMA, Diogo B.M. ; Fonseca, SÉRGIO T. Clinical measures related to forward shoulder posture: a reliability and correlational study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, v. 42, p. 141-147, 2019.

AUGUSTO, V.G.; **AQUINO, C.F.**; PENHA, D.G.; SAMPAIO, R.F. Musculoskeletal pain in women of the clothing industry: analysis through the perspective of the demand-control model. *Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo*, v. 27, p. 172-179, 2016.

AUGUSTO, V.G.; **AQUINO, C.F.**; MACHADO, N.C.; CARDOSO, V.A.; RIBEIRO, S. Promoção de Saúde em Unidades Básicas: análise das representações sociais dos usuários sobre a atuação da Fisioterapia. *Ciência & Saúde Coletiva* (Online), v. 16, p. 957-963, 2011.

AQUINO, C.F.; FONSECA, S.T.; GONCALVES, G.G.P.; SILVA, P.L.P.; OCARINO, J.M.; MANCINI, M.C. Stretching Versus Strength Training in Lengthened Position in Subjects with Tight Hamstring Muscles: a Randomized Controlled Trial. *Manual Therapy*, v.15, p. 26-31, 2010.

AQUINO, C.F.; CARDOSO, V.A.; MACHADO, N.C.; FRANKLIN, J.S.; AUGUSTO, V.G. Análise da relação entre dor lombar e desequilíbrio de força muscular em bailarinas. *Fisioterapia em Movimento*, v. 23, p. 399-408, 2010.

Capítulos de livro publicados

OCARINO, J.M.; **AQUINO, C.F.**; SIQUEIRA, F. B. . Uso do Alongamento. In: Brandão, M.B.; Cury, V.. (Org.). Reabilitação na Paralisia Cerebral. 1ed. Rio de Janeiro: Med Book Editora Científica, 2010, p. 161-168.

FONSECA, S. T. ; SILVA, P. L. P. ; OCARINO, J.M.; **AQUINO, C.F.** Integration of Stresses and Their Relationship to The Kinetic Chain. In: David J. Magee; James E. Zachazewski; William S. Quillen.. (Org.). *Scientific Foundations & Principles of Practice in Musculoskeletal Rehabilitation*. 1ed.Saint Louis: Saunders/Elsevier, 2007, v. , p. 476-486

Co-orientação de Mestrado

Vanessa Aparecida Cardoso. Influência de recursos do indivíduo no desempenho em uma tarefa de agachamento unipodal com variação de demanda. 2015. Mestrado em Ciências da Reabilitação - Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientação de Iniciação Científica

Patrícia Del Bello. Fatores preditivos de retorno ao esporte após cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior. 2015.

Sâmara Lima de Souza. Impacto da fisioterapia na funcionalidade e incapacidade de indivíduos com patologias ortopédicas e traumatológicas atendidos em um serviço público de reabilitação. 2014.

Prêmios e Títulos

2019 - Melhor apresentação oral na categoria "Membro Inferior" no III COBRAFITO - Congresso Brasileiro e Internacional da ABRAFITO.

Mais informações: <http://lattes.cnpq.br/9456599659125823>