

Projeto de Pesquisa:

Treinamento resistido convencional versus treinamento baseado em velocidade na reabilitação após reconstrução do ligamento cruzado anterior: um ensaio controlado aleatorizado

Informações Preliminares**Responsável Principal**

CPF/Documento: 687.065.700-97	Nome: Bruno Manfredini Baroni
Telefon 5199501985	E-mail: bmbaroni@yahoo.com.br

Instituição Proponente

CNPJ: 92.967.595/0001-77	Nome da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre
--------------------------	---

É um estudo internacional? Não

Equipe de Pesquisa

CPF/Documento	Nome
028.619.690-59	RAFAEL CRISTANE MICHEL

Área de Estudo**Grandes Áreas do Conhecimento**

- Grande Área 4. Ciências da Saúde

Propósito Principal do Estudo

- Clínico

Título Público da

Treinamento resistido convencional versus treinamento baseado em velocidade na reabilitação após reconstrução do ligamento cruzado anterior: um ensaio controlado aleatorizado

Contato Público

CPF/Documento	Nome	Telefone	E-mail
687.065.700-97	Bruno Manfredini Baroni	5199501985	bmbaroni@yahoo.com.br

Contato Científico: Bruno Manfredini Baroni

Desenho de Estudo / Apoio Financeiro

Desenho do Intervenção/Experimental

Condições de saúde ou problemas**Condição de saúde ou Problema**

Ligamento Cruzado Anterior

Descritores Gerais para as Condições de

CID1-10:Classificação Internacional de Doenças

Código CID**Descrição CID**

S83

Luxacao, entorse e distensao das articulacoes e dos ligamentos do joelho

Descritores Específicos para as Condições de

CID1-10:Classificação Internacional de

Código CID**Descrição CID**

S83.5

Entorse e distensao envolvendo ligamento cruzado (anterior) (posterior) do joelho

Tipo de

Comparador

Natureza da Intervenção

- Outro Reabilitação

Descritores da Intervenção

Descritores da Intervenção

Intervenções

Treinamento resistido

Fase

- Fase 4

Desenho:

Este estudo é caracterizado como um ensaio clínico, controlado e aleatorizado, cegado para os avaliadores. Os participantes serão alocados em dois grupos: grupo "treinamento resistido convencional" (TRC) e grupo "treinamento baseado em velocidade" (VBT). Os participantes de ambos os grupos serão submetidos ao mesmo programa de reabilitação ao longo do estudo, sendo a única diferença entre os grupos a inserção do programa de treinamento baseado em velocidade para o grupo VBT. Os participantes serão submetidos a uma bateria mais enxuta de avaliações uma semana antes do início do programa de treinamento, aproximadamente na 12ª semana após a RLCA, considerando critérios de segurança devido à condição clínica característica desse período. Ao término do programa de treinamento, aproximadamente na 25ª semana após a RLCA, a bateria completa de avaliações será realizada. Após o programa de treinamento, a reabilitação será continuada adotando-se um mesmo protocolo para ambos os grupos e respeitando a individualidade de progressão de cada paciente, até que se atinjam os critérios de retorno ao esporte estabelecidos para este estudo.

Apoio**CNPJ****Nome****E-mail****Telefone****Tipo**Financiamento
Próprio**Palavra Chave****Palavra-chave**

Joelho

Ortopedia

Fisioterapia

Esporte

Resumo:

Introdução: Déficits persistentes de força muscular têm impacto relevante em atletas submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior (RLCA), contribuindo para atrasos no processo de reabilitação, dificuldades no retorno ao esporte e aumento do risco de relesão. O treinamento resistido convencional (TRC) constitui um componente fundamental dos programas de reabilitação pós-RLCA, especialmente para o restabelecimento da força máxima. Entretanto, a recuperação da força potente (ou potência muscular) parece demandar intervenções mais específicas. Nesse contexto, o treinamento baseado em velocidade (velocity-based training ζ VBT) emerge como uma alternativa terapêutica promissora, uma vez que utiliza a velocidade de deslocamento da carga como principal variável para o monitoramento e a prescrição do exercício. Apesar de amplamente consolidado na literatura do treinamento esportivo, ainda há uma lacuna de ensaios clínicos que investiguem os efeitos do VBT no contexto da reabilitação após RLCA. **Objetivo:** Comparar os efeitos do VBT e do TRC na reabilitação de atletas submetidos à RLCA. **Métodos:** Neste ensaio controlado randomizado, 46 atletas submetidos à RLCA serão alocados em dois grupos: grupo VBT ou grupo TRC. Entre o quarto e o sexto mês após a cirurgia, os participantes serão submetidos a um programa de treinamento resistido com duração de 12 semanas, composto pelos seguintes exercícios: agachamento, agachamento búlgaro, stiff, cadeira extensora, cadeira flexora e flexão plantar. A principal diferença entre os grupos residirá no modelo de prescrição dos três primeiros exercícios, que será realizado por meio do VBT ou do TRC. Os participantes serão submetidos a uma bateria reduzida de avaliações uma semana antes do início do programa de treinamento, aproximadamente na 12ª semana após a RLCA, respeitando critérios de segurança relacionados às características clínicas desse período. Ao final do programa de treinamento, aproximadamente na 25ª semana após a RLCA, será realizada a bateria completa de avaliações. Após a conclusão do programa, a reabilitação será continuada com a adoção de um mesmo protocolo para ambos os grupos, respeitando-se a individualidade da progressão de cada paciente, até que sejam atingidos os critérios de retorno ao esporte estabelecidos para este estudo. O desfecho primário será o índice de simetria de membros, obtido por meio da dinamometria isocinética dos músculos extensores e flexores do joelho e do teste de salto com contramovimento unipodal. Os desfechos secundários incluirão: dor no joelho; melhora percebida pelo paciente; função autorreportada; prontidão psicológica para o retorno ao esporte; arquitetura dos músculos extensores e flexores do joelho; força muscular isométrica dos extensores e flexores do joelho; taxa de produção de força dos extensores e flexores do joelho; desempenho em saltos unipodais horizontais; desempenho na corrida; desempenho em testes de agilidade e mudança de direção; tempo para atingir os critérios de retorno ao esporte; e incidência de recidivas e de outras lesões do joelho.

Introdução:

O ligamento cruzado anterior (LCA) tem importante papel na estabilização do joelho. Este ligamento tem como origem proximal a superfície pósterolateral da incisura intercondilar do fêmur e distalmente a eminência intercondilar da tibia (1). Dois feixes, com diferentes funções estabilizadoras, compõem o LCA: o feixe ântero-medial é tensionado em grandes ângulos de flexão e estabiliza predominantemente movimentos rotacionais, enquanto o pósterolateral encontra-se tenso mais próximo à extensão e tem um importante papel estabilizador de forças ântero-posteriores (2). O LCA é uma das estruturas mais frequentemente acometidas no joelho, sendo estimado que as rupturas do LCA correspondam a cerca de 50% de todas as lesões desta articulação (3). Estima-se que 29 a 78 a cada 100.000 pessoas sofram desta lesão por ano; a maior parte desta estatística é representada por praticantes de esportes multidirecionais, especialmente os que envolvem algum tipo de contato ou colisão, seja de forma proposital (que faz parte do objetivo do esporte) ou acidental (3, 4). A ruptura do LCA pode ocorrer ser tanto por contato direto ou indireto sobre a região quanto pelo mecanismo sem contato (5). O percentual de cada mecanismo varia de acordo com a modalidade esportiva; esportes de colisão como futebol americano, rugby, lacrosse e esportes de combate tendem a ter um número maior de lesões por contato direto quando comparados a futebol, handebol e basquete, nos quais o mecanismo por contato indireto predomina (6). Esportes sem contato físico direto com o oponente, como vôlei e ginástica, por sua vez, são esportes em que o mecanismo sem contato é o mais frequente (7). A cirurgia de reconstrução do LCA (RLCA) é o procedimento mais comumente adotado em atletas de esportes multidirecionais. O procedimento é realizado por via artroscópica para que um enxerto - normalmente autógeno utilizando uma porção do ligamento patelar ou do tendão dos músculos semitendíneo e grácil, quadríceps ou fibular longo - passe a desempenhar a função do ligamento rompido (8). Durante vários meses subsequentes ao procedimento cirúrgico, o enxerto passa por um processo denominado ligamentização, no qual gradualmente adquire características semelhantes às do LCA nativo por meio de adaptações estruturais, bioquímicas e mecânicas (8, 9). O tratamento cirúrgico visa reduzir a instabilidade funcional do joelho e prevenir danos a outras estruturas - especialmente meniscos e cartilagem - para que o indivíduo não evolua para a osteoartrite pós-traumática (10). Para isso, se faz necessária reabilitação pós-operatória, que terá como objetivo melhora do quadro algico e controle do processo inflamatório, reestabelecimento de força e potência muscular, controle sensoriomotor e amplitude de movimento, a recuperação da estabilidade articular funcional, o retorno gradual para o esporte e prevenção de recidivas (10, 11). Embora o período de reabilitação pós-operatória seja classicamente estimado entre seis e 12 meses, dados longitudinais revelam que postergar o retorno ao esporte até o nono mês reduz significativamente a chance de recidivas e de lesões contralaterais do LCA (12, 13). É importante destacar que nem todos os atletas submetidos à RLCA atingem o objetivo de retorno ao esporte. Cerca de 81% retornam a algum tipo de prática esportiva, 65% retornam ao nível esportivo que apresentavam pré-lesão e 55% retornam ao esporte competitivo (14). Segundo a percepção dos próprios pacientes, apenas quatro em cada 10 atingem os seus objetivos de reabilitação após dois anos da RLCA (15). A complexidade do processo faz com que retorno ao esporte dependa de uma série de fatores, dentre os quais o reestabelecimento da capacidade do atleta gerar diferentes manifestações da força de membros inferiores tem recebido grande atenção. A manifestação da força denominada ζ força máxima ζ representa a maior magnitude absoluta de produção de torque produzida por um grupo muscular (16). Já a manifestação conhecida por ζ potência ζ (ou força potente), é expressa biomecanicamente como o produto da força pela velocidade de movimento (17), se apresentando como uma expressão mais específica das necessidades demandadas pelas contrações em altas velocidades no contexto esportivo (18). Mais recentemente, atenção tem sido dispendida à ζ força explosiva ζ , expressa pela chamada ζ taxa de desenvolvimento de força ζ (RFD, rate of force development). A RFD representa a velocidade com a qual um músculo consegue gerar força, do momento da sua ativação até a força máxima, sendo calculada a partir da fase ascendente da curva força-tempo em intervalos de 50 a 200 milissegundos (19). A avaliação destas variáveis de desempenho neuromuscular está cada vez mais presente na rotina dos profissionais de saúde que atuam na reabilitação após RLCA, os quais se utilizam de diferentes recursos, incluindo testes em dinamômetro isocinético, dinamômetro isométrico portátil,

células de carga, equipamentos de musculação, plataformas de força e tapetes de salto (18). Além dos valores brutos gerados por estes testes, outro critério importante de progressão e de tomada de decisão para a alta fisioterapêutica é o índice de simetria entre membros (LSI, limb symmetry index), uma métrica que quantifica a simetria funcional comparando o desempenho do membro operado em relação ao não operado, a partir de uma razão dos valores dos testes (20). Uma maior simetria de força do quadríceps foi associado a uma maior prontidão psicológica para retornar ao esporte após a RLCA (21, 22), a melhores padrões de movimento no plano sagital (23) e a melhor estabilidade dinâmica do joelho (24), o que pode contribuir tanto para o sucesso do retorno ao esporte quanto para a diminuição do risco de uma nova lesão. Além disso, sujeitos que apresentaram um índice de simetria de força entre os membros menor que 90% tiveram um risco quase três vezes maior de sofrer uma lesão de joelho (13). Por estes motivos, um índice de simetria maior que 90% é amplamente citado na literatura como um critério para o retorno ao esporte (25). Entretanto, cerca de 50% dos pacientes são liberados para retornar às atividades esportivas com déficits importantes de força de quadríceps, achado que está associado a marcadores de degeneração precoce da cartilagem patelar (26). Portanto, consensos internacionais reforçam o protagonismo da restauração da força muscular como componente central do processo de reabilitação, integrada a critérios funcionais e psicológicos para a tomada de decisão quanto ao retorno ao esporte (27-29). Não obstante à relevância da força máxima, a capacidade de expressar essa força rapidamente parece ser um atributo ainda mais sensível de recuperação na reabilitação (17). A capacidade de gerar potência pelo membro inferior submetido à RLCA, comumente avaliada por meio de testes de salto unipodal, se apresenta mais comprometida do que a força máxima no retorno do atleta ao esporte (30). Além disso, evidências indicam que o déficit na RFD é superior ao déficit de força máxima ao longo do primeiro ano de reabilitação após RLCA (31), e que podem persistir mesmo em indivíduos que já reestabeleceram completamente a capacidade de força máxima (32). Concomitantemente ao comprometimento do desempenho em esportes que demandem movimentos explosivos, é plausível que os déficits na potência muscular e na RFD contribuam para um maior risco de lesão nos atletas, incluindo a própria ruptura do enxerto (33). O treinamento resistido é definido como uma modalidade de condicionamento físico que envolve a execução de contrações musculares voluntárias contra uma resistência externa, seja ela exercida pelo peso corporal, pesos livres ou dispositivos mecânicos especializados (34). Em populações saudáveis, o treinamento resistido é amplamente reconhecido como a intervenção mais eficaz para induzir adaptações neuromusculares, promovendo aumentos substanciais na área de secção transversa muscular e no recrutamento de unidades motoras (35). Tais adaptações constituem o alicerce fisiológico para o aprimoramento das diferentes manifestações da força muscular e suas valências determinantes para a otimização da funcionalidade e do desempenho atlético (35). O treinamento resistido também é considerado o método mais eficaz para recuperar a capacidade muscular durante a reabilitação após RLCA (36). No entanto, este componente fundamental da reabilitação por vezes não é prescrito de maneira adequada, contribuindo para a persistência de déficits musculares em atletas submetidos à RLCA (36). Além disso, enquanto organizações internacionais têm desenvolvido diretrizes para a prescrição de treinamento resistido em adultos saudáveis (35), jovens (37) e idosos (38), bem como para indivíduos com várias doenças crônicas (39 - 41) não há consenso acerca da abordagem de treinamento resistido destinada à atletas submetidos à RLCA. Diante desse cenário, o nosso grupo de pesquisa desenvolveu um ensaio controlado aleatorizado com o objetivo de comparar uma prescrição de treinamento resistido tipicamente adotada no contexto clínico com um programa estruturado segundo um modelo de periodização linear em blocos em atletas amadores submetidos à RLCA (42). Ambos os grupos foram submetidos aos mesmos exercícios resistidos, duas vezes por semana, por um período de 12 semanas a partir do 4º mês de pós-operatório. A única diferença foi a adoção de um volume constante (3 séries de 10 repetições) em um grupo e de uma periodização linear em outro. Como resultado, os atletas alocados no grupo de periodização linear apresentaram incrementos mais expressivos de força isométrica máxima, chegando ao final do 6º mês de pós-operatório com índices de simetria acima do ponto de corte de 90%. Estes achados evidenciam as vantagens de programas de treinamento resistido prescritos com base nas recomendações advindas da extensa literatura envolvendo populações saudáveis, ressaltando a importância de os fisioterapeutas aprofundarem os seus conhecimentos acerca da teoria do treinamento físico. É interessante notar que, apesar da superioridade de ganhos de força em favor do programa de treinamento resistido com periodização linear, Medeiros et al. (42) não observaram diferença entre os grupos no que diz respeito ao reestabelecimento da potência muscular, avaliada por meio dos testes de salto unipodal. É plausível que este achado esteja relacionado à baixa velocidade de execução dos exercícios no treinamento resistido convencional, culminando numa limitada transferência para a capacidade de potência muscular. Sendo assim, dada a relevância do reestabelecimento não apenas da força, mas também da potência muscular após a RLCA, é imprescindível que sejam investigadas estratégias de treinamento efetivas para o desenvolvimento de ambas as capacidades nessa população. O treinamento baseado em velocidade (VBT: velocity-based training) (43) é uma abordagem do treinamento resistido que utiliza a velocidade de deslocamento da carga como principal variável para monitorar, prescrever e ajustar a intensidade do exercício em tempo real, partindo da relação inversa e estável entre carga relativa (porcentagem de uma repetição máxima - 1RM) e velocidade máxima concêntrica (44). Diferentemente dos modelos tradicionais baseados apenas em porcentagens fixas de 1RM, o VBT permite uma autorregulação diária da carga, considerando as flutuações do estado neuromuscular do atleta, o que resulta em maior precisão na prescrição do treinamento (45, 46). Há demonstrações na literatura de que o uso do VBT está associado a ganhos semelhantes ou superiores de força máxima e potência, com menor acúmulo de fadiga, quando comparado a métodos tradicionais, especialmente quando o controle da perda de velocidade por série é empregado (47, 48). Um dos principais fundamentos para aplicação de exercícios no âmbito do treinamento esportivo é o da especificidade (40). Quanto maior a semelhança com as demandas reais impostas pela modalidade à musculatura, maior a transferência das adaptações neuromusculares geradas pelo treinamento (49). O VBT parece apresentar maior especificidade em relação aos métodos tradicionais baseados em porcentagens fixas de carga máxima por permitir o controle direto da velocidade de execução, variável intimamente relacionada às demandas neuromusculares e mecânicas do desempenho esportivo (44). Diferentemente dos protocolos tradicionais, que assumem estabilidade da capacidade máxima do indivíduo ao longo do tempo, o VBT possibilita ajustes imediatos da carga conforme o estado neuromuscular diário do atleta, preservando a intensidade real do estímulo e respeitando o princípio da especificidade (45). Além disso, a utilização da perda de velocidade como critério de controle da série permite direcionar adaptações específicas, como força máxima, potência ou resistência de força, ao modular com precisão o grau de fadiga neuromuscular imposto, algo dificilmente alcançado por métodos não autorregulados (48). Evidências indicam que essa capacidade de alinhar a intensidade, a velocidade e o volume às demandas da tarefa esportiva resulta em maior transferência para o desempenho, quando comparada a modelos tradicionais generalistas, reforçando o VBT como uma estratégia de treinamento mais específica e funcional (47, 50). A efetividade dessa abordagem, entretanto, depende do uso de dispositivos confiáveis e validados para a mensuração precisa da velocidade de execução dos exercícios, uma vez que pequenas variações nesse parâmetro

podem representar diferenças relevantes no desempenho neuromuscular e funcional. Nesse contexto, o avanço tecnológico tem ampliado a disponibilidade de diferentes sistemas de mensuração da velocidade, como transdutores de velocidade (51) e posicionais lineares (52), sistemas optoeletrônicos (53), sensores inerciais (54) e ferramentas baseadas em capturas de imagens (55), impulsionando um número crescente de estudos voltados à avaliação da validade e confiabilidade desses dispositivos (56). As ferramentas mais acessíveis, entregando resultados sensíveis e validados, são os transdutores de velocidade com fio e sensores inerciais sem fio (IMU, inertial measurement unit). Os IMUs ganham destaque pela maior facilidade de utilização, visto que podem ser acoplados em barras ou até mesmo diretamente no corpo do atleta ou paciente, permitindo maior liberdade e conectividade com dispositivos móveis e computadores portáteis (57, 58). Apesar da ampla produção científica no âmbito do treinamento esportivo, até o momento não há ensaios clínicos na literatura que descrevam os efeitos do treinamento baseado na velocidade (VBT) no contexto da reabilitação de atletas lesionados, particularmente após a reconstrução do ligamento cruzado anterior (RLCA). Identificou-se apenas um estudo sobre o tema (43), caracterizado como uma revisão narrativa, na qual os autores extrapolam evidências oriundas do contexto do treinamento esportivo para sustentar a potencial aplicabilidade do VBT no processo de reabilitação de atletas submetidos à RLCA. Diante desse cenário, o presente estudo é motivado pelas lacunas científicas existentes relacionadas ao tratamento e à recuperação de pacientes pós-RLCA, bem como pela necessidade de integrar abordagens contemporâneas do treinamento esportivo ao processo de reabilitação, área na qual diversos aspectos ainda carecem de investigação e consolidação.

Hipótese:

Com base na translação de evidências provenientes de estudos conduzidos em sujeitos saudáveis para o contexto clínico do presente projeto, espera-se que o treinamento baseado em velocidade (velocity-based training $\checkmark$ VBT) promova maior recuperação da simetria funcional dos membros inferiores quando comparado ao treinamento resistido convencional (TRC) em atletas submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior (RLCA). Em particular, hipotetiza-se que o grupo VBT apresente índices superiores de simetria ao final do período de intervenção nos desfechos primários do estudo, a saber: pico de torque isocinético dos músculos extensores e flexores do joelho e altura do salto com contramovimento unipodal.

Objetivo Primário:

Comparar os efeitos do treinamento baseado em velocidade e do treinamento resistido convencional na reabilitação de atletas submetidos à RLCA.

Metodologia Proposta:

Desenho experimental: Trata-se de um ensaio clínico, controlado e randomizado, cegado para os avaliadores, conduzido em um centro privado de reabilitação em Porto Alegre (RS). Após a inclusão, os participantes serão alocados aleatoriamente em dois grupos: treinamento resistido convencional (TRC) ou treinamento baseado em velocidade (VBT). Ambos os grupos seguirão o mesmo programa global de reabilitação fisioterapêutica, diferindo exclusivamente quanto ao modelo de prescrição do treinamento resistido aplicado a exercícios específicos. Uma bateria reduzida de avaliações será realizada aproximadamente na 12ª semana após a reconstrução do ligamento cruzado anterior (RLCA), uma semana antes do início da intervenção, respeitando critérios de segurança compatíveis com esse período pós-operatório. Ao final do programa de treinamento, aproximadamente na 25ª semana após a RLCA, será realizada a bateria completa de avaliações. Após essa etapa, a reabilitação será continuada com protocolo padronizado para ambos os grupos, respeitando-se a individualidade da progressão, até o atingimento dos critérios de retorno ao esporte definidos no estudo. **Participantes:** Serão incluídos indivíduos de ambos os sexos, fisicamente ativos, com idades entre 18 e 40 anos, submetidos à RLCA e em acompanhamento fisioterapêutico regular. Serão excluídos participantes com condições clínicas, ortopédicas ou funcionais que impeçam a execução segura dos exercícios ou a progressão adequada do treinamento. **Desfechos:** Os desfechos primários serão o índice de simetria de membros obtido por meio da dinamometria isocinética dos músculos extensores e flexores do joelho e do teste de salto com contramovimento unipodal. Os desfechos secundários incluirão dor no joelho, melhora percebida pelo paciente, função autorreportada, prontidão psicológica para retorno ao esporte, arquitetura muscular, força muscular isométrica, taxa de desenvolvimento de força, desempenho em saltos unipodais horizontais, velocidade de sprint, agilidade e mudança de direção, tempo para atingir os critérios de retorno ao esporte e incidência de recidivas e outras lesões de joelho. **Avaliações:** A avaliação inicial compreenderá anamnese, mensuração da dor, função autorreportada, ecografia muscular e testes de força isométrica. A avaliação pós-intervenção ocorrerá entre 3 e 7 dias após a última sessão de treinamento e incluirá a bateria ampla de testes para avaliar a força e potência muscular, desempenho funcional e questionários de percepção do paciente quanto à sua condição. **Programas de treinamento resistido:** O protocolo consistirá em 24 sessões ao longo de 12 semanas, com duas sessões semanais e intervalo mínimo de 48 horas. Cada sessão incluirá seis exercícios para membros inferiores: agachamento búlgaro, stiff assimétrico, agachamento com barra nas costas, cadeira extensora unilateral, cadeira flexora unilateral e flexão plantar unilateral no leg press. Os três últimos exercícios serão executados de forma idêntica por ambos os grupos. No grupo TRC, os exercícios com barra serão realizados de forma convencional, com cadência controlada e periodização progressiva (3×15, 3×10 e 3×5 repetições), com ajuste de carga baseado no método de repetições em reserva. No grupo VBT, os exercícios com barra serão executados com máxima intenção de velocidade, com prescrição e ajuste de carga baseados no monitoramento em tempo real da velocidade média da fase concêntrica, utilizando dispositivo inercial validado. Será adotada velocidade-alvo em torno de 1,0 m/s, com margem de variação de $\pm 15\%$ e limiar de perda de velocidade de 15% para ajuste de carga. O volume total de treinamento será equalizado entre os grupos, e as cargas e variáveis de desempenho serão sistematicamente registradas. Após a intervenção, os participantes permanecerão em acompanhamento fisioterapêutico até o retorno ao esporte, sendo recomendado período mínimo de nove meses de reabilitação antes do retorno pleno à prática esportiva.

Critério de Inclusão:

Todos os pacientes que são submetidos à cirurgia de RLCA necessitam de subsequente engajamento em programas de reabilitação em centros especializados. O centro de reabilitação em que a pesquisa será desenvolvida (Apêndice 2) rotineiramente atende a um fluxo de pacientes encaminhados pelos médicos cirurgiões especialistas em joelho que atuam em Porto Alegre e região metropolitana. Assim que o projeto for aprovado pelo CEP-UFCSPA, a pesquisa será divulgada por meio de contato direto com este grupo de médicos que já trabalha em parceria com o centro de reabilitação para que estejam cientes dos objetivos e procedimentos envolvidos. Os cirurgiões receberão um banner virtual (figura 2) via aplicativo de mensagens instantâneas (Whatsapp messenger) ou por e-mail, conforme preferência. Eles serão instruídos a mostrar o banner aos pacientes recentemente submetidos à

cirurgia de RLCA, ofertando a possibilidade de adesão deles ao acompanhamento pós-operatório. Além disto, este mesmo banner será divulgado nas redes sociais do centro de reabilitação em que a pesquisa será conduzida. Dentre os pacientes encaminhados ao centro de reabilitação para acompanhamento, serão avaliados como potenciais participantes para ingresso no estudo indivíduos de ambos os sexos com idades entre 18 e 40 anos, fisicamente ativos, submetidos à RLCA a partir de diferentes enxertos.

Critério de Exclusão:

Não serão elegíveis para o estudo os voluntários que apresentarem uma das seguintes condições: (i) tenham sofrido lesões associadas à ruptura do LCA que impossibilitem a descarga de peso parcial nas primeiras semanas após a cirurgia, seja por requisição médica ou impossibilidade/indisposição do paciente; (ii) apresentarem lesões ou déficits funcionais concomitantes em outras articulações (em especial coluna lombar, quadril e tornozelo) que prejudiquem ou impossibilitem a execução dos exercícios; (iii) apresentarem qualquer condição de saúde que represente uma contraindicação absoluta ou relativa à execução dos exercícios resistidos de alta intensidade previstos no estudo; (iv) não terem reestabelecido a extensão completa de joelho; (v) não terem reestabelecido, no mínimo, 50% da força isométrica de extensores e flexores de joelho em comparação ao membro contralateral.

Riscos:

Os riscos à saúde dos participantes durante as avaliações e/ou durante o programa de reabilitação são pequenos, consistindo principalmente na possibilidade de desconforto muscular decorrente da realização de exercícios durante os testes e sessões de tratamento. Informamos que no caso de ocorrência de qualquer lesão musculoesquelética ou outros danos à tecidos biológicos em função do presente estudo, os pesquisadores se responsabilizam por fornecer reabilitação fisioterapêutica completa e gratuita, assim como encaminhar para atendimento especializado e arcar com os custos, caso necessário.

Benefícios:

Os benefícios aos participantes consistem na possibilidade de se engajarem, de forma totalmente gratuita, em um programa de reabilitação física baseado em evidências científicas e conduzido por profissional de fisioterapia com experiência no manejo destes casos. O engajamento no programa de reabilitação oferece excelentes perspectivas para que os voluntários atinjam uma recuperação plena de sua capacidade física.

Metodologia de Análise de Dados:

Para todas as análises estatísticas, será utilizado o software SPSS versão 20.0 (Statistical Package for the Social Sciences Inc., Chicago, IL, EUA). Será adotada a análise por intenção de tratar, na qual os participantes serão avaliados e analisados como membros de seus respectivos grupos randomizados, independentemente da adesão ao protocolo de tratamento planejado. Para os desfechos avaliados tanto no início quanto ao final da intervenção (dor, função autorreportada, arquitetura muscular e força isométrica), as diferenças entre os grupos (efeitos do tratamento) e seus respectivos intervalos de confiança de 95% (IC95%) serão estimadas por meio de modelos lineares mistos, considerando grupo (dois níveis: TRC e VBT), tempo (dois níveis: linha de base e pós-intervenção) e a interação grupo x tempo como efeitos fixos, e os participantes como efeitos aleatórios, assumindo distribuição normal. Os modelos lineares mistos ajustarão automaticamente as comparações entre os grupos para eventuais diferenças nos valores de linha de base, considerando todos os momentos de avaliação. Para os demais desfechos avaliados exclusivamente no momento pós-intervenção, bem como para o tempo de retorno ao esporte e a incidência de recidivas e novas lesões de joelho, a normalidade da distribuição dos dados será verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk. A comparação entre os grupos será realizada utilizando o teste t de Student para amostras independentes ou o teste de Mann-Whitney U, conforme a distribuição dos dados. Para todas as análises, será adotado um nível de significância de $\alpha \leq 0,05$.

Desfecho Primário:

- Índice de simetria de membros após o programa de treinamento na avaliação isocinética de extensores e flexores de joelho;
- Índice de simetria de membros após o programa de treinamento no teste de salto contramovimento unipodal.

Desfecho Secundário:

- Dor no joelho, mensurada por meio da escala numérica de dor;
- Melhora percebida pelo paciente, mensurada por meio da escala PGIC (Patient Global Impression of Change);
- Função autorreportada, mensurado por meio do questionário IKDC (International Knee Documentation Committee);
- Prontidão psicológica para retorno ao esporte, através do questionário ACL-RSI (Anterior Cruciate Ligament - Return to Sport after Injury);
- Arquitetura de músculos extensores e flexores de joelho, mensurada por meio de ecografia;
- Força muscular isométrica de extensores e flexores de joelho, mensurada por testes com dinamômetro portátil;
- Taxa de desenvolvimento de força extensores e flexores de joelho, mensurada por testes com dinamômetro portátil;
- Desempenho de salto, mensurado por testes de saltos horizontais unipodais;
- Desempenho de corrida, mensurado por teste de sprint de 40 metros;
- Desempenho de agilidade e troca de direção, mensurado pelo teste de Illinoi;
- Tempo para atingir os critérios de retorno ao esporte;
- Incidência de recidivas e outras lesões de joelho.

Tamanho da Amostra no 46
Data do Primeiro Recrutamento: 01/04/2026

Países de Recrutamento		
País de Origem do Estudo	País	Nº de participantes da
Sim	BRASIL	46

Outras Informações

Haverá uso de fontes secundárias de dados (prontuários, dados demográficos, etc)?

Não

Informe o número de indivíduos abordados pessoalmente, recrutados, ou que sofrerão algum tipo de intervenção neste centro de pesquisa:

46

Grupos em que serão divididos os participantes da pesquisa neste centro

ID Grupo	Nº de Indivíduos	Intervenções a serem realizadas
Grupo VBT	23	Treinamento Baseado em Velocidade
Grupo TRC	23	Treinamento Resistido Convencional

O Estudo é Multicêntrico no

Não

Propõe dispensa do TCLE?

Não

Haverá retenção de amostras para armazenamento em banco?

Não

Cronograma de Execução

Identificação da Etapa	Início (DD/MM/AAAA)	Término (DD/MM/AAAA)
Defesa da tese	01/07/2028	31/07/2028
Recrutamento de voluntários	01/04/2026	31/12/2026
Análise dos dados	01/01/2028	30/03/2028
Coleta de dados	01/05/2026	31/12/2027
Elaboração da tese	01/03/2028	30/06/2028

Orçamento Financeiro

Identificação de Orçamento	Tipo	Valor em Reais (R\$)
Materiais de consumo	Custeio	R\$ 150,00
Materiais permanentes do centro de reabilitação	Capital	R\$ 49.730,00
Materiais permanentes da UFCSPA	Capital	R\$ 184.750,00
Materiais permanentes do pesquisador responsável	Capital	R\$ 30.000,00

Total em R\$ R\$ 264.630,00

Bibliografia:

1. HARPUR, Gülcan. Kinesiology of the knee joint. In: Comparative Kinesiology of the Human Body. Academic Press, 2020. p. 393-410. 2. DOMNICK, Christoph; RASCHKE, Michael J.; HERBERT, Mirco. Biomechanics of the anterior cruciate ligament: Physiology, rupture and reconstruction techniques. World journal of orthopedics, v. 7, n. 2, p. 82, 2016. 3. MOSES, Bassam; ORCHARD, John; ORCHARD, Jessica. Systematic review: annual incidence of ACL injury and surgery in various populations. Research in sports medicine, v. 20, n. 3-4, p. 157-179, 2012. 4. SINGH, Neraaj. International epidemiology of anterior cruciate ligament injuries. Orthopedic Res Online J, v. 1, n. 5, p. 94-6, 2018. 5. MONTALVO, Alicia M. et al. Anterior cruciate ligament injury risk in sport: a systematic review and meta-analysis of injury incidence by sex and sport classification. Journal of athletic training, v. 54, n. 5, p. 472-482, 2019. 6. KOBAYASHI, Hirokazu et al. Mechanisms of the anterior cruciate ligament injury in sports activities: a twenty-year clinical research of 1,700 athletes. Journal of sports science & medicine, v. 9, n. 4, p. 669, 2010. 7. CHIA, Lionel et al. Non-contact anterior cruciate ligament injury epidemiology in team-ball sports: a systematic review with meta-analysis by sex, age, sport, participation level, and exposure type. Sports medicine, v. 52, n. 10, p. 2447-2467, 2022. 8. DONG, Shikui et al. Ligamentization of autogenous hamstring grafts after anterior cruciate ligament reconstruction: midterm versus long-term results. The American Journal of Sports Medicine, v. 43, n. 8, p. 1908-1917, 2015. 9. YAU, W. P.; CHAN, Yat-Chi. Evaluation of graft ligamentization by MRI after anterior cruciate ligament reconstruction. The American Journal of Sports Medicine, v. 51, n. 6, p. 1466-1479, 2023. 10. WRIGHT, Rick W. et al. Anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation: MOON guidelines. Sports health, v. 7, n. 3, p. 239-243, 2015.

11. KRAUSE, Matthias et al. Operative versus conservative treatment of anterior cruciate ligament rupture: a systematic review of functional improvement in adults. *Deutsches Ärzteblatt International*, v. 115, n. 51-52, p. 855, 2018. 12. DELLA VILLA, F. et al. High rate of second ACL injury following ACL reconstruction in male professional footballers: an updated longitudinal analysis from 118 players in the UEFA Elite Club Injury Study. *British Journal of Sports Medicine*, [S. l.], v. 55, n. 23, p. 1350-1356, dez. 2021. 13. GRINDEM, H. et al. Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *British Journal of Sports Medicine*, [S. l.], v. 50, n. 13, p. 804-808, jul. 2016. 14. ARDERN, Clare 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. *British journal of sports medicine*, v. 48, n. 21, p. 1543-1552, 2014. 15. HÖGBERG, J. et al. Only 1 in 10 patients achieve their rehabilitation goals at 1 year and 1 in 4 at 2 years following ACL reconstruction: An analysis of 907 patients. *Journal of Experimental Orthopaedics*, [S. l.], v. 12, n. 4, p. e70507, nov. 2025. 16. KNUTTGEN, H. G.; KRAEMER, W. J. Terminology and Measurement in Exercise Performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 1-10, fev. 1987. 17. MAESTRONI, L. et al. Strength and Power Training in Rehabilitation: Underpinning Principles and Practical Strategies to Return Athletes to High Performance. *Sports Medicine*, [S. l.], v. 50, n. 2, p. 239-252, fev. 2020. 18. COMPAGNIN, A. et al. Force and Power Testing During Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Rehabilitation: A World-Wide Survey of Current Practices. *Sports Medicine - Open*, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 1-14, dez. 2022. 19. AAGAARD, P. et al. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, [S. l.], v. 93, n. 4, p. 1318-1326, out. 2002. 20. PARKINSON, A. O. et al. The Calculation, Thresholds and Reporting of Inter-Limb Strength Asymmetry: A Systematic Review. *Journal of Sports Science and Medicine*, [S. l.], v. 20, n. 4, p. 594-617, set. 2021. 21. DELLA VILLA, Francesco et al. Confidence to return to play after anterior cruciate ligament reconstruction is influenced by quadriceps strength symmetry and injury mechanism. *Sports Health*, v. 13, n. 3, p. 304-309, 2021. 22. STRAUB, Rachel K. et al. Confidence to return to play after acl reconstruction: an evaluation of quadriceps strength symmetry and injury mechanism in male athletes. *Sports Health*, v. 14, n. 5, p. 758-763, 2022. 23. PALMIERI-SMITH, Riann M.; LEPLEY, Lindsey K. Quadriceps strength asymmetry after anterior cruciate ligament reconstruction alters knee joint biomechanics and functional performance at time of return to activity. *The American journal of sports medicine*, v. 43, n. 7, p. 1662-1669, 2015. 24. SCHMITT, Laura C.; PATERNO, Mark V.; HEWETT, Timothy E. The impact of quadriceps femoris strength asymmetry on functional performance at return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, v. 42, n. 9, p. 750-759, 2012. 25. KAPLAN, Yonatan; WITVROUW, Erik. When is it safe to return to sport after ACL reconstruction? Reviewing the criteria. *Sports health*, v. 11, n. 4, p. 301-305, 2019. 26. BRUNST, Caroline et al. Return to sport quadriceps strength symmetry impacts 5 year cartilage integrity after anterior cruciate ligament reconstruction: a preliminary analysis. *Journal of Orthopaedic Research*, v. 40, n. 1, p. 285-294, 2022. 27. ARDERN, C. L.; GLASGOW, P.; SCHNEIDERS, A. et al. 2016 consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *British Journal of Sports Medicine*, v. 50, n. 14, p. 853-864, 2016. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096278. 28. ARDERN, C. L.; EKÅS, G. R.; GRINDEM, H. et al. 2018 International Olympic Committee consensus statement on prevention, diagnosis and management of paediatric anterior cruciate ligament injuries. *British Journal of Sports Medicine*, v. 52, n. 7, p. 422-438, 2018. DOI: 10.1136/bjsports-2018-099006. 29. MEREDITH, S. J.; RAUER, T.; CHMIELEWSKI, T. L. et al. Return to sport after anterior cruciate ligament injury: Panther Symposium ACL Injury Return to Sport Consensus Group. *Journal of ISAKOS: Joint Disorders & Orthopaedic Sports Medicine*, v. 6, n. 5, p. 256-271, 2021. DOI: 10.1136/jisakos-2020-000657. 30. MAESTRONI, L. et al. Comparison of Strength and Power Characteristics Before ACL Rupture and at the End of Rehabilitation Before Return to Sport in Professional Soccer Players. *Sports Health*, [S. l.], v. 15, n. 6, p. 814-823, nov./dez. 2023. 31. COBIAN, D. G. et al. Quadriceps Rate of Torque Development Is More Impaired Than Strength 4 to 12 Months Post-ACLR in Collegiate Athletes. *Sports Health*, [S. l.], p. 19417381251395745, dez. 2025. 32. BUCKTHORPE, M. et al. Recommendations for hamstring injury prevention in elite football: translating research into practice. *British Journal of Sports Medicine*, [S. l.], v. 53, n. 7, p. 449-456, abr. 2019. 33. ANGELOZZI, M. et al. Rate of force development as an adjunctive outcome measure for return-to-sport decisions after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, [S. l.], v. 42, n. 9, p. 772-780, set. 2012. 34. BIRD, S. P.; TARPENNING, K. M.; MARINO, F. E. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: A review of the acute programme variables. *Sports Medicine*, [S. l.], v. 35, n. 10, p. 841-851, out. 2005. 35. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, [S. l.], v. 41, n. 3, p. 687-708, mar. 2009. 36. BUCKTHORPE, M.; DELLA VILLA, F. Optimising the 'Mid-Stage' Training and Testing Process After ACL Reconstruction. *Sports Medicine*, [S. l.], v. 50, n. 4, p. 657-678, abr. 2020. 37. FAIGENBAUM, A. D. et al. Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *Journal of Strength and Conditioning Research*, [S. l.], v. 23, n. 5, p. S60-S79, ago. 2009. 38. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, [S. l.], v. 41, n. 7, p. 1510-1530, jul. 2009. 39. HAYES, S. C. et al. The Exercise and Sports Science Australia position statement: Exercise medicine in cancer management. *Journal of Science and Medicine in Sport*, [S. l.], v. 22, n. 11, p. 1175-1199, nov. 2019. 40. WITARD, O. C. et al. The Exercise and Sports Science Australia position statement on resistance training in skeletal muscle health and disease. *Journal of Science and Medicine in Sport*, [S. l.], v. 24, n. 2, p. 124-137, fev. 2021. 41. SHARMAN, J. E. et al. Exercise and sport science australia position stand update on exercise and hypertension. *Journal of Science and Medicine in Sport*, [S. l.], v. 22, n. 10, p. 1137-1143, out. 2019. 42. MEDEIROS, D. M.; ROBAINA, B. Q.; RIGOTTI, V. V. W.; BARONI, B. M. Resistance training with linear periodization is superior to the `3x10 reps protocol after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial. *Physical Therapy in Sport*, v. 74, p. 75-82, 2025. DOI: 10.1016/j.ptsp.2025.05.009. 43. FORELLI, F.; MARINE, P.; MOIROUX-SAHRAOUI, A.; MAZEAS, J.; THOELEN, M.; SWINNEN, B.; BIZZINI, M.; VAN MELICK, N.; RAMBAUD, A. J. M. Velocity-based training in mid- and late-stage rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: a narrative review and practical guidelines. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, v. 11, n. 2, p. e002503, 2025. DOI: 10.1136/bmjsem-2025-002503. 44. GONZÁLEZ-BADILLO, J. J.; SÁNCHEZ-MEDINA, L. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, v. 31, n. 5, p. 347-352, 2010. DOI: 10.1055/s-0030-1248333. 45. SÁNCHEZ-MEDINA, L.; GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 43, n. 9, p. 1725-1734, 2011. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318213f880. 46. JOVANOVIĆ, M.; FLANAGAN, E. P. Researched

applications of velocity based strength training. *Strength and Conditioning Journal*, v. 36, n. 2, p. 58-70, 2014. DOI: 10.1519/SSC.0000000000000080. 47. BANYARD, H. G.; NOSAKA, K.; HATCHER, S.; KEOGH, J. W. L. Velocity-based resistance training: a review of methods and applications. *Sports Medicine*, v. 47, n. 3, p. 461-475, 2017. DOI: 10.1007/s40279-016-0635-2. 48. PAREJA-BLANCO, F.; RODRÍGUEZ-ROSSELL, D.; SÁNCHEZ-MEDINA, L.; GOROSTIAGA, E. M.; GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v. 27, n. 7, p. 724-735, 2017. DOI: 10.1111/sms.12678. 49. BEHM, D. G.; SALE, D. G. Velocity specificity of resistance training. *Sports Medicine*, v. 15, n. 6, p. 374-388, 1993. DOI: 10.2165/00007256-199315060-00003. 50. SALE, D. G. Neural adaptation to resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 20, n. 5, p. S135-S145, 1988. 51. SÁNCHEZ-MEDINA, L.; PÉREZ, C. E.; GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. Importance of the propulsive phase in strength assessment. *International Journal of Sports Medicine*, v. 31, n. 2, p. 123-129, 2010. DOI: 10.1055/s-0029-1242815. 52. PÉREZ-CASTILLA, A.; PIEPOLI, A.; DELGADO-GARCÍA, G.; GARRIDO-BLANCA, G.; GARCÍA-RAMOS, A. Reliability and concurrent validity of seven commercially available devices for the assessment of movement velocity at different intensities during the bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 33, n. 5, p. 1258-1265, 2019. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003118. 53. GARCÍA-RAMOS, A.; PÉREZ-CASTILLA, A.; MARTÍN, F. Reliability and concurrent validity of the Velowin optoelectronic system to measure movement velocity during the free-weight back squat. *International Journal of Sports Science & Coaching*, v. 13, n. 5, p. 737-742, 2018. DOI: 10.1177/1747954118791525. 54. WHELAN, D. F.; O'REILLY, M. A.; WARD, T. E.; DELAHUNT, E.; CAULFIELD, B. Technology in rehabilitation: evaluating the single leg squat exercise with wearable inertial measurement units. *Methods of Information in Medicine*, v. 55, n. 6, p. 88-94, 2017. DOI: 10.3414/ME16-02-0002. 55. BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, C.; MARCHANTE, D.; MUÑOZ-LÓPEZ, M.; JIMÉNEZ, S. L. Validity and reliability of a novel iPhone app for the measurement of barbell velocity and 1RM on the bench-press exercise. *Journal of Sports Sciences*, v. 36, n. 1, p. 64-70, 2018. DOI: 10.1080/02640414.2017.1280610. 56. MARTÍNEZ-CAVA, A.; HERNÁNDEZ-BELMONTE, A.; COUREL-IBAÑEZ, J.; MORÁN-NAVARRO, R.; GONZÁLEZ-BADILLO, J. J.; PALLARÉS, J. G. Reliability of technologies to measure the barbell velocity: implications for monitoring resistance training. *PLOS ONE*, v. 15, n. 6, e0232465, 2020. DOI: 10.1371/journal.pone.0232465. 57. BANYARD, H. G.; NOSAKA, K.; SATO, K.; HAFF, G. G. Validity of various methods for determining velocity, force, and power in the back squat. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 12, n. 9, p. 1170-1176, 2017. DOI: 10.1123/ijspp.2016-0627. 58. BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, C.; MARCHANTE, D.; BAZ-VALLE, E.; ALONSO-MOLERO, I.; JIMÉNEZ, S. L.; MUÑOZ-LÓPEZ, M. Analysis of wearable and smartphone-based technologies for the measurement of barbell velocity in different resistance training exercises. *Frontiers in Physiology*, v. 8, p. 649, 2017. DOI: 10.3389/fphys.2017.00649. 59. O'MALLEY, E. et al. Countermovement Jump and Isokinetic Dynamometry as Measures of Rehabilitation Status After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Journal of Athletic Training*, [S. l.], v. 53, n. 7, p. 687-695, jul. 2018. 60. DOMINGUES, Lúcia; CRUZ, Eduardo. Adaptação cultural e contributo para a validação da escala patient global impression of change. *Ifisionline*, 2011. 61. RAMPAKAKIS, Emmanouil et al. Real-life assessment of the validity of patient global impression of change in fibromyalgia. *RMD open*, v. 1, n. 1, p. e000146, 2015. 62. ANDERSON, A. F.; IRRGANG, J. J.; KOCHER, M. S.; MANN, B. J.; HARRAST, J. J. The International Knee Documentation Committee Subjective Knee Evaluation Form: normative data. *American Journal of Sports Medicine*, v. 34, n. 1, p. 128-135, 2006. 63. LOGERSTEDT, D.; GRINDEM, H.; LYNCH, A.; EITZEN, I.; ENGEBRETSSEN, L.; RISBERG, M. A. et al. Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function after anterior cruciate ligament reconstruction: The Delaware-Oslo ACL cohort study. *American Journal of Sports Medicine*, v. 40, n. 10, p. 2348-2356, 2012. 64. METSAVAHT, L. et al. Translation and Cross-cultural Adaptation of the Brazilian Version of the International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form: Validity and Reproducibility. *The American Journal of Sports Medicine*, [S. l.], v. 38, n. 9, p. 1892-1899, set. 2010. 65. ARDERN, C. L. et al. Psychological responses matter in returning to preinjury level of sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *The American Journal of Sports Medicine*, [S. l.], v. 41, n. 7, p. 1549-1557, jul. 2013. 66. SILVA, L. O. et al. Tradução, adaptação cultural e validação do questionário ACL-RSI para a língua portuguesa. *Revista Brasileira de Ortopedia*, [S. l.], v. 50, n. 6, p. 657-661, nov./dez. 2015. 67. GOMES DA SILVA, C. F. et al. Eccentric training combined to neuromuscular electrical stimulation is not superior to eccentric training alone for quadriceps strengthening in healthy subjects: a randomized controlled trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, [S. l.], v. 22, n. 6, p. 502-511, nov./dez. 2018. 68. MEDEIROS, T. M. et al. Effect of Weekly Training Frequency With the Nordic Hamstring Exercise on Muscle-Strain Risk Factors in Football Players: A Randomized Trial. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, [S. l.], v. 15, n. 7, p. 1026-1033, jun. 2020. 69. RIBEIRO-ALVARES, João Breno et al. Four weeks of Nordic hamstring exercise reduce muscle injury risk factors in young adults. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 32, n. 5, p. 1254-1262, 2018. 70. GRAZIOLI, R. et al. Hamstring rate of torque development is more affected than maximal voluntary contraction after a professional soccer match. *European Journal of Sport Science*, [S. l.], v. 19, n. 6, p. 842-851, jul. 2019. 71. BARONI, B. M.; RODRIGUES, R.; FREIRE, B. B.; FRANKE, R. A.; GEREMIA, J. M.; VAZ, M. A. Effect of low-level laser therapy on muscle adaptation to knee extensor eccentric training. *European Journal of Applied Physiology*, v. 115, n. 3, p. 639-647, 2015. 72. BARONI, B. M.; RODRIGUES, R.; FRANKE, R. A.; GEREMIA, J. M.; RASSIER, D. E.; VAZ, M. A. Time course of neuromuscular adaptations to knee extensor eccentric training. *International Journal of Sports Medicine*, v. 34, n. 10, p. 904-911, 2013. 73. BARONI, B. M. et al. Hamstring-to-Quadriceps Torque Ratios of Professional Male Soccer Players: A Systematic Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, [S. l.], v. 34, n. 1, p. 281-293, jan. 2020. 74. SAYERS, S. P. et al. Cross-validation of three jump power equations. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, [S. l.], v. 31, n. 4, p. 572-577, abr. 1999. 75. FLANAGAN, E. P.; EBBEN, W. P.; JENSEN, R. L. Reliability of the reactive strength index and time to stabilization during depth jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 22, n. 5, p. 1677-1682, 2008. 76. REID, A.; BIRMINGHAM, T. B.; STRATFORD, P. W.; ALCOCK, G. K.; GIFFIN, J. R. Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Physical Therapy*, v. 87, n. 3, p. 337-349, 2007. DOI: 10.2522/ptj.20060143. 77. MUNRO, A. G.; HERRINGTON, L. C. Between-session reliability of four hop tests and the agility T-test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 25, n. 5, p. 1470-1477, 2011. 78. HACHANA, Y.; CHAABÈNE, H.; NABLI, M. A.; ATTIA, A.; MOALLA, W.; FOSCHINI, D.; BEHM, D. G. Test-retest reliability, criterion-related validity, and minimal detectable change of the Illinois agility test in male team sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 27, n. 10, p. 2752-2759, 2013. 79. LOTHIAN, J.; GALLAGHER, D.; BROWN, S. Reliability of sprint testing using timing gates. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 28, n. 5, p. 1274-1279, 2014. 80. LOVEGROVE, S. et al. Repetitions in Reserve Is a Reliable Tool for Prescribing Resistance Training Load. *Journal of Strength and Conditioning Research*, [S. l.], v. 36, n. 10, p. 2693-2700, out. 2022. 81. WEAKLEY, J. J. S.; MANN, J. B.; MCCULLAGH, D.; SCOTT, T.; GARCIA-RAMOS, A.; TILL, K. Velocity-

based training: From theory to application. Strength and Conditioning Journal, Champaign, v. 43, n. 2, p. 31-49, 2021. 82. RODRÍGUEZ-ROSELL, D.; YÁÑEZ-GARCÍA, J. M.; TORRES-TORRES, R.; MORA-CUSTODIO, R.; GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. Effect of velocity loss during resistance training on neuromuscular performance. Journal of Strength and Conditioning Research, Philadelphia, v. 31, n. 8, p. 2152-2163, 2017. 83. BANYARD, H. G.; TUFANO, J. J.; WEAKLEY, J. J. S.; SUPER, J. Power-based resistance training: Practical applications for program design. Strength and Conditioning Journal, Champaign, v. 41, n. 1, p. 33-43, 2019. 84. LOTURCO, I.; KOBAL, R.; KITAMURA, K.; FERNANDES, V.; MOURA, N.; CAL ABAD, C. C.; PEREIRA, L. A. Predicting the optimum power load in jump squat using the mean propulsive velocity. PLoS ONE, San Francisco, v. 10, n. 10, e0140102, 2015. 85. LOTURCO, I.; PEREIRA, L. A.; KOBAL, R.; FERNANDES, V.; REIS, V. P.; CUNHA, R.; ARTIOLI, G. G. Load-velocity relationship in national-level sprinters: A tool for monitoring neuromuscular performance. Journal of Strength and Conditioning Research, Philadelphia, v. 31, n. 2, p. 386-394, 2017. 86. LOTURCO, I.; SUCHOMEL, T. J.; BISHOP, C.; KOBAL, R.; PEREIRA, L. A.; MCGUIGAN, M. F. One-repetition maximum, maximum strength, and power output: Differences and relationships. Sports Medicine, Auckland, v. 48, n. 2, p. 1-13, 2018.

Upload de Documentos

Arquivo Anexos:

Tipo	Arquivo
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf
Folha de Rosto	folhaDeRosto.pdf
Declaração de Instituição e Infraestrutura	TARS_Lab714.pdf
Declaração de Pesquisadores	TCER.pdf
Declaração de Instituição e Infraestrutura	TARS_Clinica.pdf

Finalizar

Manter sigilo da integra do projeto de Não