

CIP - Catalogação na Publicação

prado inácio, Martinho

EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR NA MESA FLEXORA COM ÊNFASE EXCÊNTRICA SOBRE O DESEQUILÍBRIO DE FORÇA DOS FLEXORES DO JOELHO EM ATLETAS PROFISSIONAIS DE FUTEBOL DURANTE A PRÉ-TEMPORADA / Martinho prado inácio. -- 2020.

40 f.

Orientador: Ronei Silveira Pinto.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Porto Alegre, BR-RS, 2020.

1. treinamento de força. 2. lesão de isquiotibiais. 3. desequilíbrio de força muscular. 4. futebol profissional. I. Silveira Pinto, Ronei, orient. II. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR NA MESA FLEXORA COM ÊNFASE
EXCÊNTRICA SOBRE O DESEQUILÍBRIO DE FORÇA DOS FLEXORES DO JOELHO
EM ATLETAS PROFISSIONAIS DE FUTEBOL DURANTE A PRÉ-TEMPORADA

Porto Alegre

2020

Martinho do Prado Inácio

EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR NA MESA FLEXORA COM ÊNFASE
EXCÊNTRICA SOBRE O DESEQUILÍBRIO DE FORÇA DOS FLEXORES DO JOELHO
EM ATLETAS PROFISSIONAIS DE FUTEBOL DURANTE A PRÉ-TEMPORADA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como pré-requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Professor Dr. Ronei Silveira Pinto

Porto Alegre

2020

AGRADECIMENTOS

Ao professor Ronei Silveira Pinto, pela orientação e oportunidade de crescimento acadêmico e científico.

Agradeço também ao grupo de pesquisa em treinamento de força(GPTF-UFRGS), em especial aos meus amigos e colegas de trabalho e mestrado Filipe Veeck, e Rafael Grazioli, por tudo que fazem para enriquecer ainda mais meu conhecimento, crescimento científico e profissional, sem medir esforços para me ajudar durante todo este período, tenho certeza que este momento não teria ocorrido sem eles.

A toda minha família, em especial a minha esposa “Santussa Cobalchini Inácio” que mesmo nos momentos mais difíceis desta trajetória, esteve ao meu lado me dando todo apoio, me mantendo focado sempre que por algum motivo eu achasse que não iria conseguir

“Julgue seu sucesso pelas coisas que você teve que renunciar para conseguir - Dalai Lama”

RESUMO

Déficits de força muscular, assim como baixos níveis de torque excêntrico dos flexores do joelho, diminuição da razão isquiotibiais:quadríceps (I:Q) e desequilíbrio de força entre os membros (i.e., déficit contralateral) são considerados como potenciais fatores de risco de lesão dos isquiotibiais em equipes de futebol profissional. Além do desafio de intervir em um elenco heterogêneo de jogadores profissionais de futebol, poucos estudos forneceram evidências de como esses fatores de risco poderiam ser melhor controlados durante a pré-temporada. Este estudo examinou se as variáveis acima mencionadas seriam melhoradas após um programa de treinamento de força de 8 semanas, com um exercício principal (i.e., mesa flexora) realizado com ênfase excêntrica, realizado de acordo com o desequilíbrio contralateral em relação ao pico de torque (PT) excêntrico de flexão do joelho. Dez atletas profissionais de futebol ($26,0 \pm 3,6$ anos) participaram do estudo. Os membros inferiores dos atletas foram divididos em baixo nível de força e alto nível de força, com base no pico de torque excêntrico dos flexores do joelho, avaliado em teste isocinético. Atletas com um déficit contralateral superior a 10% ($n = 6$) realizaram 2 repetições a mais por série (i.e., maior volume) no membro de baixa força em comparação com o membro contralateral. O PT de extensão e flexão concêntrica do joelho e desequilíbrios contralaterais, PT excêntrico de flexão do joelho e desequilíbrio contralateral, a razão isquiotibiais:quadríceps (I:Q) convencional e funcional foram avaliados pré e pós-treinamento de 8 semanas. O PT excêntrico de flexão do joelho aumentou significativamente após 8 semanas ($P < 0,05$), sendo que o membro de baixo nível de força aumentou 24,9% e o membro de alto nível de força aumentou 9,5%. Os valores de PT concêntrico de extensão e flexão do joelho não foram alterados ($P > 0,05$). Desequilíbrios contralaterais concêntricos e excêntricos de flexão do joelho foram significativamente reduzidos em 8 semanas ($P = 0,001$ e $P = 0,009$, respectivamente). Não foram encontradas diferenças significativas nas razões I:Q funcional ou convencional ($P > 0,05$). Não foram observadas interações tempo versus membros ($P > 0,05$). O presente estudo mostrou que o treinamento de força utilizando a mesa flexora com ênfase excêntrica, ajustada ao desequilíbrio de força excêntrica contralateral dos isquiotibiais, foi eficiente para melhorar parâmetros neuromusculares associados ao risco de lesão de membros inferiores de atletas de futebol profissional durante a pré-temporada.

Palavras chaves: Treinamento de força, lesão de isquiotibiais, desequilíbrio de força muscular, futebol profissional.

ABSTRACT

Muscle strength deficits such as low levels of knee flexors eccentric torque, decreased hamstring-to-quadriceps ratios (H:Q), and inter-limb imbalance have been considered as potential hamstring injury risk factors in professional soccer teams. Beside the challenge of intervening in a heterogeneous squad of professional soccer players, few studies have provided evidence of how these risk factors could be improved during pre-season. This study examined if the aforementioned variables would be improved after an 8-week strength training program, with an eccentric-emphasized prone leg curl adjusted according to the contralateral imbalance regarding eccentric knee flexion peak torque. Ten professional soccer players (26.0 ± 3.6 yrs) participated of the present study. Lower limbs of players were divided in low-strength and high-strength, based on knee flexors eccentric peak torque at isokinetic testing. Individuals with a contralateral knee flexors eccentric torque imbalance higher than 10% ($n=6$) performed 2 more repetitions per set in the low-strength limb compared to the contralateral limb. The concentric knee extension and flexion peak torque and contralateral imbalance, eccentric knee flexion peak torque and contralateral imbalance, conventional and functional hamstring-to-quadriceps ratios (H:Q) were assessed pre- and post-training. The eccentric knee flexion peak torque increased significantly after 8 weeks ($P < 0.05$), in which the low-strength limb increased 24.9% and the high-strength limb increased 9.5%. Concentric knee extension and flexion did not change ($P > 0.05$). Concentric and eccentric knee flexion contralateral imbalances were significantly reduced at 8 weeks ($P = 0.001$ and $P = 0.009$, respectively). Significant differences were not found in functional or conventional H:Q ($P > 0.05$). Time versus limbs interactions were not observed ($P > 0.05$). The current study showed that eccentric-emphasized prone leg curl adjusted to individual's hamstring eccentric contralateral imbalance was efficient to improve important neuromuscular risk factors of professional soccer players during pre-season.

Keywords: Strength training, hamstring strain injury, muscle strength imbalance, professional soccer.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVO GERAL	9
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3. REVISÃO DE LITERATURA	11
4. REFERÊNCIAS	16
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
6. ANEXO A	23

1. INTRODUÇÃO

O fenômeno de incremento concomitante das demandas em alta intensidade (Barnes et al., 2014) e da incidência de lesões (Ekstrand et al., 2011; Ekstrand et al., 2016) tem recebido atenção no futebol profissional. Os músculos da coxa são os mais afetados por diferentes lesões, representando 17% de todas as lesões, sendo a distensão de isquiotibiais a mais prevalente (Ekstrand et al., 2011; Ekstrand et al., 2016). Além disso, a incidência de distensão dos isquiotibiais vem aumentando 4% a cada ano (Ekstrand et al., 2016) e resultam em mais de 80 dias perdidos de treinamento/jogos, acarretando alto custo financeiro para os clubes de futebol (i.e., um atleta afastado por 30 dias custa ~500.000 Euros para o clube) (Ekstrand, 2013). Embora testes neuromusculares realizados em equipamento isocinético, especialmente de avaliação do equilíbrio muscular (i.e., razão isquiotibiais:quadríceps, I:Q), venham sendo utilizados como potencial estratégia de proteção de futuras lesões de membros inferiores em jogadores de futebol (Timmins et al., 2016; Dauty et al., 2016; Croiser et al., 2008), poucos estudos têm investigado o efeito de programas de intervenção para atenuá-las (Bricca et al., 2018). Ainda que testes isocinéticos envolvendo a avaliação da razão I:Q tenham sido propostos na literatura com o intuito de predição de lesões, há controvérsias sobre estas informações (van Dyk et al., 2016; van Dyk et al., 2017).

A literatura apresenta alguns protocolos de treinamento isocinético que têm o objetivo de incrementar a capacidade dos isquiotibiais produzirem força excêntrica e reduzir assimetrias entre os membros (desequilíbrio contralateral), reportando melhora nas razões I:Q funcional e convencional, e incremento no pico de torque (PT) produzido por estes grupos

musculares (Ruas et al., 2018). No entanto, os clubes esportivos normalmente não possuem dinamômetros isocinéticos para utilização na rotina de treinamento de força de todo grupo de atletas. Neste sentido, o treinamento de força tradicional (i.e., isoinercial) se apresenta como uma ferramenta de fácil aplicação com objetivo de corrigir os déficits observados (Golik-Peric et al., 2011). Neste contexto, existem diversos protocolos de treinamento de isquiotibiais para o desenvolvimento da força concêntrica, excêntrica, diferença contralateral e razões I:Q no esporte (Bourne et al., 2018; Guex et al., 2013). Atualmente, o exercício nórdico é o mais popular, especialmente por ser de fácil prescrição e reprodutibilidade, prevenindo lesões de isquiotibiais (Petersen et al., 2011; Opar et al., 2015). Embora a razão funcional possivelmente seja incrementada pelo exercício nórdico, diferenças contralaterais provavelmente requerem diferentes estratégias de treino para cada membro. Uma vez que o exercício nórdico é aplicado em uma condição bilateral, este exercício isoladamente talvez não seja o mais eficiente para reduzir a diferença contralateral. Ademais, algumas evidências reportam que as distensões de isquiotibiais (Chumanov et al., 2011; Orchard, 2012) e as lesões de joelho estão mais suscetíveis de ocorrer em comprimentos musculares mais alongados (i.e., 0-45° de flexão de joelho; 0° = extensão completa de joelho) (Johnston et al., 2018); porém, o ângulo de interrupção do exercício nórdico se dá entre 30-40° em atletas de futebol (i.e., ângulo em que o sujeito não consegue mais resistir ao torque gravitacional crescente e interrompe a produção de força), o que pode ser uma limitação deste exercício (Sconce et al., 2015). Outro ponto importante a ser considerado é o local de ocorrência das lesões dos isquiotibiais, sendo que 4 a cada 5 lesões ocorrem na cabeça longa do bíceps femoral (Koulouris et al., 2007) e o exercício nórdico produz maior ativação do músculo semitendinoso (Hegyí et al., 2018). Apesar disso, há evidências que sustentam a ideia de que uma adequada capacidade do semitendinoso pode proteger o bíceps femoral (Schuermans et al., 2016). No estudo de Mendez-Villanueva et al. (2016) a ativação dos isquiotibiais foi

investigada em diferentes exercícios utilizando ressonância magnética funcional em atletas de futebol. O exercício de flexão de joelhos na mesa flexora foi um dos exercícios mais completos para ativação dos isquiotibiais. Embora o tópico prevenção de lesões de isquiotibiais seja atualmente bem investigado, existem mais estudos transversais e de revisão sobre o tema do que investigações que tenham utilizado estratégias de intervenção (i.e., treinamento) em atletas de futebol profissional (Bricca et al., 2018).

Portanto, uma vez que a prescrição da mesa flexora com ênfase excêntrica permite produzir força durante toda a amplitude de movimento, realizar diferentes cargas de trabalho para cada membro, bem como induzir uma ativação homogênea dos isquiotibiais, parece que este exercício é uma estratégia interessante para neutralizar os fatores de risco de força muscular para distensão de isquiotibiais (isto é, força excêntrica de isquiotibiais, I:Q e desequilíbrio contralateral). No futebol profissional, a pré-temporada é uma janela de oportunidade para implementar estratégias para minimizar o risco de lesões e melhorar o desempenho neuromuscular para a temporada congestionada subsequente. Portanto, o presente estudo possui o objetivo a seguir.

2. OBJETIVO GERAL

Examinar os efeitos de um programa de treinamento de força de 8 semanas com o exercício de mesa flexora sendo realizado com ênfase excêntrica e ajustado ao desequilíbrio contralateral da força excêntrica de flexão de joelho, sobre o pico de torque excêntrico dos flexores do joelho, desequilíbrio contralateral e razões I:Q em atletas profissionais de futebol durante a pré-temporada.

2.1.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar pré e pós 8 semanas de treinamento de força na mesa flexora com ênfase excêntrica:

- O Pico de Torque excêntrico isocinético de flexão de joelho a 60°/s;

- O Pico de Torque concêntrico isocinético de flexão e extensão de joelho a 60°/s;
- A razão I:Q funcional;
- A razão I:Q convencional.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Treinamento excêntrico

Diversos estudos têm apontado o treinamento excêntrico como forma de desenvolvimento da funcionalidade, desempenho esportivo e prevenção de lesões. Especificamente no futebol profissional, o treinamento excêntrico tem sido demonstrado como estratégia na aquisição de importantes adaptações neuromusculares e deve ser um dos principais pilares na prescrição do treinamento de força para atletas. No treinamento excêntrico ou com ênfase excêntrica, há efeitos agudos e crônicos peculiares e importantes que serão tratados nesta revisão.

Um mesmo grupo muscular produz força excêntrica significativamente maior do que sua própria força concêntrica (ex.: Isquiotibiais = 150 N.m concêntrica, 270 N.m excêntrica). Este fenômeno parece ser teoricamente justificado a partir da ordem inversa do princípio do tamanho (Henneman, 1957). O princípio de Henneman descreve que uma contração concêntrica recruta inicialmente fibras de menor calibre (primeiro fibras tipo I), ou seja, as fibras com menor possibilidade de produzir força; já na contração excêntrica parece ocorrer o contrário, as fibras do tipo II, as de maior calibre e mais fortes, são recrutadas antes, sendo um dos fatores que sugerem o fato de ser observada maior produção de força em condição excêntrica do que concêntrica e isométrica. Outra característica da contração excêntrica é o

menor custo metabólico, possivelmente pela ocorrência de um menor recrutamento de unidades motoras (Peñailillo et al., 2017).

Peñailillo et al. (2017) compararam o comportamento músculo-tendíneo, a oxigenação muscular e a atividade muscular entre exercício de ciclismo excêntrico e concêntrico no mesmo trabalho para investigar a demanda metabólica, a qual é menor durante o ciclo excêntrico do que o concêntrico. Onze homens destreinados realizaram ciclismo concêntrico e ciclismo excêntrico por 10 min (60 rpm) a 65% da potência máxima de ciclismo concêntrico com intervalo de quatro semanas entre cada protocolo. Durante o ciclo, consumo de oxigênio, frequência cardíaca, hemoglobina total tecidual do vasto lateral e índice de oxigenação foram registrados, e o comportamento da unidade músculo-tendínea foi avaliado por ultrassonografia. O eletromiograma de superfície foi registrado a partir dos músculos vasto lateral, vasto medial, reto femoral e bíceps femoral, torque e ângulo articular do joelho durante cada pedalada também foram registrados. Os resultados deste conjunto de variáveis sugerem menor custo metabólico do ciclismo excêntrico do que o concêntrico, principalmente devido a um menor nível de ativação muscular por unidade de torque.

O dano muscular é maior na contração excêntrica, possivelmente pelas fibras musculares estarem sendo alongadas “forçadamente”, embora as contrações isométricas e concêntricas também produzam dano. Alguns pesquisadores referem que o dano pode ser específico para apenas algumas macromoléculas de tecido ou resultam de rupturas no sarcolema, lâmina basal e tecido conjuntivo, induzindo lesões aos elementos contráteis e ao citoesqueleto. Como o dano muscular influencia a expressão gênica, resulta em fortalecimento do tecido e, portanto, proteção do músculo contra novas lesões.

Chen et al. (2011) testaram a hipótese de que mudanças em marcadores indiretos de dano muscular após a contração máxima do exercício excêntrico seria menor para os

extensores do joelho e flexores em comparação com os flexores do cotovelo e extensores. Um total de 17 homens sedentários realizaram cinco séries de seis contrações isocinéticas excêntricas máximas (90°/s). Cada membro foi randomicamente escolhido para realizar cada protocolo com 4-5 semanas de intervalo entre cada protocolo. Mudanças na força isométrica e concêntrica, ângulo ótimo de produção de torque, circunferência do membro, amplitude de movimento, creatina quinase plasmática, concentração mioglobina, dor muscular e eco-intensidade das imagens de ultrassom (US) foram avaliadas antes e durante 5 dias após o exercício. Todas as variáveis mudaram significativamente após todos os exercícios, mas o exercício de extensão de joelho não apresentou mudanças no ângulo ótimo, na circunferência do membro e na eco-intensidade das imagens de US. Comparado com flexores e extensores do joelho, extensores e flexores do cotovelo mostraram significativamente maiores mudanças em todas as variáveis, sem diferenças entre as respostas dos músculos do cotovelo. Mudanças em todas as variáveis foram significativamente maiores para flexores do joelho do que para extensores do joelho. Estes resultados sugerem que os dois músculos do braço são igualmente mais suscetíveis ao dano muscular do que músculos da perna, mas os flexores do joelho são mais suscetíveis ao dano muscular comparados aos extensores do joelho. A diferença na susceptibilidade ao dano muscular parece estar associada com o uso de músculos dos membros inferiores nas atividades diárias; os extensores de joelho estão mais adaptados a ações excêntricas diárias.

O efeito protetor se refere à proteção efetuada pelo exercício excêntrico sobre o dano e sua magnitude na sessão subsequente, ou seja, uma sessão de treinamento excêntrico gera um determinado dano muscular que agirá como um efeito protetor para um próximo treino. Um estudo de Nozaka et al. (2001) reuniu 34 estudantes e os pesquisadores realizaram avaliações pré e pós 4 dias subsequentes ao exercício de flexão de cotovelo. Torque isométrico máximo, circunferência do membro, amplitude de movimento, creatina quinase, concentração de

mioglobina e dor muscular foram avaliados. Os participantes foram divididos em 3 grupos, em que o grupo 1 realizou 2 repetições (isocinéticas excêntricas), o grupo 2 realizou 6 repetições e o grupo 3 realizou 24 repetições. Depois de 2 semanas, todos executaram 24 repetições, e o objetivo foi verificar os efeitos de 2, 6 e 24 repetições sobre o dano muscular, gerando efeito protetor. Todas as variáveis se alteraram significativamente, mas em menor magnitude para o grupo que realizou duas repetições. Os grupos 2 e 3 apresentaram importante efeito protetor, sem diferença entre estes grupos, sugerindo que não é necessário um grande número de repetições para indução deste efeito.

Um corpo crescente de evidências indica que os métodos de treinamento de força excêntrica induzem estímulos diferenciados para adaptações neuromusculares. Douglas et al. (2017) realizaram revisão sistemática para determinar os efeitos do treinamento excêntrico em comparação ao concêntrico ou tradicional (isto é, restrito por padrões concêntricos de força). O treinamento excêntrico provocou incrementos importantes na força muscular, em maior magnitude no padrão excêntrico, obviamente por especificidade. Maiores adaptações na efetividade do ciclo alongamento-encurtamento também foram relatadas. Em relação às adaptações morfológicas, o treinamento excêntrico é pelo menos tão eficaz quanto o treinamento tradicional em aumentar a área de secção transversa do músculo.

Isquiotibiais

O treinamento excêntrico como ferramenta de prevenção de lesão (i.e., distensão de isquiotibiais) é o principal tópico desta revisão. Bourne et al., (2018) reportam o treinamento de força como um componente valioso dos programas de prevenção de lesões por estiramento de isquiotibiais. No entanto, nos últimos anos, um corpo significativo de trabalhos tem sugerido que as respostas agudas e as adaptações crônicas ao treinamento com diferentes exercícios são heterogêneas. Infelizmente, estes resultados de pesquisa não parecem ter

influenciado uniformemente as diretrizes clínicas para a seleção de exercícios em programas de prevenção ou reabilitação de lesões de isquiotibiais. Vários estudos estabeleceram que uma capacidade excêntrica adequada dos flexores do joelho reduz o risco de lesão por estiramento dos músculos isquiotibiais, mas principalmente quando a adesão é adequada. Os benefícios deste tipo de treinamento provavelmente são, pelo menos em parte, mediados por aumentos no comprimento do fascículo da cabeça longa do bíceps femoral e melhorias na força excêntrica dos flexores de joelho. Portanto, a seleção de exercícios baseados em evidência sobre o incremento dessas variáveis deve formar a base de protocolos eficazes de prevenção de lesões. Além disso, um corpo crescente de trabalho sugere que os padrões de ativação muscular dos isquiotibiais divergem significativamente entre os diferentes exercícios (Bourne et al., 2018). Esses achados podem ter implicações para o direcionamento de músculos específicos em programas de prevenção de lesões. Uma abordagem baseada em evidências para o treinamento de força voltado à prevenção da lesão de isquiotibiais deve considerar o impacto da seleção de exercícios na ativação muscular e o efeito de intervenções de treinamento na arquitetura, morfologia e função dos músculos isquiotibiais. Mais importante ainda, os profissionais devem considerar o efeito de um programa de treinamento de força em fatores de risco conhecidos ou propostos para lesão dos isquiotibiais.

Tendo em vista que a fadiga tem sido apresentada como um dos mais severos fatores de risco para lesões no esporte (Ekstrand et al., 2011), um dos principais estudos em relação ao treinamento excêntrico e os efeitos sobre a fadiga neuromuscular reuniu 22 Participantes, atletas recreacionais, os quais foram submetidos a 6 semanas de treino - 2 vezes por semana. Os atletas foram divididos em dois grupos, um grupo de treinamento concêntrico (n=11) Vs. Treinamento Excêntrico (n=11), em que o treino evoluiu de 2x8 repetições para 5x10 reps. O objetivo do estudo foi observar os efeitos sobre a fadiga concêntrica e excêntrica (protocolo de fadiga 4 séries de 20 repetições a 60°/s, 2 min intervalo entre séries). Antes do treinamento,

ambos os protocolos resultaram em perdas de força dinâmica e isométrica nos dois grupos, mas a magnitude foi maior após o protocolo concêntrico. Depois do período de treino, tanto o grupo concêntrico como o grupo excêntrico novamente demonstraram reduções de força durante os protocolos e essas mudanças não diferiram do pré-treinamento. A redução da taxa de produção de torque foi similar após os protocolos e depois dos regimes de treinamento. Nenhuma mudança na eco-intensidade foi observada após os protocolos de treinamento. Ambas as intervenções resultaram em decréscimos de força semelhantes durante os protocolos de fadiga quando comparados aos resultados pré-treinamento. Portanto, parece que o treinamento excêntrico não apresenta resultados diferentes do treinamento concêntrico sobre a fadiga.

Em resumo, o treinamento excêntrico provoca maiores incrementos na força excêntrica, porém também na força concêntrica, demonstrando ser uma potente estratégia para diversas melhorias. O treinamento excêntrico é pelo menos tão eficaz quanto outras modalidades, gerando adaptações neuromusculares importantes, principalmente nas fibras do tipo II, como aumento da área de secção transversa do músculo e incrementos no comprimento de fascículo. Em relação especificamente à prevenção de lesão de isquiotibiais, valores abaixo de 145 N.m de pico de torque excêntrico deste grupo muscular parece estar relacionado com maior risco de lesão (Timmins et al., 2016). Portanto, a inclusão de intervenções excêntricas, bem como tradicionais baseadas em evidências de mecanismo de lesão e desempenho parece produzir melhora de variáveis associadas ao desempenho e a prevenção de lesões.

4. REFERÊNCIAS

1. Barnes C, Archer DT, Hogg B, Bush M, Bradley PS. The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *Int J Sports Med*. 2014 Dec;35(13):1095-100.
2. Baroni BM, Ruas CV, Ribeiro-Alvares JB et al. Hamstring-to-quadriceps torque ratios of professional male soccer players: a systematic review. *J Strength Cond Res* 2018; 23. [Epub ahead of print].
3. Bourne MN, Timmins RG, Opar DA et al. An evidence-based framework for strengthening exercises to prevent hamstring injury. *Sports Med* 2018; 48(2):251-267.
4. Bricca A, Juhl CB, Bizzini M et al. There are more football injury prevention reviews than randomised controlled trials. Time for more RCT action! *Br J Sports Med* 2018; 52(22):1477-1478.
5. Cadore EL, González-Izal M, Grazioli R, Setuain I, Pinto RS, Izquierdo M. Effects of Concentric and Eccentric Strength Training on Fatigue Induced by Concentric and Eccentric Exercise. *Int J Sports Physiol Perform*. 2018 Sep 11:1-30.
6. Chen TC, Lin KY, Chen HL, Lin MJ, Nosaka K. Comparison in eccentric exercise-induced muscle damage among four limb muscles. *Eur J Appl Physiol*. 2011 ;111(2):211-23.
7. Chumanov ES, Schache AG, Heiderscheit BC et al. Hamstrings are most susceptible to injury during the late swing phase of sprinting. *Br J Sports Med* 2012; 46(2):90.
8. Croisier JL, Ganteaume S, Binet J et al. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *Am J Sports Med* 2008; 36(8):1469-75.
9. Dauty M, Menu P, Fouasson-Chailloux A et al. Prediction of hamstring injury in professional soccer players by isokinetic measurements. *Muscles Ligaments Tendons J* 2016; 6(1):116-23.

10. de Hoyo M, Pozzo M, Sañudo B et al. Effects of a 10-week in-season eccentric-overload training program on muscle-injury prevention and performance in junior elite soccer players. *Int J Sports Physiol Perform* 2015; 10(1):46-52.
11. Douglas J, Pearson S, Ross A, McGuigan M. Chronic Adaptations to Eccentric Training: A Systematic Review. *Sports Med.* 2017 May;47(5):917-941.
12. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *Br J Sports Med* 2011; 45(7):553-8.
13. Ekstrand J, Waldén M, Hägglund M. Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *Br J Sports Med* 2016; 50(12):731-7.
14. Ekstrand J. Keeping your top players on the pitch: the key to football medicine at a professional level. *Br J Sports Med* 2013; 47(12):723-724.
15. Fonseca RM, Roschel H, Tricoli V et al. Changes in exercises are more effective than in loading schemes to improve muscle strength. *J Strength Cond Res* 2014; 28(11):3085-92.
16. Golik-Peric D, Drapsin M, Obradovic B et al. Short-term isokinetic training versus isotonic training: effects on asymmetry in strength of thigh muscles. *J Hum Kinet* 2011; 30:29-35.
17. Grazioli R, Lopez P, Andersen LL, Machado CLF, Pinto MD, Cadore EL, Pinto RS. Hamstring rate of torque development is more affected than maximal voluntary contraction after a professional soccer match. *Eur J Sport Sci.* 2019 May 17:1-16.
18. Green B, Bourne MN, Pizzari T. Isokinetic strength assessment offers limited predictive validity for detecting risk of future hamstring strain in sport: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2018; 52(5):329-336.

19. Gueux K, Millet GP. Conceptual framework for strengthening exercises to prevent hamstring strains. *Sports Med* 2013; 43(12):1207-15.
20. Hegyi A, Péter A, Finni T et al. Region-dependent hamstrings activity in Nordic hamstring exercise and stiff-leg deadlift defined with high-density electromyography. *Scand J Med Sci Sports* 2018; 28(3):992-1000.
21. Ishøi L, Aagaard P, Nielsen MF, Thornton KB, Krommes KK, Hölmich P, Thorborg K. The Influence of Hamstring Muscle Peak Torque and Rate of Torque Development for Sprinting Performance in Football Players: A Cross-Sectional Study. *Int J Sports Physiol Perform*. 2019 May 1;14(5):665-673.
22. Jensen J, Hölmich P, Bandholm T, Zebis MK, Andersen LL, Thorborg K. Eccentric strengthening effect of hip-adductor training with elastic bands in soccer players: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med*. 2014 Feb;48(4):332-8.
23. Johnston JT, Mandelbaum BR, Schub D et al. Video analysis of anterior cruciate ligament tears in professional american football athletes. *Am J Sports Med* 2018; 46(4):862-868.
24. Koulouris G, Connell DA, Brukner P et al. Magnetic resonance imaging parameters for assessing risk of recurrent hamstring injuries in elite athletes. *Am J Sports Med* 2007; 35(9):1500–6.
25. Loturco I, Nakamura FY, Tricoli V, Kobal R, Cal Abad CC, Kitamura K, Ugrinowitsch C, Gil S, Pereira LA, González-Badillo JJ. Determining the Optimum Power Load in Jump Squat Using the Mean Propulsive Velocity. *PLoS One*. 2015 Oct 7;10(10):e0140102.
26. Mendez-Villanueva A, Suarez-Arrones L, Rodas G et al. MRI-based regional muscle use during hamstring strengthening exercises in elite soccer players. *PLoS One* 2016; 11(9):e0161356.

27. Mjølsnes R, Arnason A, Østhagen T et al. A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scand J Med Sci Sports* 2004; 14(5):311-7.
28. Nosaka K, Sakamoto K, Newton M, Sacco P. The repeated bout effect of reduced-load eccentric exercise on elbow flexor muscle damage. *Eur J Appl Physiol.* 2001 Jul;85(1-2):34-40.
29. Oakley AJ, Jennings J, Bishop CJ. Holistic hamstring health: not just the Nordic hamstring exercise. *Br J Sports Med* 2018; 52(13):816-817.
30. Opar DA, Williams MD, Timmins RG et al. Eccentric hamstring strength and hamstring injury risk in Australian footballers. *Med Sci Sports Exerc* 2015; 47(4):857-65.
31. Orchard JW. Hamstrings are most susceptible to injury during the early stance phase of sprinting. *Br J Sports Med* 2012; 46(2):88-9.
32. Peñailillo L, Blazevich AJ, Nosaka K. Factors contributing to lower metabolic demand of eccentric compared with concentric cycling. *J Appl Physiol (1985).* 2017 Oct 1;123(4):884-893.
33. Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB et al. Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2011; 39(11):2296-303.
34. Pinto MD, Blazevich AJ, Andersen LL, Mil-Homens P, Pinto RS. Hamstring-to-quadriceps fatigue ratio offers new and different muscle function information than the conventional non-fatigued ratio. *Scand J Med Sci Sports.* 2018 Jan;28(1):282-293.
35. Rhea M, Kenn J, Peterson M, Massey D, Simão R, Marin P, Favero M, Cardozo D, Krein D. (2018). Joint-angle specific strength adaptations influence improvements in power in highly trained athletes. *Human Movement*, 17(1), 43-49.

36. Ruas CV, Brown LE, Lima CD et al. Effect of three different muscle action training protocols on knee strength ratios and performance. *J Strength Cond Res* 2018; 32(8):2154-2165.
37. Sahaly R, Vandewalle H, Driss T et al. Maximal voluntary force and rate of force development in humans--importance of instruction. *Eur J Appl Physiol* 2001; 85(3-4):345-50.
38. Schuermans J, Van Tiggelen D, Danneels L, Witvrouw E. Susceptibility to Hamstring Injuries in Soccer: A Prospective Study Using Muscle Functional Magnetic Resonance Imaging. *Am J Sports Med*. 2016 May;44(5):1276-85.
39. Sconce E, Jones P, Turner E, Comfort P, Graham-Smith P. The validity of the nordic hamstring lower for a field-based assessment of eccentric hamstring strength. *J Sport Rehabil*. 2015 Feb;24(1):13-20.
40. Śliwowski R, Jadczyk Ł, Hejna R et al. The effects of individualized resistance strength programs on knee muscular imbalances in junior elite soccer players. *PLoS One* 2015; 10(12):e0144021.
41. Timmins RG, Bourne MN, Shield AJ et al. Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. *Br J Sports Med* 2016; 50(24):1524-1535.
42. van Dyk N, Bahr R, Burnett AF et al. A comprehensive strength testing protocol offers no clinical value in predicting risk of hamstring injury: a prospective cohort study of 413 professional football players. *Br J Sports Med* 2017; 51(23):1695-1702.
43. van Dyk N, Bahr R, Whiteley R et al. Hamstring and quadriceps Isokinetic strength deficits are weak risk factors for hamstring strain injuries: a 4-year cohort study. *Am J Sports Med* 2016; 44(7):1789-95.

44. Zebis MK, Andersen LL, Ellingsgaard H et al. Rapid hamstring/quadriceps force capacity in male vs. female elite soccer players. *J Strength Cond Res* 2011; 25(7):1989-93.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo observou os efeitos do treinamento de força focado na flexão de joelhos com ênfase excêntrica em parâmetros neuromusculares associados à prevenção de lesões nos membros inferiores. Os principais achados foram os aumentos no pico de torque excêntrico de flexão do joelho e melhorias na razão H: Q funcional após o treinamento usando a estratégia de treino acima descritos. Assim, nossos resultados apoiam um modelo de prescrição para neutralizar o desequilíbrio da força muscular de membros inferiores em jogadores de futebol profissional durante a pré-temporada. Embora as medidas isocinéticas sejam altamente utilizadas para rastrear o desequilíbrio da força muscular, há necessidade de estratégias mais práticas e ecológicas serem investigadas. Portanto, o presente estudo expande o corpo de conhecimentos sobre prevenção de lesões no futebol, adicionando uma abordagem de prescrição de treinamento de força para melhorar oportunamente os resultados de desequilíbrio de força durante a pré-temporada. Futuras investigações de coorte são necessárias para identificar se esses resultados e o modelo de treinamento podem realmente prevenir a distensão de isquiotibiais.

6. ANEXO A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Gostaríamos de pedir sua autorização e consentimento referente à participação no estudo intitulado “EFEITOS DO TREINAMENTO MUSCULAR NA MESA FLEXORA COM ÊNFASE EXCÊNTRICA SOBRE O DESEQUILÍBRIO DE FORÇA DOS FLEXORES DO JOELHO EM ATLETAS PROFISSIONAIS DE FUTEBOL DURANTE A PRÉ-TEMPORADA”, que envolverá a avaliação do torque muscular isométrico e isocinético, da musculatura da coxa. Estes testes serão realizados pré e pós 8 semanas de treinamento de força. Os testes que estamos propondo são parte deste estudo e terão a finalidade de avaliar os efeitos do treinamento de força.

Portanto, por meio desta, gostaríamos de pedir sua autorização a Martinho Inácio, Ronei Silveira Pinto e bolsistas ou profissionais selecionados para realizar os seguintes procedimentos:

1. Aplicar-te 8 semanas de treinamento de força na presença de profissionais de Educação Física habilitados para a orientação da sessão de treinamento;
2. Aplicar-te testes de torque muscular isocinético, envolvendo grupos musculares das pernas pré e após as 8 semanas de treinamento;

Testes de torque muscular isocinético:

Além disso, gostaríamos de informar que os protocolos de exercício podem causar algum desconforto imediatamente após e dor muscular tardia nos dias subsequentes à sua realização. No que se refere a risco de lesão, se tratando de atletas profissionais de futebol, os quais diariamente praticam exercício em máxima velocidade, o risco de lesão não é aumentado nas condições dos protocolos de treinamento que estamos propondo. Além disso, o treinamento não proporcionará contato físico, o que minimiza o risco. No entanto, caso haja qualquer tipo de lesão ao longo da temporada, o processo de avaliação e recuperação poderá ser feito no Laboratório de Pesquisa do Exercício sem custo. Além disso, como benefícios, será entregue um laudo com meu desempenho neuromuscular avaliado através das diferentes variáveis, o que será de grande valia para a prescrição e monitoramento do seu treinamento físico dentro de sua modalidade esportiva.

Procedimentos de testes:

- a. Os procedimentos expostos acima têm sido explicados por Martinho Inácio, Ronei Silveira Pinto e outros bolsistas selecionados;
- b. Martinho Inácio, Ronei Silveira Pinto e seus bolsistas irão responder qualquer dúvida sua em qualquer momento relativo a esses procedimentos;
- c. Todos os seus dados irão ficar confidenciais e disponíveis apenas sob sua solicitação escrita. Além disso, no momento da publicação, não será feita associação entre os dados publicados e a sua pessoa. Ainda, o tempo de guarda dos dados coletados será, no mínimo, durante 5 anos;
- d. Não haverá compensação financeira pela sua participação neste estudo, assim como não terá qualquer despesa, inclusive de transporte, na sua participação nesta pesquisa;

- e. Você poderá fazer contato com o autor do estudo, Martinho Inácio e com o coordenador do estudo, Professor Doutor Ronei Silveira Pinto para quaisquer problemas referentes à sua participação no estudo ou se você sentir que há uma violação dos seus direitos, através dos telefones (051) 3308-5862, (051) 91193651 ou (051) 84223152. Além disso, você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo telefone (051) 3308-3738;
- f. Durante a investigação, a qualquer instante durante os testes, você tem todo direito de se recusar a prosseguir com os mesmos;
- g. Todos os procedimentos a que será submetido serão conduzidos por profissionais, professores ou bolsistas com experiência prévia em todos os procedimentos. As avaliações serão realizadas no clube e no laboratório e os treinamentos serão realizados no próprio clube no início das sessões de treinamento convencionais de futebol de rotina, sem necessidade de afastamento do local de trabalho.
- h. Por fim, gostaríamos de mencionar que não haverá um médico presente em todos os treinos, mas sua participação no estudo estará condicionada a liberação médica, ocorrida antes do início do estudo.

Porto Alegre _____ de _____ de 2019.

Nome em letra de forma:

Pesquisador responsável: Ronei Silveira Pinto
