

# AÇÃO FUNCIONAL DO GRUPO MUSCULAR ISQUIOTIBIAIS NO CONTROLE POSTURAL DINÂMICO: REVISÃO INTEGRATIVA

Adeline Soraya de Oliveira da Paz Menezes<sup>1</sup>

Bruno Rubem dos Santos Correia<sup>2</sup>

Hugo Gustavo Franco Sant'ana<sup>3</sup>

Victor Bismarck Lisboa Moura<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mestre em Ciências da Pediatria pela Universidade Federal de São Paulo -  
UNIFESP

E-mail: adelinesoraya@bol.com.br

<sup>2</sup>Graduando do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário Tiradentes de  
Alagoas – UNIT/AL

E-mail: brunorubem@gmail.com

<sup>3</sup>Mestre em Modelagem Computacional do Conhecimento pela Universidade  
Federal de Alagoas - UFAL

E-mail: emaildohugosantana@gmail.com

<sup>4</sup>Graduando do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário Tiradentes de  
Alagoas – UNIT/AL

E-mail: emaildovictormoura@gmail.com

## RESUMO

No cenário atual diversas pesquisas tem buscado estudar o papel muscular dos isquiotibiais muito além do conceito básico abordado na literatura com a perspectiva de contribuir no entendimento do seu papel funcional no controle postural dinâmico e qual exercício se mostra mais eficaz no fortalecimento de cada componente desse grupo muscular. Foi realizada uma revisão bibliográfica entre agosto e outubro de 2018 utilizando as seguintes bases de dados: PubMed e Scielo, assim como, artigos científicos considerados de relevância para o assunto abordado. Foram encontrados 258 artigos após o levantamento bibliográfico, filtrados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. Considerando assim que o grupo muscular isquiotibiais possuem papel de estabilidade no controle postural dinâmico durante atividades em membros inferiores, bem como, sua ativação muscular por meio do exercício de flexão nórdica e *deadlift* se mostraram bastante eficaz.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Semitendíneo, Semimembrânico, Bíceps Femoral e Isquiotibiais.

## **ABSTRACT**

In the current scenario several studies have sought to study the muscular role of the hamstrings well beyond the basic concept addressed in the literature with the perspective of contributing to the understanding of their functional role in dynamic postural control and which exercise is most effective in strengthening each component of this group muscular. A bibliographic review was carried out between August and October 2018 using the following databases: PubMed and Scielo, as well as scientific articles considered relevant to the subject matter. We found 258 articles after the bibliographical survey, filtered according to the inclusion and exclusion criteria. Considering that the hamstrings muscle group have a role of stability in dynamic postural control during activities in lower limbs, as well as their muscular activation through the exercise of Nordic flexion and deadlift have proved quite effective.

## **KEYWORDS**

Semitendinosus, Semimembranosus, Biceps Femoris, Hamstrings.

## **INTRODUÇÃO**

Atualmente pesquisadores têm investigado o papel dos músculos sob uma perspectiva além daquela: “origem puxando inserção”. Com isso, têm descoberto importantes ações musculares na função e estabilidade dos segmentos corporais. Por exemplo, uma das pesquisas mais evidentes é o papel que o músculo glúteo médio tem na estabilidade de todo membro inferior, além daquela de abdução, rotação externa e extensão de quadril (FUKUDA et al, 2010; FUKUDA et al, 2012; RABELO et al, 2014).

O grupo muscular denominado isquiotibiais é formado pelos músculos: semitendíneo, semimembrânico e bíceps femoral. Recebem essa definição por possuírem sua inserção proximal na tuberosidade isquiática, já suas inserções distais localizadas na tíbia (principalmente) e fíbula (SACCO, 2013; LIPPERT, 2013; BRUNNSTROM, 2014; KISNER, 2016).

São músculos biarticulares, atravessam o quadril e o joelho, desempenhando as ações de extensão do quadril e flexão do joelho. Tendo um papel importante na realização das atividades de vida diária em sentar e levantar, pegar um

objeto no chão, marcha e gestuais esportivos de saltos, aterrissagem e corrida. Como estabilizador do joelho é conhecido que os mesmos impedem a translação anterior da tíbia sobre o fêmur (SACCO, 2013; LIPPERT, 2013; BRUNNSTROM, 2014; KISNER, 2016).

Acredita-se que os músculos isquiotibiais possuem ação muscular muito além daquela somente descrita em livros de cinesiologia. Sendo um grupo muscular que participa no processo de controle postural dinâmico essencial para realização de atividades que envolvam os membros inferiores.

Profissionais que lidam com o movimento humano, comumente lidam com indivíduos apresentando queixas de limitação funcional por instabilidade articular em membros inferiores. Portanto, a compreensão dos fatores que acompanham o processo de estabilidade dinâmica é primordial para a definição adequada de um programa de intervenção.

Sendo assim, este estudo teve como objetivo identificar o papel funcional do grupo muscular isquiotibiais e quais foram os melhores exercícios para sua ativação.

## **METODOLOGIA**

Trata-se de um estudo de revisão integrativa. Seu protocolo está descrito através do diagrama de fluxo e lista de verificação que estão contidos em figura 01 e 02.

A pesquisa foi realizada entre agosto e outubro de 2018 e trata-se de uma revisão bibliográfica – a qual teve como fonte de levantamento bibliográfico a base de dados eletrônica de referência de periódicos – Pubmed e Scielo, bem como, também foram pesquisados outros artigos científicos considerados de grande relevância para o assunto abordado.

Os termos utilizados foram: “semitendíneo” (semitendinosus); “semimembranáceo” (semimembranosus); “bíceps femoral” (biceps femoris) e “isquiotibiais” (hamstrings).

Foram selecionados os estudos em língua portuguesa e inglesa recorrendo à leitura do título, do resumo do estudo e do tipo de publicação. Numa segunda fase, com recurso à consulta do título, do resumo e se necessário ao texto integral, sendo excluídos os estudos que não abordavam a cinesiologia ou exercícios de ativação/fortalecimento do grupo muscular que constitui os isquiotibiais.

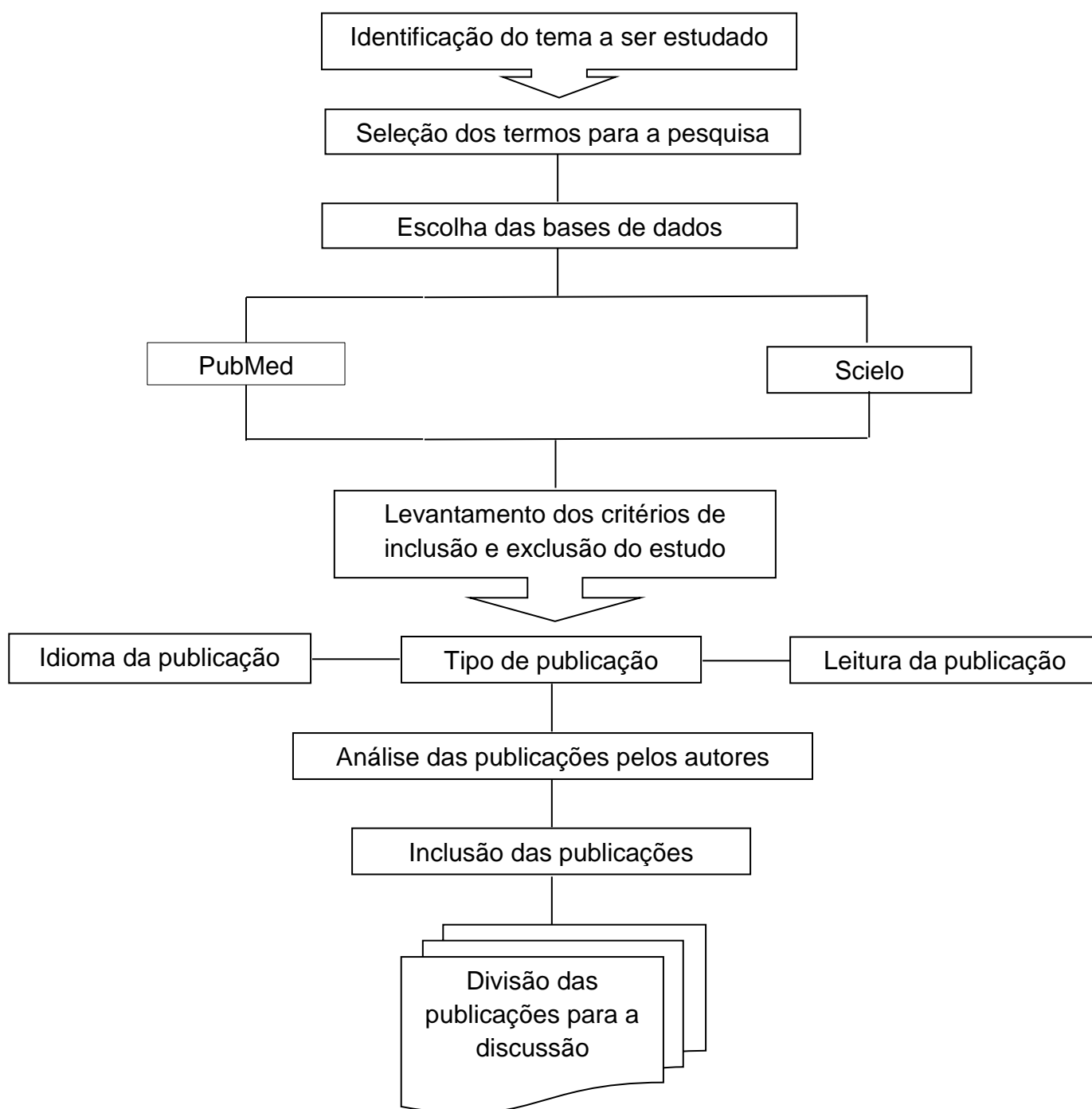
Dois pesquisadores (BR e VM) identificaram e verificaram independentemente cada estudo de acordo com os critérios de inclusão.

A seleção dos artigos obedeceu aos seguintes critérios: os critérios de inclusão foram: elegíveis artigos científicos que investigassem a atividade muscular do grupo isquiotibiais no controle postural dinâmico. Qual ou quais melhores exercícios exercem maior ativação sobre o grupo muscular a ser investigado também foram incluídos. Os critérios de exclusão foram: artigos com abordagem de outros temas e nenhuma relevância sobre o assunto.

Os pesquisadores (BR e VM) analisaram independentemente os dados dos estudos incluídos. Os dados que foram extraídos foram: autores e título do estudo, ano de publicação, músculo investigado, tamanho da amostra, idade e sexo dos participantes e informações metodológicas. Outros dados investigados incluíram o tipo de exercício que há maior ativação muscular e resultados (por exemplo, taxa geral de eficácia).

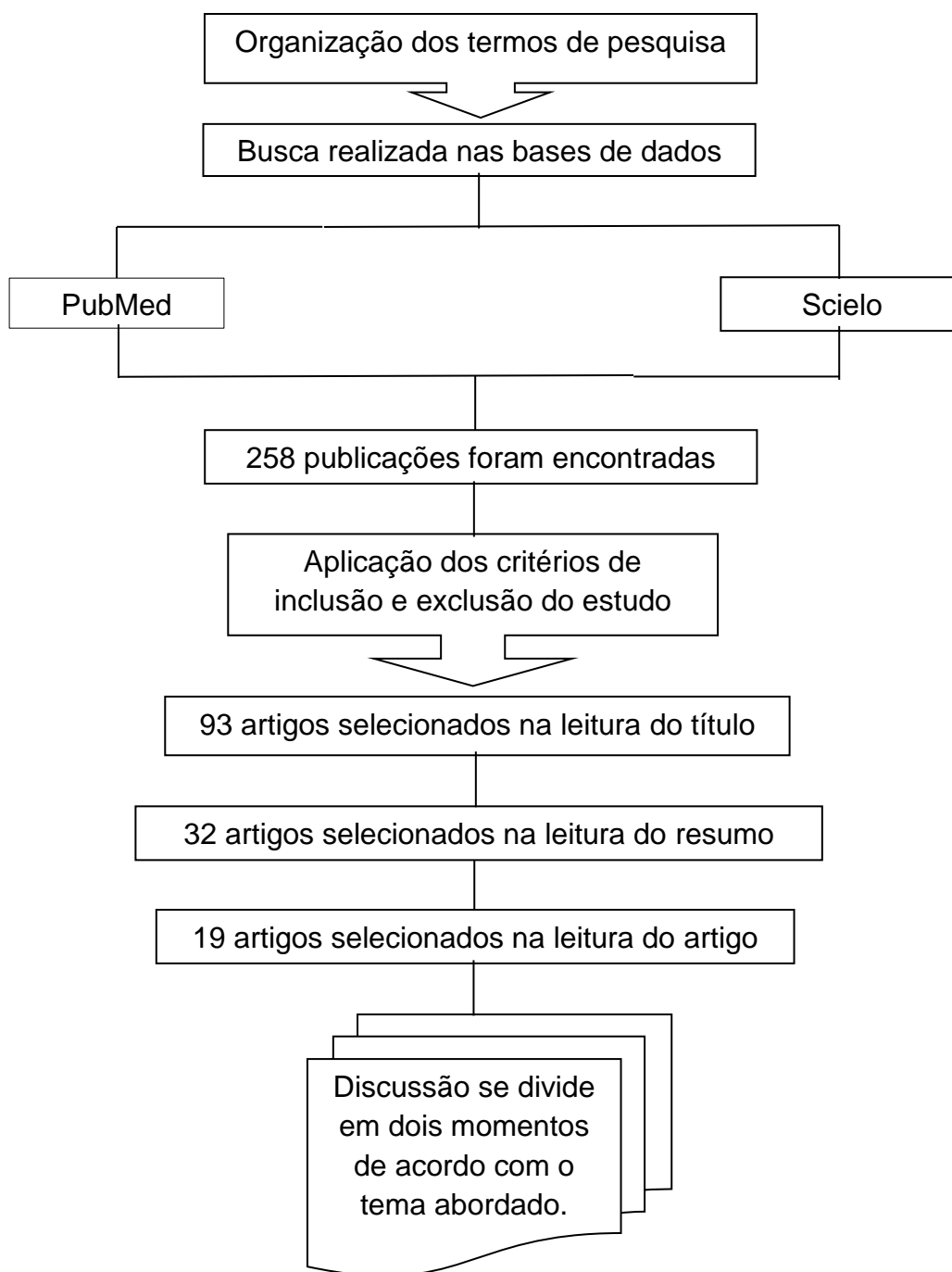
E, enfim, realizado a escrita da revisão literária buscando identificar o papel funcional do grupo muscular isquiotibiais e quais são os melhores exercícios para sua ativação.

Figura 01: Fluxograma da organização e montagem do estudo



Fonte: Dados da Pesquisa

Figura 02: Fluxograma da seleção e inclusão dos artigos pesquisados



Fonte: Dados da Pesquisa

## RESULTADOS

O levantamento bibliográfico realizado resultou em 258 trabalhos de acordo com a utilização dos termos de pesquisa escolhidos. Em seguida, após realizado a leitura do título, foram filtrados 93 trabalhos, que, em seguida, feita a leitura do resumo, foram selecionados 32 artigos e por fim, após a leitura completa restaram 19 estudos de acordo com os critérios estabelecidos na metodologia. Dentre os quais não foram encontrados estudos na língua portuguesa. Bem como, o maior número de publicações são do ano de 2018.

Quanto à metodologia de maior predominância foi de publicações do tipo ensaios clínicos randomizados que se baseavam na comparação geralmente entre uma conduta e outra com controle dos pesquisadores e sua aplicabilidade de forma aleatória no grupo de participantes.

Para tornar a leitura mais didática, a discussão foi dividida em duas partes: artigos que abordassem a ação funcional do músculo isquiotibiais e, a outra, artigos que abordassem os exercícios de ativação muscular para o mesmo grupo estudado.

Na tabela 01 a seguir, constam os dados dos resultados dos artigos selecionados para o estudo quanto à ação funcional e exercícios de ativação dos isquiotibiais.

Quanto à ação funcional do músculo isquiotibiais prevaleceram artigos que abordavam sua importância no controle postural dinâmico através de seu papel estabilizador sobre a coluna, a pelve e os membros inferiores nas atividades de vida diária.

Quanto aos exercícios de ativação muscular prevaleceram artigos que afirmaram que o exercício de flexão nórdica promoveu um maior recrutamento muscular, assim como, melhora da força excêntrica do músculo isquiotibiais.

**Tabela 01 - Características metodológicas e evidências observadas sobre a ação funcional do músculo isquiotibiais e exercícios de ativação muscular.**

<b>Autores/Revista</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>Delineamento do estudo</b>	<b>População de estudo</b>	<b>Resultados</b>	<b>Discussão</b>	<b>Comentários</b>
<b>AZMI ET AL PLOS ONE</b>	<b>2018</b>	<b>Estudo controlado randomizado</b>	<b>12 pessoas saudáveis (cinco homens e sete mulheres).</b>	<b>Houve uma redução do torque de rotação interna da tibia.</b>	<b>O controle da força de cisalhamento anterior do joelho durante atividade de vida diária.</b>	<b>A ativação do bíceps femoral pode reduzir a rotação interna da tibia.</b>
<b>HEGYI ET AL JOURNAL OF MEDICINE &amp; SPORTS</b>	<b>2018</b>	<b>Estudo controlado randomizado</b>	<b>12 jovens masculinos, recreacionalmente ativos.</b>	<b>Houve maior ativação de região média proximal de semitendíneo e região distal de bíceps femoral cabeça longa independente do exercício.</b>	<b>Investigação das diferentes áreas de ativação muscular de isquiotibiais em diferentes exercícios.</b>	<b>Foi observado maior ativação de semitendíneo do que bíceps femoral cabeça longa no exercício de flexão nórdica e sem diferença significativa no <i>deadlift</i>.</b>



MESSER ET AL	JOURNAL OF ORTHOPEDIC & SPORTS PHYSICAL	2018	Estudo transversal	06 mulheres recreacionalmente ativas.	Atividade muscular significativamente menor entre semitendíneo e bíceps femoral cabeça longa foi detectada no exercício de flexão nórdica.	A flexão nórdica visa uma atividade muscular mais direcionada ao semitendíneo, já do exercício de hip 45 graus de extensão do quadril os isquiotibiais tem uma atividade muscular mais equilibrada com predominância de semitendíneo e bíceps femoral cabeça longa.	O fato do trabalho ser realizado apenas com integrantes do sexo feminino implica na certeza de prescrever os exercícios para ambos os sexos, sabendo que a formação do quadril feminino se difere do masculino e possui proporções diferentes em cada mulher particularmente.
NAROU EI ET AL	JOURNAL OF EXERCISE REHABILITATION	2018	Estudo transversal	10 integrantes do sexo masculino, com idade média de 26 anos, sem episódios de lesão neuromuscular ou cardiopatias nos últimos 06 meses.	O músculo semitendíneo obteve maior atividade durante o exercício.	Este estudo concorda com alguns achados de que o exercício de flexão nórdica aumenta a força excêntrica dos isquiotibiais e previne contra lesões por estiramento.	O estudo em questão poderia ter utilizado o eletromiógrafo também no músculo semimembráceo e também destacar a porção do bíceps femoral que estaria sendo mais ativada.

PRESLAND ET AL	2018	Estudo longitudinal	20 integrantes com média de 22 anos, do sexo masculino.	Maior impulso gerado no grupo com maior volume muscular estrutural e no tamanho dos fascículos os dois grupos se igualaram.	As cargas de treino de alto e baixo fluxo para o treinamento com o exercício de flexão nórdica possuem um ganho comprimento fascicular semelhante.	A flexão nórdica se mostra um exercício de alta intensidade, porém ainda se carece de estudos onde se mostre a eficácia de intensidades de treinamento.
STASTNY, LEHNERT & TUFANO  JOURNAL OF VISUALIZED EXPERIMENTS	2018	Criação de protocolo	Um time de futebol masculino sub 15.	A velocidade de ativação e reação muscular dos isquiotibiais significativamente maior, além da do aumento da relação isquiotibiais e quadríceps.	O posicionamento do atleta na cadeira do dinamômetro e a almofada do assento que pode ter se rebaixado durante o movimento, podem implicar diretamente na aferição do pico de torque imposto pelo atleta.	É necessário também adequar à velocidade do teste de acordo com a modalidade praticada pelo atleta, podendo ser optado até mesmo pela contração isométrica.

<p>VAN DYK ET AL THE AMERICAN JOURNAL OF SPORTS MEDICINE</p>	<p>2018</p>	<p>Estudo de coorte prospectiva</p>	<p>438 atletas de 18 equipes de futebol, sendo 78 com episódio de lesão em isquiotibiais.</p>	<p>O déficit na mobilidade de tornozelo e flexibilidade de isquiotibiais possui pouca relação com o risco de lesão em tal músculo.</p>	<p>Uma menor capacidade de mobilidade do tornozelo faz com que diminua a capacidade de produzir forças horizontalizadas durante o amortecimento na corrida e a limitação de dorsiflexão ocasionará uma maior exigência dos músculos e tendões.</p>	<p>Os métodos de treinamento e de prevenção diferem de equipe para equipe, associados a uma cultura do oriente médio e a modalidade esportiva podem ter implicado diretamente na generalização dos resultados desse estudo.</p>
<p>VAN DYK, WITVROUW &amp; BAHR SCANDINAVIAN JOURNAL OF MEDICINE &amp; SCIENCE IN SPORTS</p>	<p>2018</p>	<p>Estudo prospectivo.</p>	<p>18 equipes de futebol masculina do Qatar Stars League.</p>	<p>O pico de torque de força isocinética no dinamômetro, tanto de um membro quanto do outro, e o pico de torque excêntrico durante o exercício de flexão nórdica foram pouco correlacionados.</p>	<p>Programas de prevenção de lesões nos isquiotibiais onde são implementados exercício de força excêntrica com o exercício de flexão nórdica se mostram muito mais efetivos.</p>	<p>Ainda possui-se uma carência de estudos para estabelecer a maior efetividade de força excêntrica dos isquiotibiais e teste isocinético como um bom feedback para correlacionar a um tipo de lesão específica.</p>

BOURNE ET AL	INTERNATIONAL JOURNAL OF SPORTS MEDICINE	2017	Estudo transversal	9 atletas recreacionalmente ativos.	As alterações no semitendíneo na ressonância magnética após o exercício foram significativamente maiores.	A seleção da cabeça longa sobre a cabeça curta do bíceps femoral implica na escolha do exercício da ponte unipodal para programas de reabilitação de lesões em isquiotibiais.	O presente estudo pode ser usado com uma triagem para o risco de lesões nos isquiotibiais no esporte.
HIGASHIHARA ET AL	JOURNAL OF SPORTS SCIENCES	2017	Estudo controlado randomizado	13 velocistas universitários saudáveis.	A cabeça longa do m. bíceps femoral teve maior ativação na fase de aceleração (propulsão) enquanto semitendíneo na fase de desaceleração (médio apoio).	Compreensão dos fatores de risco para proteção muscular e o papel de semitendíneo e bíceps femoral cabeça longa na corrida.	Exercícios de extensão de quadril foram essenciais na melhora de força propulsora e redução de lesões em bíceps femoral cabeça longa.

ISHØI ET AL	OF 2017	Estudo controlado randomizado cego	35 jogadores de futebol amador masculino sem lesões pregressas e sem prática de treinamento de força.	Houve uma melhora no desempenho de arrancada máxima com o exercício de flexão nórdica combinado com pliometria.	A recorrência de lesões na corrida e os fatores de risco de isquiotibiais associado ao seu papel na biomecânica da corrida.	Como a incidência de arrancadas de curta distância aumentaram no futebol seja bastante proveitoso.
LOWE & DONG	2017	Estudo controlado randomizado	18 atletas adultos jovens, sendo 11 homens e 07 mulheres.	O grupo com lesão mostrou uma relação de ativação muscular de quadríceps pós fadiga muscular.	Inibir a ação de isquiotibiais parece facilitar a ação do quadríceps.	Estudos posteriores com uma maior população é necessário para contestar a eficácia da fadiga muscular na redução da inibição artrogênica.
MCCURDY, WALKER & YUEN	2017	Estudo controlado randomizado	18 mulheres ativas.	A atividade de glúteo máximo superior isquiotibiais ambos os exercícios.	Qual ou quais exercícios produzem maior recrutamento muscular.	Mulheres possuem menor produção de força no exercício resistido.

<b>BOURNE ET AL</b>									
<b>BRITISH JOURNAL OF SPORTS MEDICINE</b>	<b>OF</b>	<b>2016</b>	<b>Estudo longitudinal</b>	<b>30 masculinos ativos.</b>	<b>atletas</b>	<b>O treinamento com o exercício de flexão nórdica e extensão de quadril promoveram aumento do fascículo de biceps femoral cabeça longa.</b>	<b>Adaptações em biceps femoral decorrente dos exercícios de extensão de quadril e flexão nórdica.</b>	<b>O treinamento com o exercício de extensão de quadril pode ser mais efetivo para promover hipertrofia em biceps femoral.</b>	
<b>BOURNE ET AL</b>									
<b>SCANDINAVIAN JOURNAL OF MEDICINE &amp; SCIENCE IN SPORTS</b>	<b>OF</b>	<b>2015</b>	<b>Estudo transversal</b>	<b>10 saudáveis</b>	<b>homens ativos.</b>	<b>No exercício de flexão nórdica o músculo semitendíneo foi o mais recrutado.</b>	<b>A compreensão dos padrões de ativação de isquiotibiais durante o exercício de flexão nórdica.</b>	<b>Foi observado déficit de ativação muscular maior em caso de lesão anterior em isquiotibiais.</b>	
<b>MUYOR, LÓPEZ-MIÑARRO &amp; ALACID</b>									
<b>JOURNAL OF APPLIED BIOMECHANICS</b>	<b>OF</b>	<b>2013</b>	<b>Estudo controlado randomizado</b>	<b>75 ciclistas do sexo masculino.</b>		<b>A extensibilidade dos músculos isquiotibiais sofre muita influência nas posturas de pé, sentado e durante o pedal.</b>	<b>A capacidade de extensibilidade dos isquiotibiais possibilita menores graus de flexão da coluna lombar durante a flexão de quadril.</b>	<b>Pouco observou-se o posicionamento pélvico durante o estudo, um fator crucial para a extensibilidade de isquiotibiais.</b>	

VAN DER MADE ET AL	KNEE SUGERY 2013 SPORTS TRAUMATOLOGY ARTHROSCOPY	Estudo transversal	56 isquiotibiais de 29 cadáveres, 17 do sexo feminino e 12 do sexo masculino.	Foi detectado torções na região de bíceps femoral cabeça longa e semitendíneo.	Supõe-se que o padrão de torção dos isquiotibiais gere uma força resultante desalinhada com seu tendão.	Talvez a idade relativamente alta dos cadáveres tenha alguma influência sobre a composição muscular estrutural dos cadáveres estudados.
SATO ET AL	JOURNAL OF 2012 ORTHOPAEDIC SCIENCE	Estudo transversal	28 quadris de 14 cadáveres.	O semitendíneo e cabeça longa do bíceps femoral possuem uma maior interligação com pouca independência, já o semimembrâneo é o músculo mais independente, praticamente com total independência.	O bíceps femoral tem sua cabeça longa com uma forte porção de inserção tendinosa na tuberosidade isquiática, tornando-o o mais vulnerável a rupturas musculares por um mecanismo de torção.	Apesar de o estudo proporcionar uma exata localização de inserção proximal e distal, só foi capaz de gerar hipóteses de seu funcionamento dinamicamente.

<p>ROEBROECK ET AL</p> <p>CLINICAL BIOMECHANICS</p>	<p>1994</p>	<p>Estudo Transversal</p>	<p>10 adultos jovens saudáveis.</p>	<p>Os isquiotibiais geram estabilidade no ato de sentar e levantar-se.</p>	<p>A co-contração de isquiotibiais e quadríceps force forças resultantes contra o solo apropriadas para se levantar.</p>	<p>O estudo fornece dados importantes para uma abordagem de dissipação de forças compressivas e tensionamentos musculares durante a atividade de senta e levanta.</p>
---	-------------	---------------------------	-------------------------------------	--	--	---

Fonte: Dados da Pesquisa



## **DISCUSSÃO**

### **- AÇÃO MUSCULAR DOS ISQUIOTIBIAIS**

Os isquiotibiais (IT) são um complexo muscular biarticular composto por semitendíneo (ST), semimembráceo (SM) e bíceps femoral (BF). Atuam no quadril e joelho adotando as ações de extensão e flexão respectivamente. Possuem papel importante em nossas atividades de vida diária e auxiliam o ligamento cruzado anterior (LCA) na estabilidade do joelho. Além disso, são responsáveis pela realização do movimento de anteroversão pélvica e sua estabilidade (SACCO, 2013; LIPPERT, 2013; BRUNNSTROM, 2014; KISNER, 2016).

Sob o aspecto anatômico foi observado através da dissecação de 28 quadris em 14 cadáveres foi visto que ST e cabeça longa do BF possuem maior interligação com pouca independência, enquanto o SM se dispõe mais independente, quase com total independência, sendo considerado o menos vulnerável a lesões de ruptura por possuir duas porções ventrais, aumentando sua tolerância aos mecanismos lesivos. O BF tem sua cabeça longa com uma forte porção de inserção tendinosa na tuberosidade isquiática, tornando-o mais vulnerável a rupturas musculares por um mecanismo de torção que pode influenciar diretamente na ação muscular do glúteo máximo (SATO et al, 2012).

Tal fato chama atenção para o aspecto cinesiológico, pois o BF auxilia na estabilidade do joelho impedindo o mecanismo de pivot com rotação interna ou externa da tibia e quase extensão total de joelho (OLSEN, MYKLEBUST, ENGBRETSEN & BAHR, 2004; KROSSHAUG et al, 2007; BODEN, TORG, KNOWLES & HEWETT, 2009). Explicando um pouco a relação que existe que cerca de 80% das recorrências de lesões em IT o músculo BF ser o mais acometido (VERRALL et al, 2003; ASKLING et al, 2007; KOULOURIS et al, 2007; SILDER et al, 2008).

A cabeça longa do BF possui uma particularidade anatômica em sua inserção proximal e distal hipotetizando que sua ação muscular durante a marcha poderia estabilizar o joelho impedindo a anteriorização da tibia, reduzindo a força de cisalhamento anterior e o torque de rotação interna, muito comum no movimento patológico do compartimento lateral em indivíduos com deficiência do LCA (AZMI et al, 2018).

Os movimentos de torção e torque de rotação interna da tibia puderam ser reduzidos através da ativação por meio da estimulação elétrica funcional da cabeça longa do BF em indivíduos saudáveis, o que pode se tornar uma tomada de decisão importante na prática clínica em indivíduos com instabilidade articular dinâmica, como lesão de LCA (AZMI et al, 2018).

Ao analisar o complexo muscular do grupo IT de 29 cadáveres dissecados com retirada da pele, tecido subcutâneo, fáscia e excesso de gordura não foram possíveis identificar padrões lesivos de IT apenas com comprimento muscular tendinoso e junção musculotendinosa, porém supõe-se que um músculo com maior porção tendinosa, apresente uma maior área de secção transversa e assim esteja menos predisposto a lesões por grandes rupturas (VAN DER MADE et al, 2013).

Quanto ao gênero, observou-se que as mulheres possuem uma menor força em extensão de quadril com pouca ativação de glúteo máximo, maior adução com rotação interna e pouca flexão de quadril, o que implica na alteração da relação de força entre quadríceps e IT no exercício resistido, envolvidos, por exemplo, no risco de lesão em LCA (MCCURDY, WALKER AND YUEN, 2017). No entanto, parecem existir outras contribuições importantes para maior taxa dessa lesão em mulheres relacionadas a fatores anatômicos, hormonais e neuromusculares (HEWETT et al, 2005).

Em relação a atividades de vida diária, como na transferência da postura de sentado para em pé, os IT possui papel importante, por serem músculos biarticulares fornecem melhor capacidade de equilibrar o centro de massa corporal durante o movimento em co-contração com o quadríceps produzindo forças resultantes que geram estabilidade articular, deixando-o em condições apropriadas para que forneça uma força de reação com o solo para trás, com menores sobrecargas osteoarticulares (ROEBROECK et al, 1994).

Na marcha, os IT desempenham funções específicas a cada fase, podendo ter variação de função ou desempenho a depender das angulações nas articulações adjacentes. Indivíduos que apresentam divergências em suas técnicas de marcha são desenvolvidas ao longo da vida, porém é possível adotar um modelo padrão dito “normal” não patológico no qual se tenha maior aproveitamento musculoesquelético com menores sobrecargas (BRUNNSTROM, 2014).

Durante o contato inicial, o joelho terá uma flexão de 3° a 5°, quadril com 25° a 30° e tornozelo em neutro mesmo com a flexão de quadril. Ele permanecerá estabilizado para que os IT realizem co-contração com o quadríceps preparando o joelho para contato com o solo. Na resposta a carga, o tornozelo sai de neutro para 15° de flexão plantar, joelho com flexão de 15° e quadril permanece igual. Essa é a fase de transição para a aceitação da sobrecarga em que os IT permanecerão realizando co-contração com o quadríceps. No apoio médio, o tornozelo sai de 15° de flexão plantar até 15° de dorsiflexão, o joelho adota 5° de flexão e o quadril em extensão total. Nessa fase o apoio unipodal requer mais ação concêntrica de IT e glúteo máximo para manutenção do tronco ereto com a extensão do quadril. No apoio final a pré balanço o tornozelo varia de 15° de dorsiflexão a 20° de flexão plantar, 40° de flexão de joelho até extensão total e quadril permanecendo a 10° (BRUNNSTROM, 2014).

Na fase de resposta a carga, o posicionamento do quadril com variação de angulação em 5° de inclinação anterior da pelve propõe uma vantagem muscular para IT com glúteo máximo realizem a propulsão do corpo (BRUNNSTROM et al, 2014). Na fase de apoio, os IT atuam realizando a transmissão de forças entre as articulações de joelho e quadril para aumentar a ativação de glúteo máximo na extensão de quadril (MCCURDY, WALKER AND YUEN, 2017). Na fase de balanço, o posicionamento neutro de tornozelo com a variação de 40° de flexão do joelho até extensão total e com a passagem de extensão total de quadril para 25° a 30° de flexão favorecem para no balanço final os IT com glúteo máximo se contrair excentricamente para desacelerar o movimento pendular para frente de joelho e quadril, para que assim se inicie outro ciclo (BRUNNSTROM, 2014).

Quanto a corrida, a atividade de BF cabeça longa foi superior no momento de extensão de quadril que acontece na aceleração com papel de empurrar o solo para trás realizando a propulsão. O ST apresentou maior ativação durante a fase de apoio e na flexão excêntrica de joelho que acontece na desaceleração da velocidade máxima e no controle simultâneo entre a extensão de joelho e flexão de quadril durante a fase de balanço médio da corrida devido a sua anatomia favorável em lidar com tensão por conter sarcômeros em série com longas fibras exercendo seu potencial de se contrair rapidamente (HIGASHIHARA et al, 2017).

Isso firma a importância dos IT na função propulsora que existe na corrida. Vale ressaltar que durante a fase de apoio da corrida, salto e puxada de trenó, a ativação de glúteo máximo superou os IT com exceção em caso de fraqueza de glúteo máximo, onde foi capaz de identificar maior ativação de BF na extensão de quadril, como provável forma de compensação (MCCURDY, WALKER AND YUEN, 2017).

Em uma análise com 75 ciclistas do sexo masculino foi visto uma baixa relação entre a capacidade de extensibilidade dos músculos IT na inclinação pélvica e coluna, influenciado apenas na posição de flexão máxima do tronco com extensão do joelho (MUYOR et al, 2013) Após um estudo de coorte prospectivo com 438 atletas do sexo masculino não encontraram relação entre os déficits de flexibilidade passiva em IT e a amplitude de movimento de dorsiflexão do tornozelo como sendo fatores de risco significativos para lesões em IT (VAN DYK et al, 2018).

### **- EXERCÍCIOS DE ATIVAÇÃO MUSCULAR DOS ISQUIOTIBIAIS**

Os músculos dos IT possuem padrões de ativação muscular que variam de acordo com cada fase da corrida de velocidade máxima. O mecanismo que envolve as diferenças de ativação entre eles podem estar relacionado a morfologia que condiz a sua função. O que se supõe a diferença na eletromiografia apresentada na análise entre a postura e marcha (HIGASHIHARA et al, 2017).

Apesar da explicação do mecanismo de ativação específica dos IT durante o exercício parecer indefinido, existem diferenças significativas entre o braço de

momento dos IT ao realizar uma ação. O ST, por exemplo, possui um braço de momento superior no joelho do que BF e SM implicando em maior vantagem mecânica no seu recrutamento específico durante os movimentos no joelho em que o eixo da articulação do quadril se encontra fixa, como acontece no exercício de flexão nórdica. Logo, surgem alguns questionamentos a sua inclusão na prevenção de lesões por esforço recorrentes da corrida já que o BF cabeça longa ser o mais acometido e por existir evidências de melhor ativação durante exercício de extensão de quadril (BOURNE et al, 2015).

Exercícios de extensão de quadril que ativam preferencialmente BF cabeça longa foram vistos como essenciais para melhora de força propulsora e prevenção de lesões na fase de aceleração da corrida (HIGASHIHARA et al, 2017).

Normalmente, a capacidade máxima de produção de força muscular tem relação com sua área de secção transversa fisiológica em que geralmente músculos peniformes são considerados mais fortes que fusiformes. No entanto, foi visto que mesmo o ST sendo classificado como um músculo fino, longo e fusiforme, foi mais recrutado durante o exercício de flexão nórdica do que BF cabeça longa e SM que são classificados como peniformes mais volumosos (BOURNE et al, 2015).

Em indivíduos que possuíam alguma lesão antiga em IT apresentaram um déficit de ativação muscular maior que o lado não acometido durante o exercício sem ter relação nenhuma com a diminuição da área de secção transversa do músculo prejudicando a hipertrofia e sarcomerogênese. A inibição neural crônica associada a tensão muscular como estratégia de proteção do organismo busca reduzir o desconforto e conservar as áreas adjacentes, porém pode se tornar uma aprendizagem de atividade motora errada pelo sistema nervoso, perdurando mesmo após a reabilitação. Portanto, em meio a existência de diversos exercícios que visam diferentes áreas musculares, o entendimento dos mecanismos de recrutamento muscular é essencial (BOURNE et al, 2015).

Foi concluído que durante a prática do exercício de flexão nórdica, os músculos ST e BF cabeça curta foram mais recrutados do que BF cabeça longa e SM (BOURNE et al, 2015; BOURNE et al, 2016; MESSER et al, 2018; NAROUEI et al, 2018; HEGYI et al, 2018).

Ainda assim, o exercício de flexão nórdica comparado ao de extensão de quadril promoveram alongamento de fascículo em BF cabeça longa equivalentes, negando a relação da influência de maior amplitude de movimento em exercício de extensão de quadril com maiores aumentos do comprimento do fascículo (BOURNE et al, 2016).

O ganho da força excêntrica de flexores do joelho são semelhantes em altos e baixos volumes de treinamento, sendo a implementação de baixo volume associado

ao treinamento da musculatura de tronco e quadril mais eficaz para fins preventivos (PRESLAND et al, 2018; NAROUËI et al, 2018).

No exercício de ponte unipodal o ST foi mais ativado seguido de BF cabeça longa que foi mais ativada que a cabeça curta (BOURNE et al, 2017). Ambos os exercícios apresentaram resultados semelhantes quanto ao aumento da área de secção transversa em ST, porém o treinamento com exercícios de extensão quadril foi mais efetivo para hipertrofia de BF cabeça longa (BOURNE et al, 2016).

O exercício de *hip 45°* se mostrou mais abrangente nas musculaturas biarticulares com cerca de 20% a mais de ativação em BF cabeça longa quando comparado com o exercício de flexão nórdica (MESSER et al, 2018). Foi visto que a região média proximal do ST e a região distal do BF cabeça longa apresentaram maior ativação independentemente do exercício e que no *deadlift* de perna rígida não houve diferença significativa entre a atividade de ST e BF (HEGYI et al, 2018).

Além disso, um treinamento de força de IT isolado com exercício de flexão nórdica ou combinado com pliometria houve uma melhora de 5 a 30 metros no desempenho da arrancada pela combinação das adaptações dos mecanismos neurais e musculares provenientes do exercício de flexão nórdica que melhoram o limiar de excitabilidade de ativação dos IT durante a fase de balanço terminal e contato com o solo, atuando como um grande extensor de quadril, aumentando a força horizontal de propulsão. Esse ganho equivale a uma vantagem de aproximadamente 25 a 30 centímetros durante uma arrancada máxima de 10 metros que pode ser decisiva para alcançar uma bola antes do marcador, bloquear um arremate ou marcar um gol. Dessa forma, como a incidência de arrancadas a curta distância são mais frequentes no futebol do que arrancadas prolongadas, o treino de capacidade de arrancada máxima de 10 metros repetidamente, seja mais interessante para o desempenho durante o jogo (ISHØI et al, 2017).

Após um treinamento de força baseado em contração excêntrica dos músculos IT incluindo exercício de flexão nórdica, bom dia, *deadlift*, agachamento, levantamento terra e pliometria em atletas de um time de futebol sub 15, foi visto uma melhora significativa no limiar da velocidade de ativação e reação muscular dos IT, além do aumento da relação IT e quadríceps (STASTNY et al, 2018). Foi concluído no estudo realizado com 18 equipes de futebol masculina do Qatar Stars League identificaram que a força excêntrica dos IT e o desequilíbrio de força dos membros inferiores possui sua correlação mais fidedigna ao exercício de flexão nórdica ao teste isocinético no dinamômetro (VAN DYK et al, 2018).

Parecer haver uma estreita relação entre a fadiga muscular de IT e a redução temporária da inibição artrogênica de quadríceps em pacientes no processo de reabilitação de pós-cirúrgico de reconstrução de LCA. Foi visto uma alteração significativa do nível de ativação muscular do quadríceps pré e pós fadiga em indivíduos que estão em estado pós cirúrgico, criando a suposição de que a fadiga

prévia em IT aumenta a capacidade de ativação do quadríceps nesses indivíduos, mesmo sem o embasamento fisiológico por trás disso (LOWE et al, 2017).

## CONCLUSÃO

Foi possível observar que os isquiotibiais tem importância no controle postural dinâmico de modo que possuem um papel estabilizador sobre a coluna, pelve e nos membros inferiores dentro das atividades de vida diária e em gestuais esportivos, bem como, sua ativação muscular é capaz de facilitar uma atividade ou treinamento e modificar as variáveis de força aplicada sobre as estruturas promovendo uma proteção articular. Foi visto pouca influência na relação da capacidade de extensibilidade muscular dos isquiotibiais para manutenção da postura ortostática, como o seu déficit de flexibilidade não foi considerado um fator de risco para lesão.

Foi visto que os músculos dos isquiotibiais possuem padrões de ativação muscular que variam de acordo com o exercício e que mais investigações são necessárias. No entanto, pode-se considerar que o exercício de flexão nórdica apresentou maior ativação muscular em semitendíneo e bíceps femoral cabeça curta, enquanto no exercício de *deadlift* foi mais eficaz na ativação de bíceps femoral cabeça longa e semimembráceo.

## REFERÊNCIAS

ASKLING CM, TENGVAR M, SAARTOK T, THORSTENSSON A. Acute first-time hamstring strains during high-speed running a longitudinal study including clinical and magnetic resonance imaging findings. **Am J Sports Med.** 2007; 35 (2): 197–206.

AZMI NL, DING Z, XU R, BULL AMJ, (2018). Activation of biceps femoris long head reduces tibiofemoral anterior shear force and tibial internal rotation torque in healthy subjects. **PLoS ONE** 13 (1): e0190672.

BODEN, B.P, TORG, J.S, KNOWLES, S.B, & HEWETT, T.E. (2009). Video analysis of anterior cruciate ligament injury: abnormalities in hip and ankle kinematics. **The American Journal of Sports Medicine**, 37, 252–259.

BOURNE MN, D.A. OPAR, M.D. WILLIAMS, A. AL NAJJAR, A.J. SHIELD. Muscle activation patterns in the Nordic hamstring exercise: impact of prior strain injury. **Scand J Med Sci Sports**, 26 (6) (2015), pp. 666-674.

BOURNE, M. N., DUHIG, S. J., TIMMINS, R. G., WILLIAMS, M. D., OPAR, D. A., AL NAJJAR, A., ... SHIELD, A. J. (2016). Impact of the Nordic hamstring and hip

extension exercises on hamstring architecture and morphology: implications for injury prevention. **British Journal of Sports Medicine**, 51(5), 469–477.

BOURNE, M., WILLIAMS, M., PIZZARI, T., & SHIELD, A. (2017). A functional MRI Exploration of Hamstring Activation During the Supine Bridge Exercise. **International Journal of Sports Medicine**, 39(02), 104–109.

BRUNNSTROM, Peggy A. Houglum, Dolores B. Bertoti. Cinesiologia Clínica de Brunnstrom. **Manole**, 2014. 6ª Ed.

FUKUDA, T. Y., MELO, W. P., ZAFFALON, B. M., ROSSETTO, F. M., MAGALHÃES, E., F. F., & MARTIN, R. L. Hip Posterolateral Musculature Strengthening in Sedentary Women With Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Clinical Trial With 1-Year Follow-up. Therapy, level 1a. **J Orthop Sports Phys Ther** (2012); 42(10):823-830.

FUKUDA, T. Y., ROSSETTO, F. M., MAGALHÃES, E., BRYK, F. F., GARCIA LUCARELI, P. R., & DE ALMEIDA CARVALHO, N. A. Short-Term Effects of Hip Abductors and Lateral Rotators Strengthening in Females With Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Clinical Trial. Therapy, level 1b–. **J Orthop Sports Phys Ther** (2010); 40(11):736-742.

HEGYI A. | A. PÉTER | T. FINNI | N. J. CRONIN. Region-dependent hamstrings activity in Nordic hamstring exercise and stiff-leg deadlift defined with high-density electromyography; **Scand J Med Sci Sports**. (2018); 28:992–1000.

HEWETT TE, MYER GD, FORD KR, ET AL. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes a prospective study. **Am J Sports Med** 2005; 33:492–501.

HIGASHIHARA, A., NAGANO, Y., ONO, T., & FUKUBAYASHI, T. (2017). Differences in hamstring activation characteristics between the acceleration and maximum-speed phases of sprinting. **Journal of Sports Sciences**, 36(12), 1313–1318.

KISNER; CAROLYN. Exercícios Terapêuticos: Fundamentos e Técnicas. **Manole**, 2016, 6ª Ed.

KOULOURIS G, CONNELL DA, BRUKNER P, SCHNEIDER-KOLSKY M. Magnetic resonance imaging parameters for assessing risk of recurrent hamstring injuries in elite athletes. **Am J Sports Med**. 2007; 35 (9): 1500–1506.

KROSSHAUG, T, NAKAMAE, A, BODEN, B.P, ENGBRETSSEN, L, SMITH, G, SLAUTERBECK, J. R, . . . BAHR, R. (2007). Mechanisms of anterior cruciate

ligament injury in basketball: video analysis of 39 cases. **The American Journal of Sports Medicine**, 35, 359–367.

ISHØI, L., HÖLMICH, P., AAGAARD, P., THORBORG, K., BANDHOLM, T., & SERNER, A. (2017). Effects of the Nordic Hamstring exercise on sprint capacity in male football players: a randomized controlled trial. **Journal of Sports Sciences**, 36(14), 1663–1672.

LIPPERT, L. S. *Cinesiologia Clínica e Anatomia*. **Guanabara Koogan**, 2013. 5ª Ed.

LOWE, T., & DONG, X. N. (2017). The Use of Hamstring Fatigue to Reduce Quadriceps Inhibition After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. **Perceptual and Motor Skills**, 125(1), 81–92.

MCCURDY, K., WALKER, J., & YUEN, D. (2017). Gluteus Maximus and Hamstring Activation During Selected Weight-Bearing Resistance Exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 1.

MESSER, D. J., BOURNE, M. N., WILLIAMS, M. D., AL NAJJAR, A., & SHIELD, A. J. (2018). Hamstring Muscle Use in Women During Hip Extension and the Nordic Hamstring Exercise: A Functional Magnetic Resonance Imaging Study. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, 48(8), 607–612.

MUYOR, J. M., LÓPEZ-MIÑARRO, P. A., & ALACID, F. (2013). The Relationship between Hamstring Muscle Extensibility and Spinal Postures Varies with the Degree of Knee Extension. **Journal of Applied Biomechanics**, 29(6), 678–686.

NAROUEI, S., IMAI, A., AKUZAWA, H., HASEBE, K., & KANEOKA, K. (2018). Hip and trunk muscles activity during nordic hamstring exercise. **Journal of exercise rehabilitation**, 14(2), 231.

OLSEN, O.-E., MYKLEBUST, G., ENGBRETSSEN, L., & BAHR, R. (2004). Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: A systematic video analysis. **The American Journal of Sports Medicine**, 32, 1002–1012.

ROEBROECK, M. E., DOORENBOSCH, C. A. M., HARLAAR, J., JACOBS, R., & LANKHORST, G. J. (1994). Biomechanics and muscular activity during sit-to-stand transfer. **Clinical Biomechanics**, 9(4), 235–244.

SACCO; TANAKA. *Cinesiologia e Biomecânica dos Complexos Articulares*. **Guanabara Koogan**, 2013.

STASTNY, P., LEHNERT, M., & TUFANO, J. J. (2018). Muscle Imbalances: Testing and Training Functional Eccentric Hamstring Strength in Athletic Populations. **Journal of Visualized Experiments**, (135).



PRESLAND, J. D., TIMMINS, R. G., BOURNE, M. N., WILLIAMS, M. D., & OPAR, D. A. (2018). The effect of Nordic hamstring exercise training volume on biceps femoris long head architectural adaptation. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, 28(7), 1775–1783.

RABELO, N. D. DOS A., LIMA, B., REIS, A. C. DOS, BLEY, A. S., YI, L. C., FUKUDA, T. Y., COSTA, L. O. P., LUCARELI, P. R. G. Neuromuscular training and muscle strengthening in patients with patellofemoral pain syndrome: a protocol of randomized controlled trial. **BMC Musculoskeletal Disorders** (2014), 15:157.

SATO, K., NIMURA, A., YAMAGUCHI, K., & AKITA, K. (2012). Anatomical study of the proximal origin of hamstring muscles. **Journal of Orthopaedic Science**, 17(5), 614–618.

SILDER A, HEIDERSCHEIT B, THELEN D, ENRIGHT T, TUIITE M. MR observations of long-term musculotendon remodeling following a hamstring strain injury. **Skeletal Radiol**. 2008; 37: 1101–1109.

VAN DER MADE A. D; T. WIELDRAAIJER, G.M. KERKHOFFS, R.P. KLEIPOOL, L. ENGBRETSSEN, C.N. VAN DIJK, ET AL. The hamstring muscle complex. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**, 23 (7) (2013), pp. 2115-2122.

VAN DYK, N., FAROOQ, A., BAHR, R., & WITVROUW, E. (2018). Hamstring and Ankle Flexibility Deficits Are Weak Risk Factors for Hamstring Injury in Professional Soccer Players: A Prospective Cohort Study of 438 Players Including 78 Injuries. **The American Journal of Sports Medicine**, 46(9), 2203–2210.

VAN DYK, N., WITVROUW, E., & BAHR, R. (2018). Interseason variability in isokinetic strength and poor correlation with Nordic hamstring eccentric strength in football players. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, 28(8), 1878–1887.

VERRALL GM, SLAVOTINEK JP, BARNES PG, FON GT. Diagnostic and prognostic value of clinical findings in 83 athletes with posterior thigh injury: comparison of clinical findings with magnetic resonance imaging documentation of hamstring muscle strain. **Am J Sports Med**. 2003; 31 (6): 969–973.

---

**Normas de formatação do trabalho:**

O trabalho deverá ser digitado exclusivamente em fonte Arial;

Tamanho 12;

Espaçamento 1,5 entrelinhas;

Parágrafo justificado, inclusive quando se tratar de elementos não textuais (ilustrações, quadros e tabelas), na digitação de legenda e na indicação de fontes referenciais;

A marca de parágrafo deverá contemplar apenas com um espaço vertical de <enter> entre os parágrafos, sem nenhum espaço horizontal entre a margem esquerda e a primeira palavra do parágrafo.