

Análise de métodos de alongamentos para os isquiotibiais: uma revisão sistemática

Analysis of stretching methods for hamstrings: a systematic review

Análisis de los métodos de estiramiento para los isquiotibiales: una revisión sistemática

Danilo Sousa Silva¹, Agnes Tavares Andrade¹, Fernando Borges Pereira¹.

RESUMO

Objetivo: Identificar através de evidências científicas qual método de alongamento é mais eficaz para promover a flexibilidade dos isquiotibiais. **Métodos:** Foi realizada uma revisão sistemática de literatura dos últimos 10 anos nas bases de dados das plataformas PubMed, LILACS, Scielo, PEDro e MedLine. **Resultados:** Após a busca nos bancos de dados foram encontrados 196 estudos nas plataformas estudadas. Foram incluídos 11 estudos para a síntese do estudo, no qual possuía indivíduos de ambos os sexos com faixa etária de 18 a 60 anos. De acordo com avaliação de qualidade metodológica, 9 estudos apresentaram pontuação acima de 6 pontos, considerados assim, de grande potencial de evidência. **Considerações finais:** Apesar de não ter sido possível realizar uma comparação totalmente conclusiva devido às diversas limitações, foi observado que todos os alongamentos foram capazes de desenvolver flexibilidade nos isquiotibiais, entretanto os alongamentos FNP prevaleceram sendo mais eficazes desenvolvendo maiores ganhos de flexibilidade dos isquiotibiais.

Palavras-chave: Alongamento, Flexibilidade, Isquiotibiais.

ABSTRACT

Objective: Identify through scientific evidence which stretching method is most effective to promote hamstring flexibility. **Methods:** A systematic literature review of the last 10 years was carried out in the databases of PubMed, LILACS, Scielo, PEDro and MedLine platforms. **Results:** After searching the databases, 196 studies were found on the platforms studied. Eleven studies were included for the synthesis of the study, which included individuals of both sexes aged between 18 and 60 years. According to the methodological quality assessment, 9 studies presented scores above 6 points, considered as having great potential for evidence. **Final consideration:** Although it was not possible to perform a completely conclusive comparison due to the various limitations, it was observed that all stretching was able to develop flexibility in the hamstrings, however the FNP elongations prevailed being more effective, developing greater gains in hamstring flexibility.

Keywords: Stretching, Flexibility, Hamstring.

RESUMEN

Objetivo: Identificar a través de la evidencia científica qué método de estiramiento es más efectivo para promover la flexibilidad de los isquiotibiales. **Métodos:** Foi realizada uma revisão sistemática de literatura dos últimos 10 anos nas bases de dados das plataformas PubMed, LILACS, Scielo, PEDro e MedLine. **Resultados:** Después de buscar en las bases de datos, se encontraron 196 estudios en las plataformas estudiadas. Para la síntesis del estudio se incluyeron once estudios, que incluyeron individuos de ambos sexos con edades entre 18 y 60 años. De acuerdo con la evaluación de la calidad metodológica, 9 estudios presentaron puntajes superiores a 6 puntos, considerados de gran potencial para la evidencia. **Consideraciones finales:** Aunque no fue posible hacer una comparación totalmente concluyente debido a varias limitaciones, se observó que todos los estiramientos lograron desarrollar flexibilidad en los isquiotibiales, sin embargo, los estiramientos FNP prevalecieron, siendo más efectivos para desarrollar mayores ganancias de flexibilidad en los isquiotibiales.

Palabras clave: Estiramientos, Flexibilidad, Isquiotibiales.

¹ Universidade Paulista (UNIP) / Instituto de Ciências da Saúde (ICS), Brasília - DF.

INTRODUÇÃO

Atualmente devido à pandemia ocorreram várias alterações no estilo de vida por todo o mundo, tornando-se mais frequente o sedentarismo e a adaptação do trabalho modelo *home office*. A falta da atividade física e a permanência por longos períodos na mesma posição, principalmente sentado, colaboraram para o encurtamento da musculatura isquiotibial (BORGES KCT, et al., 2017).

Os músculos isquiotibiais compõem a região posterior da coxa, são inervados pelo nervo tibial e possuem as ações de estender o quadril e flexionar o joelho, é um grupo muscular composto pelos músculos semitendinoso, semimembranoso e bíceps femoral. São músculos biarticulares, ou seja, atravessam e tem ação em mais de uma articulação (GRAEFF GK e ROBERTO MS, 2013).

Os isquiotibiais têm papel fundamental na articulação do joelho e quadril, sendo que são responsáveis pela ação de flexão de joelho e extensão de quadril. O encurtamento dessa musculatura pode refletir na diminuição da amplitude de movimento do quadril e do joelho, quando há uma flexão de quadril juntamente com uma extensão de joelho, afetando a marcha fisiológica, sendo necessário manter ou ganhar flexibilidade nessa musculatura (BORGES KCT, et al., 2017).

A flexibilidade muscular é a capacidade do músculo se alongar, permitindo que uma ou mais articulações se movam através de suas amplitudes de movimento normal. Quando permanecemos sentados por muitas horas desenvolvemos rigidez nos isquiotibiais, pois essa posição mantém a musculatura encurtada constantemente (MASOOD K, et al., 2020).

Considerando que o grupo muscular isquiotibial se origina na tuberosidade isquiática do quadril, logo, possuem influência direta na movimentação e alinhamento dele e da lombar conseqüentemente, já que o quadril é a base da coluna vertebral. (LOPEZ- MIÑARRO PA, et al., 2012; ALSHAMMARI F, et al., 2019). O encurtamento dessa musculatura pode gerar uma retroversão pélvica e hipolordose da coluna lombar, (ALSHAMMARI F, et al., 2019) alterando o ritmo-lombo-pélvico, (MASOOD K, et al., 2020; LOPEZ- MIÑARRO PA, et al., 2012) aumentando a tensão das estruturas nervosas e o risco de desenvolver lesões lombares. (MASOOD K, et al., 2020). Portanto, a junção destes fatores resulta em desarmonia entre os movimentos da pelve e da lombar, redução da amplitude de movimento e posturas inadequadas para a biomecânica do quadril e, conseqüentemente, da coluna vertebral, causando dores (BORGES KCT, et al., 2017; MASOOD K, et al., 2020; LOPEZ- MIÑARRO PA, et al., 2012; ALSHAMMARI F, et al., 2019; DEMOULIN C, et al., 2016; SADLER SG, et al., 2017).

A flexibilidade dos isquiotibiais e a estabilidade muscular da coluna lombar são elementos que permitem a mobilidade harmônica entre a lombar e a pelve, a falta desses elementos pode desencadear um desequilíbrio do ritmo lombo-pélvico, lesões lombares e aumento da tensão das fibras musculares e encurtamento da musculatura. Assim, é importante saber o melhor método de alongamento para desenvolver ou manter a sua flexibilidade (MASOOD K, et al., 2020; SADLER SG et al., 2017).

Uma das principais técnicas de alongamentos que serão analisadas são os alongamentos estático, dinâmico, balístico e facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP). O alongamento estático consiste em realizar a extensão da fibra muscular e manter o seu comprimento estendido por um determinado tempo, o alongamento dinâmico é a realização de movimentos repetitivos que gradualmente aumentam a sua amplitude e velocidade e o alongamento balístico é aquele em que é realizado vários movimentos rítmicos e rápidos alcançando o ponto de alongamento e relaxando a musculatura e a facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) (TAVELLA MN, 2013).

Os alongamentos musculares nos isquiotibiais são ferramentas bastante úteis para o fisioterapeuta atuar quando seu objetivo é prevenir lesões e desenvolvimento de dor na lombar, manter/ganhar amplitude de movimento ou flexibilidade muscular, manutenção da postura corporal e tratar encurtamentos musculares. Por meio deles teremos outros benefícios, como maior mobilidade durante atividades e exercícios físicos, maior qualidade e quantidade de movimentos, o que gera menos risco de lesões, além de ajudar a manter uma boa postura (BORGES KCT, et al., 2017; DEMOULIN C, et al., 2016).

Visto que, os fatos apresentados demonstram a importância de se manter ou adquirir flexibilidade para essa musculatura, o objetivo desta revisão sistemática é identificar um método que se apresente mais eficaz para o ganho de flexibilidade.

MÉTODOS

O presente estudo foi registrado inicialmente na base PROSPERO (processo: CRD42023374007). Após, a revisão sistemática foi produzida de acordo com as recomendações do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Statement* (PRISMA) (MOHER D, et al., 2009) e, organizada e conduzida por dois pesquisadores.

Estratégia de busca

Foram consultadas cinco bases de dados bibliográficas: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Scientific Electronic Library Online (SciELO), e bases de dados como Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MedLine/PubMed) e Physiotherapy Evidence Database (PEDro). Sendo propostos descritores em Português e Inglês, de acordo com a lista de Descritores em Ciências da Saúde (DeCS).

Foram utilizados como descritores na língua portuguesa as expressões “alongamento”, “flexibilidade” e “isquiotibiais”. No idioma inglês foram contemplados os termos “stretching”, “flexibility” e “hamstring”.

A fórmula usada para a busca foi elaborada pela combinação dos operadores booleanos AND e OR, de acordo com a forma de pesquisa de cada base de dado. Nas bibliotecas (LILACS, BVS, SciELO) e nas fontes de dados (MedLine/PubMed e PEDro) a pesquisa foi realizada no campo de “pesquisa avançada” (do inglês advanced search).

A busca foi realizada no período de abril a novembro de 2022. Além da busca eletrônica, e foi realizada uma busca manual a partir das referências dos artigos encontrados nas bases eletrônicas.

Critérios de elegibilidade

A sumarização de dados foi feita pela leitura e avaliação daqueles artigos selecionados nas bases de dados, com o estudo composto por amostra de humanos com e sem encurtamento de isquiotibiais, publicadas nos idiomas inglês e português, cujas variáveis de intervenção correspondem a diversos tipos de alongamentos em adultos saudáveis não praticantes de atividade física e as variáveis de desfecho clínico fossem atribuídas ao ganho de flexibilidade de isquiotibiais. Entretanto, as evidências encontradas no qual não possuíam concordância com esses critérios foram excluídos. Entre estas evidências, foram eliminadas aquelas que seu estudo era de revisão sistemática, revisão bibliográfica e similares, além das evidências não indexadas ou indisponíveis na integralidade das bibliotecas, bases e plataformas de dados de pesquisa. Também foram excluídos estudos no qual o alongamento físico fosse associado a qualquer outro tipo de técnica para o ganho de flexibilidade muscular.

Seleção das evidências

Foi elaborada uma pergunta com base na estratégia (Patient Intervention Comparison Outcome) PICO: Qual alongamento seria o mais eficaz para o ganho de flexibilidade dos músculos isquiotibiais?

As evidências encontradas na pesquisa eletrônica e manual foram de maneira prévia avaliadas pelos seus títulos e resumos. As evidências identificadas nas buscas foram comparadas, com o intuito de encontrar duplicidade entre as bases de dados.

Avaliação da qualidade metodológica

O rigor metodológico foi realizado pela escala de avaliação da *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro) seguindo normas de avaliação independente, no qual foram efetuadas por dois pesquisadores, com o auxílio de um terceiro para realizar a avaliação, orientação e em caso de divergências.

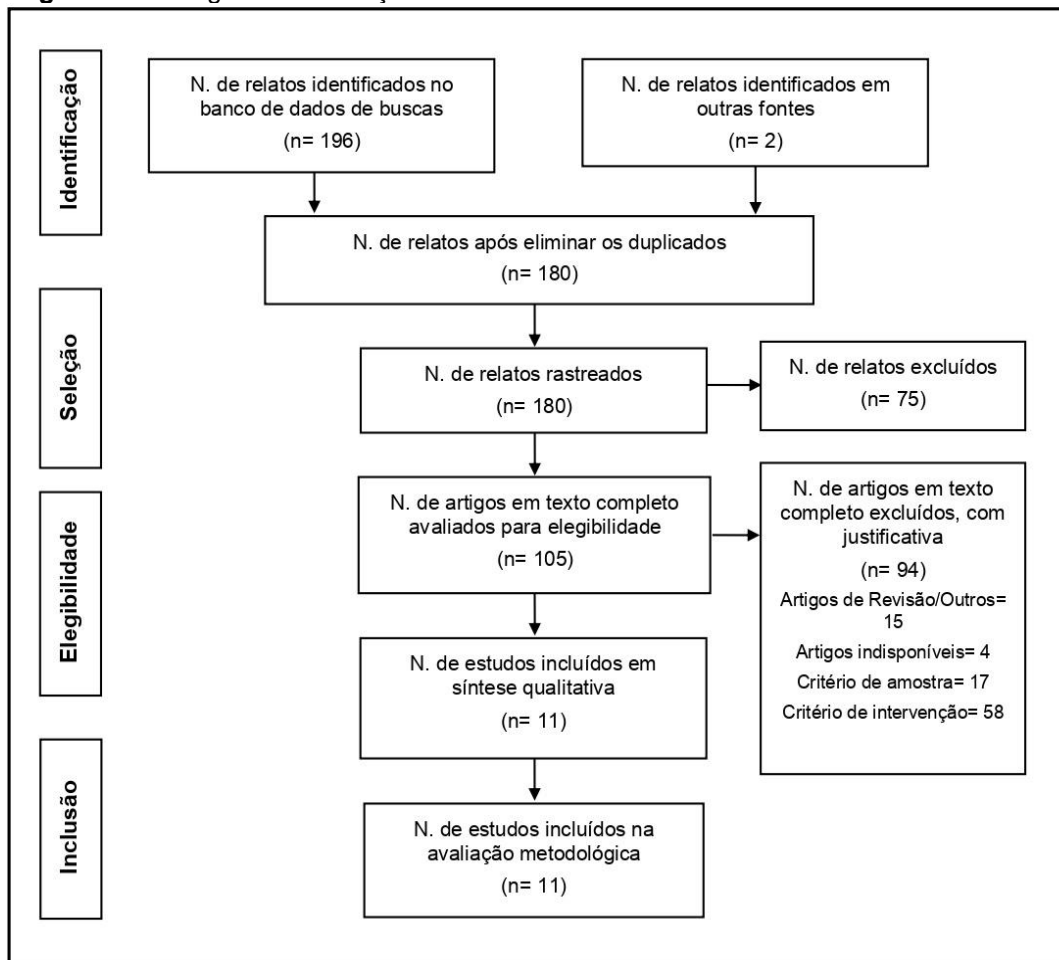
RESULTADOS

Conforme as estratégias estabelecidas, 89 arquivos foram encontrados na biblioteca BVS, 24 na LILACS e 7 na Scielo, nas bases de dados foram encontrados 52 arquivos na PubMed e 24 na PEDro. A busca manual obteve 2 documentos pertinentes ao tema. Assim, foi totalizando 196 achados.

Subsequentemente, verificou-se a coexistência de mesmas evidências entre as bases de dados, as quais foram encontradas 18 evidências duplicadas. No total foram 180 evidências consideradas de acordo com à pergunta de pesquisa. Entretanto, após se avaliar os critérios de elegibilidade, 75 evidências foram excluídas. O motivo dessas exclusões foi por conta de que, embora a estratégia de pesquisa realizada busca encontrar evidências possivelmente elegíveis, muitas acabam não atendendo aos critérios de inclusão. Dentre as 103 evidências incluídas para avaliação plena, 77 foram excluídas por conta da discordância entre os critérios de elegibilidade mencionados no fluxograma da **figura 1**. Especificadamente, os motivos das exclusões constituem estudos conduzidos em sujeitos atletas e com idade abaixo de 18 e acima de 60 anos. Foram excluídos também estudos com amostra contendo algum tipo de lesão ou disfunção musculoesquelética, bem como artigos de revisão sistemática. Concluído o processo de elegibilidade, 11 artigos foram incluídos na síntese narrativa. Em relação aos protocolos de avaliação e intervenção fisioterapêutica foi contatada variabilidade.

A flexibilidade dos isquiotibiais foi avaliada por meio da aplicação de testes específicos e a amplitude de movimento articular foi coletada pelo uso de instrumentos, como goniômetro, inclinômetro e banco de Wells. Essas medidas permitem observar e comparar o desenvolvimento da flexibilidade muscular dos isquiotibiais, quando submetidos a alongamentos, facilitando a comparação entre eles para analisarmos qual alongamento desenvolve melhor a flexibilidade dessa musculatura. Os protocolos de intervenção aplicados, mostram que mesmo não havendo diferença significativa de resultados entre alguns dos alongamentos, que todos foram eficazes para o ganho da flexibilidade dos isquiotibiais (**Quadro 1**).

Figura 1 - Fluxograma da seleção de evidências baseado nas diretrizes do PRISMA



Fonte: SILVA DS, et al., 2023.

Quadro 1 - Estudos selecionados com descrição dos protocolos de intervenção, avaliação e resultados dos métodos que obtiveram melhor ganho de flexibilidade nos isquiotibiais do estudo.

Estudo	Amostras	Protocolos de intervenção	Protocolos de avaliação	Resultados
Jeong ED, et al. (2021)	64 participantes alocados aleatoriamente para grupo de alongamento estático e grupo de facilitação neuromuscular proprioceptiva, sendo designados 32 participantes para cada grupo.	Alongamento Estático: paciente em decúbito dorsal, foi feito o alongamento na posição do teste de elevação da perna estendida até a resistência dos músculos isquiotibiais. Foi realizado por 5 séries de 30 segundos, seguidas de 10 segundos de relaxamento. Alongamento FNP: paciente em decúbito dorsal, foi feito o método de segurar-relaxar com o avaliador elevando a perna dominante a 90° de flexão de quadril, sendo solicitado que o paciente produzisse uma contração isométrica de 10 segundos de flexão de joelho contra a resistência manual do avaliador, em seguida o paciente deveria realizar contração concêntrica de extensão do joelho por 10 segundos e depois 5 segundos para relaxar.	Instrumentos: Inclinômetro; Goniômetro. Testes: Elevação da Perna Estendida	O alongamento estático obteve maior ganho de flexibilidade nos isquiotibiais, porém não foram observadas diferenças significativas entre o alongamento FNP. Teste EPE em AE ADM média ganha: 12,4°
Brito CN, et al. (2020)	27 participantes do sexo feminino. Foram divididas em 3 grupos, sendo 9 pessoas em cada: grupo alongamento estático, técnica músculo energética e grupo controle.	O protocolo durou 1 mês, sendo realizado 2 sessões por semana. Alongamento Estático: foram realizadas 3 séries do alongamento que foi mantido por 1 minuto em cada série. Técnica Músculo Energética: teve duração de 1 minuto, sendo 15 segundos de contração e 5 de relaxamento por 3 séries.	Instrumentos: Banco de Wells Testes: Sentar e Alcançar	A técnica músculo energética apresentou maior ganho de flexibilidade nos isquiotibiais em comparação ao alongamento estático. Teste SA na TME ADM média ganha: 12,34 cm
Park S, et al. (2020)	64 participantes, sendo 30 do sexo masculino e 34 do sexo feminino com idade média de 22,67 ± 1,73 anos. Foram distribuídos aleatoriamente entre 4 grupos, grupo alongamento FNP com intensidade de 40%(grupo P40, n=15), grupo alongamento FNP com intensidade de 10%(grupo P10, n=16), grupo alongamento FNP com intensidade de 40% com toque de dedo do pé(grupo P40 com TT, n=17) e grupo alongamento com intensidade de 10% com toque de dedo do pé(grupo P10 com TT, n=16).	Foi realizado alongamento FNP no método segurar-relaxar, sendo utilizado um dinamômetro para medir a tensão que o paciente estava exercendo. Todos os grupos realizaram o FNP com elevação da perna reta, os participantes contraíram de forma isométrica os isquiotibiais por 10 segundos, em seguida, relaxavam por 5 segundos. Este método foi repetido por 5 vezes. Os participantes realizaram o alongamento de acordo com a intensidade do grupo que se encontravam. Nos grupos P40 e P10 com TT, foi realizado o toque de dedo do pé em pé por 5 séries de 3 minutos.	Instrumentos: Goniômetro. Testes: Extensão Ativa do Joelho.	O grupo de alongamento FNP em baixa intensidade de 40% com toque de dedo do pé obteve maior flexibilidade e sustentou esse ganho por mais tempo que os demais grupos. Teste EAJ: ADM média ganha: 5,7°

Estudo	Amostras	Protocolos de intervenção	Protocolos de avaliação	Resultados
Alshammari F, et al. (2019)	60 participantes saudáveis com idade entre 18 e 24 anos. Foram divididos em três grupos, um para cada uma das intervenções: grupo de alongamento passivo (PS), grupo técnica neurodinâmica do nervo tibial após alongamento passivo (ND) e grupo ativação do quadríceps após alongamento (QA após PS)	<p>Alongamento Passivo: participante com o quadril mantido em 90° de flexão enquanto avaliador realizará uma extensão passiva do joelho. O alongamento foi realizado por 3 séries de 30 segundos.</p> <p>Técnica Neurodinâmica do nervo tibial após alongamento passivo: participante recebeu o alongamento passivo e após, o participante se manteve em decúbito dorsal, quadril flexionado e o joelho estendido e orientado a realizar seguidas dorsiflexões do tornozelo com eversão em sincronia com a flexão e extensão do joelho. Foi realizado por 2 séries de 10 repetições.</p> <p>Ativação do quadríceps após alongamento passivo: o participante recebeu o alongamento passivo e após, foi orientado a estender o joelho enquanto o quadril permanecia a 90°. Foi realizado a extensão ativa do joelho por 3 séries de 10 repetições.</p>	<p>Instrumentos: Goniômetro.</p> <p>Testes: Elevação da Perna Estendida.</p>	<p>O grupo que recebeu a ativação do quadríceps após o alongamento passivo dos isquiotibiais obteve melhores resultados com diferença significativa relação ao grupo que recebeu apenas alongamento passivo.</p> <p>Teste EPE em grupo QA após PS: ADM média ganha: 13,4°</p>
Iwata M, et al. (2019)	24 participantes, sendo 12 do sexo masculino e 12 do sexo feminino com idade entre 20 e 23 anos. Foram divididos em 2 grupos, 12 em cada: grupo controle e experimental.	Alongamento Dinâmico: sujeito em pé segurando com ambas as mãos duas barras paralelas realizaram flexão de quadril com o joelho estendido de uma maneira que a perna balançasse anteriormente. Consistiu em 10 séries de 30 segundos de 15 repetições de extensão e relaxamento os isquiotibiais do membro inferior direito.	<p>Instrumentos: Dinamômetro Isocinético acoplado a uma cadeira.</p> <p>Testes: Extensão Passiva do Joelho.</p>	<p>O alongamento dinâmico teve ganho significativo na amplitude de movimento e sustentou ao longo de 90 minutos.</p> <p>Teste EPJ em AD ADM média ganha: 7,6°</p>
Demoulin C, et al. (2016)	111 participantes, sendo 61 do sexo masculino e 50 do sexo feminino todos saudáveis com idade média de 22,1 ± 2,5 anos. Foram divididos em três grupos: Grupo Controle, SH-G e SK-G de 36, 37 e 38 participantes respectivamente.	<p>Protocolo durou 8 semanas, sendo realizado 5 sessões por semana de alongamento estático passivo e FNP com a articulação do quadril flexionada e joelho estendido para o grupo SH-G e alongamento estático ativo e FNP com a articulação do quadril flexionada e joelho flexionado e depois estendido para o grupo SK-G.</p> <p>Os alongamentos foram realizados em cada perna por 3 séries de 30 segundos (intervalo de 30 segundos entre cada série) cada indivíduo alongava até sentir uma posição de desconforto leve.</p>	<p>Instrumentos: Goniômetro.</p> <p>Testes: Elevação da Perna Estendida; Extensão Passiva do Joelho.</p>	<p>O grupo SH-G teve maior ganho de flexibilidade nos isquiotibiais, mas não houve diferenças significativas de ganho de flexibilidade ao diferir a articulação em foco para alongar.</p> <p>Teste EPE grupo SH-G ADM média ganha: 7,7° Teste EPJ grupo SH-G ADM média ganha: 11,0°</p>

Estudo	Amostras	Protocolos de intervenção	Protocolos de avaliação	Resultados
Nishikawa Y, et al. (2015)	54 participantes jovens e saudáveis, foram alocados aleatoriamente em 3 grupos: grupo controle, alongamento passivo e alongamento ativo. Foram 18 indivíduos para cada grupo, cada um contendo 9 homens e 9 mulheres.	Alongamento Passivo: o examinador de forma passiva estendeu o joelho dos participantes, que estavam em decúbito dorsal e com 90° de flexão do quadril. Foi realizado por 3 séries de 10 segundos com intervalo de 10 segundos. Alongamento Ativo: participantes em decúbito dorsal, estenderam de forma ativa o próprio joelho. Foi realizado por 3 séries de 10 segundos com intervalos de 10 segundos.	Testes: Extensão Ativa do Joelho	O alongamento passivo obteve maior ganho na flexibilidade dos isquiotibiais em comparação ao alongamento ativo. Teste EAJ em AP ADM média ganha: 15,8°
Castellote YC, et al. (2014)	120 participantes saudáveis com idade média de 33,4 ± 7,4 anos. Foram distribuídos em 3 grupos de 40 indivíduos: Alongamento, Técnica de Deslizamento Neurodinâmico e Grupo Controle.	Alongamento Passivo Estático: participante em decúbito dorsal, foi posicionado por um pesquisador na posição do teste de elevação da perna estendida, sem o participante sentir dor ou desconforto até seu ponto de resistência ao movimento. O alongamento foi realizado por 5 séries de 30 segundos. Técnica de Deslizamento Neurodinâmico: participante recebeu deslizamento neurodinâmico do nervo ciático em decúbito dorsal. Foi feita flexão simultânea de quadril, joelho e dorsiflexão de tornozelo, em seguida, extensão do quadril, do joelho e flexão plantar de tornozelo mantendo o pescoço e tórax do indivíduo em flexão. Esse método foi realizado por 180 segundos. Técnica Placebo: foi executado mobilizações passivas das articulações intrínsecas do pé nos participantes do grupo controle. Foi realizada por 180 segundos.	Instrumentos: Goniômetro. Testes: Elevação da Perna Estendida.	A técnica de deslizamento neurodinâmico obteve maior ganho de flexibilidade dos isquiotibiais em comparação ao alongamento passivo. Teste EPE em TDN ADM média ganha: 9,86°
Tavella MN, et al. (2014)	45 participantes do sexo feminino com idade média de 20,45 ± 1,66, distribuídas em 3 grupos de 15 indivíduos em cada: grupo estático, grupo FNP e grupo controle.	Alongamento Estático: o quadril do participante foi flexionado pelo avaliador mantendo o joelho estendido. O alongamento foi realizado por 5 séries de 30 segundos (intervalo de 30 segundos entre cada série). Alongamento FNP: o quadril do participante foi flexionado pelo avaliador mantendo o joelho estendido. Foi mantido 5 segundos de contração isométrica e em seguida mais 10 segundos de alongamento durante o relaxamento dos músculos. O alongamento foi realizado 5 séries de 30 segundos (intervalo de 30 segundos entre cada série).	Instrumentos: Banco de Wells. Testes: Sentar e Alcançar; Ângulo Poplíteo.	O alongamento FNP obteve maior ganho de flexibilidade, porém, não houve diferenças significativas no ganho de flexibilidade entre o alongamento estático. Teste AP no FNP ADM média ganha: 10,07°

Estudo	Amostras	Protocolos de intervenção	Protocolos de avaliação	Resultados
Morcelli MH, et al. (2013)	23 participantes, sendo 16 do sexo feminino e 7 do sexo masculino com idade entre 18 e 25 anos.	Foi realizado três técnicas de alongamento em todos os participantes uma em cada sessão com intervalo de 7 dias entre cada sessão, sendo realizada uma avaliação antes e depois de cada alongamento. Alongamento Estático: o quadril do participante foi flexionado pelo avaliador mantendo o joelho estendido. O alongamento foi realizado por 5 séries de 30 segundos (intervalo de 30 segundos entre cada série). Alongamento Contrain-Relaxar: o quadril do participante foi flexionado pelo avaliador mantendo o joelho estendido. O alongamento foi realizado por 5 séries de 30 segundos, mantendo 5 segundos de contração isométrica e 10 segundos de alongamento por duas vezes em cada série. Alongamento Balístico: seguidos movimentos de flexão e extensão do quadril mantendo o joelho em extensão.	Testes: Sentar e Alcançar; Ângulo Poplíteo.	O alongamento FNP de contrair-relaxar teve maior ganho imediato da flexibilidade nos isquiotibiais, sem diferença significativa para o alongamento balístico. Teste SA no ACR: ADM média ganha: 2,17 cm Teste AP no ACR: ADM média ganha: 8,75°
Muyor JM, et al. (2012)	58 participantes do sexo feminino com idade média de 44,23 ± 8,87 anos. Foram divididas em 2 grupos: grupo experimental e grupo controle.	O protocolo durou 12 semanas, sendo realizado 3 sessões por semana. Alongamento Estático: foi realizado de forma lenta até a amplitude final do movimento, em seguida mantido por 20 segundos em 3 posições: ortostática, sentada e supina.	Instrumentos: Goniômetro. Testes: Elevação Perna Estendida; Toque dos Dedos.	O alongamento estático apresentou um aumento significativo na flexibilidade dos isquiotibiais. Teste EPE em AE ADM média ganha: 4,99° Teste TD em AE: ADM média ganha: 4,59 cm

Legenda: EPE - Elevação da perna estendida; AMD - Amplitude de movimento; EPJ - Extensão passiva do joelho; AD - Alongamento Dinâmico; FNP - Facilitação neuromuscular proprioceptiva; AP - Ângulo Poplíteo; AE - Alongamento Estático; AS - Sentar e Alcançar; ACR - Alongamento contrair-relaxar; AP - Ângulo poplíteo; TME - Técnica músculo energética; TD - Toque dos dedos; EAJ - Extensão ativa do joelho; AP - Alongamento Passivo; TDN - Técnica de deslizamento neurodinâmico.
Fonte: Silva DS, et al., 2023.

No **Quadro 2** estão descritos os resultados da avaliação da qualidade metodológica dos trabalhos analisados. Segundo o instrumento PEDro, nove estudos foram considerados de alta qualidade metodológica.

Quadro 2 - Avaliação da qualidade metodológica pela escala PEDro dos estudos selecionados.

ESTUDOS	ITENS DA ESCALA PEDRO											PONTUAÇÃO TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Jeong ED, et al.	*	X	X			X	X	X	X	X	X	8
Brito CN, et al.	*	X		X				X	X	X	X	6
Park S, et al.	*	X		X				X	X	X	X	6
Alshammari F, et al.	*	X		X	X		X	X	X	X	X	8
Iwata M, et al.	*		X	X				X	X	X	X	6
Demoulin C, et al.	*	X		X					X	X	X	5
Nishikawa Y, et al.	*	X		X			X	X	X	X	X	7
Castellote YC, et al.	*	X		X	X	X	X	X	X	X	X	9
Tavella MN, et al.	*			X				X	X	X	X	5
Morcelli MH, et al.	*			X	X			X	X	X	X	6
Muyor JM, et al.	*	X		X				X	X	X	X	6

Legenda: *Critério não pontuado segundo recomendações da escala PEDro; X – Critério pontuado.

Fonte: Silva DS, et al., 2023.

DISCUSSÃO

De acordo com as evidências analisadas nesta revisão, foi constatado que todos os alongamentos foram capazes de desenvolver ganho de flexibilidade nos isquiotibiais. Entretanto, não foi possível realizar uma comparação do ganho de amplitude de movimento (ADM) entre todos os alongamentos por conta da falta de homogeneidade entre os métodos de avaliação que os pesquisadores utilizaram, impedindo de ser realizado uma comparação fidedigna de todas as medidas, porque foram colhidas por testes e/ou instrumentos diferentes.

Apesar de que todos os estudos constataram que os alongamentos utilizados foram eficazes para a obtenção de flexibilidade dos isquiotibiais, é possível notar diferenças significativas entre seus resultados, quando comparado aos métodos mais eficazes de cada estudo entre si que utilizaram os mesmos testes.

Ao realizar-se uma segregação dos estudos em grupos de mesmo teste, foi possível comparar os ganhos de amplitude de movimento e flexibilidade entre os melhores alongamentos dos estudos de mesmo grupo, levando a encontrar o alongamento mais eficaz dentre esses grupos. Totalizando foram utilizados cinco testes diferentes entre os estudos, o que resulta em cinco grupos de testes para o presente estudo.

Entre os estudos selecionados, 4 foram submetidos ao teste de elevação da perna estendida (EPE) (DEMOULIN C, et al., 2016; JEONG ED, et al., 2022; CASTELLOTE-CABALLERO Y, et al., 2014; MUYOR JM, et al., 2012), sendo que a ativação do quadríceps após alongamento passivo do estudo de Alshammari F, et al. (2019) foi o método que obteve maior ganho de flexibilidade dos isquiotibiais, alcançando uma média do ganho de ADM de 13,4°. Acredita-se que esse resultado foi alcançado graças a combinação das duas técnicas de alongamento, já que o alongamento estático gera alterações elásticas no comprimento da unidade músculo-tendínea, enquanto realizando a ativação do quadríceps aciona o mecanismo de inibição recíproca, um fator neurofisiológico que em reposta a contração de um grupo muscular, acaba inibindo o grupo antagonista, facilitando o alongamento da unidade músculo-tendínea da musculatura agonista (ALSHAMMARI F, et al., 2019).

Nos estudos realizados por Morcelli MH, et al. (2013) e Park S, et al. (2020) foram utilizados o teste de sentar e alcançar (SA), onde a técnica músculo energética do estudo de Brito CN, et al. (2020) teve maior ganho de flexibilidade dos isquiotibiais, alcançando a média entre os participantes de 12,34 centímetros a mais comparado com a flexibilidade inicial. O princípio neurofisiológico que promove a inibição recíproca que pode justificar o fato de a técnica músculo energética ter sido melhor para o ganho de flexibilidade, além de que esse estudo aplicou esse método duas vezes por semana, diferente do estudo da Morcelli MH, et al. (2013), que aplicou seus alongamentos somente a cada 7 dias.

Nos estudos Park S, et al. (2020) e Nishikawa Y, et al. (2015) foram utilizados o teste de extensão ativa do joelho (EAJ). No qual o alongamento passivo do estudo de Nishikawa Y, et al. (2015) foi mais eficaz do que a facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) do estudo de Park S, et al. (2020), tendo a média de 15,8° de ADM aumentada entre os participantes. Enquanto o alongamento FNP obteve somente o ganho de ADM média de 5,7°. Um fator que pode ter prejudicado o estudo de Park S, et al. (2020) no ganho de flexibilidade foi ter aplicado somente alongamento FNP em baixas intensidades. Embora em seu estudo relatar que o alongamento sendo realizado em uma alta intensidade pode aumentar a probabilidade de dano muscular, porém cabe ainda investigar se o alongamento FNP sendo realizado em uma intensidade moderada pode ser mais vantajoso.

Ambos os estudos aplicaram o alongamento nos participantes somente em sessão única, sendo um dos maiores pontos negativos nos estudos que verificam os efeitos da flexibilidade após um alongamento, já que a maioria não verifica os seus efeitos crônicos. O estudo de Park S, et al. (2020) verificou os efeitos do alongamento ao decorrer de 15 minutos após sua aplicação, realizando medidas imediatamente pós-alongamento, após em 3, 6, 9, 12 e 15 minutos, juntamente com a execução do toque de dedo do pé em pé em cada tempo de medida para verificar se dessa forma era mantido o ganho da flexibilidade, o que revelou que o toque de dedo do pé em pé após o alongamento de FNP é muito eficaz para estender a duração da flexibilidade nos isquiotibiais. Nishikawa Y, et al. (2015) em seu estudo, verificou que os participantes do grupo de alongamento ativo não atingiram relaxamento muscular antagonista, já que foi necessária uma contração simultânea dos músculos agonistas e antagonistas para manter a posição de alongamento, diferente do grupo que recebeu alongamento passivo. Entretanto, mesmo tendo sido melhor do que o alongamento ativo para aumentar a flexibilidade dos isquiotibiais, ele é prejudicial para o desempenho muscular. Em contraste, o alongamento ativo pode melhorar o desempenho muscular e a função motora (SIMIC L, et al., 2013; FAIGENBAUM AD, et al., 2006).

Nos estudos de Morcelli MH, et al. (2013) e Tavella NM, et al. (2014) foi realizado o teste do ângulo poplíteo (AP). O alongamento FNP realizado no estudo de Tavella NM, et al. (2014), teve uma média de 10,07° no ganho de ADM em seus participantes, sendo melhor quando comparado ao alongamento de FNP de contrair-relaxar do estudo da Morcelli MH, et al. (2013), que obteve 8,75° de média do ganho de ADM. A execução dos dois métodos de alongamento FNP foram praticamente idênticos, consistindo em cinco ciclos de cinco segundos de contração e dez segundos de alongamento, repetidos por duas vezes seguidas, havendo diferença somente no tempo de intervalo entre os ciclos.

Essa discordância nos resultados pode ser justificada também pela diferença na quantidade e sexo dos participantes e pela diferença na frequência de sessões de alongamento feito por semana. O estudo de Morcelli MH, et al. (2013) teve um número moderado de participantes, sendo somente do sexo feminino. Foram realizadas 3 sessões de alongamento por semana e o intervalo entre um ciclo de alongamento e outro era somente de 10 segundos, enquanto no estudo da Morcelli MH, et al. (2013) foram poucos participantes recrutados e eram de ambos os sexos, as sessões eram realizadas somente uma vez por semana e tinha um intervalo de 30 segundos entre os ciclos de alongamento. Esses achados demonstram que o alongamento FNP sendo realizado com mais frequência na semana e em um intervalo menor é mais eficaz para o ganho de flexibilidade. Porém falta investigar melhor se esses efeitos do alongamento podem ser diferentes de acordo com cada sexo.

Por fim, os estudos de Iwata M, et al. (2019) e Demoulin C, et al. (2016) escolheram o teste extensão passiva do joelho (EPJ) para sua avaliação, onde o alongamento estático passivo mais FNP do estudo de

Demoulin C, et al. (2016) teve maior ganho de flexibilidade, obtendo média de ganho de ADM de 11,0°. Já o alongamento dinâmico do estudo de Iwata M, et al. (2019) alcançou o ganho médio de ADM de 7,6°. Demoulin C, et al. (2016) em seu estudo utilizou mais de uma técnica de alongamento o que pode contribuir para o melhor ganho de flexibilidade e seu protocolo teve uma duração maior do que o de Iwata M, et al., (2019). Os autores concluíram que não há influência ao diferenciar a articulação a ser alongada e observaram que a maioria dos participantes tinham uma limitação neurodinâmica e não muscular, o que pode influenciar de maneira negativa os resultados de um protocolo de alongamento.

Em média todos os alongamentos estáticos desse estudo tiveram resultados de ganho de ADM inferiores aos demais alongamentos. A maioria dos estudos em seus achados demonstraram que os alongamentos de FNP são mais eficazes para o ganho imediato de ADM ao compará-lo com outras técnicas, porém, no estudo de Morcelli MH, et al. (2013), sugere-se que somente o alongamento estático é capaz de manter o ganho de ADM por longos períodos.

Várias teorias são levantadas para explicar o aumento da ADM após a execução de um alongamento. Alguns dos estudos incluídos nessa revisão, sugerem algumas hipóteses para explicar o mecanismo pelo qual o alongamento gera a flexibilidade. Jeong ED, et al. (2021), por exemplo, citam em seu estudo que o efeito da flexibilidade muscular se dá pelo relaxamento da unidade músculo-tendínea o que gera o aumento do comprimento muscular. Já Demoulin C, et al. (2016) relata em seu estudo a relação do aumento da ADM que é devido ao aumento do número de sarcômeros após um certo período de imobilização em uma posição de alongamento muscular, concordando com o estudo de Reis FJJ e Macedo AR (2015), no qual menciona que a limitação dos movimentos em posições que causam o encurtamento de um músculo, ocasiona a redução do número de sarcômeros, levando ao encurtamento muscular. Holzman CW e Peter SM (2010) por outro lado, explica a “teoria sensorial” proposta em seu estudo, no qual afirma que a flexibilidade muscular e sua resposta ao alongamento súbito está mais relacionada com a percepção ou sensação modificada de alongamento ou de dor do que os efeitos biomecânicos do próprio tecido muscular.

A lombalgia é fator importante que pode estar relacionado ao encurtamento dos isquiotibiais, um estudo realizado por Alshammari F, et al. (2019) demonstra que a redução da flexibilidade dos isquiotibiais tem uma forte relação com o desenvolvimento de dor lombar. Entretanto, outro estudo de Borges KCT, et al., (2013), do mesmo ano, porém com uma amostra menor, obteve resultados controversos, onde não foi encontrado correlação significativa do encurtamento de isquiotibiais com a dor lombar. A lombalgia é um distúrbio doloroso multifatorial que pode causar a incapacidade do indivíduo de realizar suas atividades diárias, sendo uma das principais causas de anos vividos com incapacidade, promovendo o afastamento de trabalhadores de suas funções (BORGES KCT, et al., 2013; MORCELLI MH, et al., 2013; REIS FJJ e MACEDO AR, 2015).

Outro fator importante a se considerar, é a influência dos tecidos neurais sobre o alongamento dos isquiotibiais. Demoulin C, et al. (2016) comenta em seu estudo que ao elevar uma perna com o joelho estendido provoca estresse sobre os tecidos neurológicos, o que corrobora com o estudo de McHugh MP, et al. (2012), onde conclui que a extensibilidade dos tecidos neurais pode limitar a flexibilidade dos isquiotibiais. Jeong ED, et al. (2022) verificou a influência dos efeitos do alongamento FNP e alongamento estático dos isquiotibiais na movimentação cervical, seus achados provam que a flexibilidade dos isquiotibiais melhora significativamente o ângulo craniovertebral e a amplitude de movimento da coluna, demonstrando uma influência entre a flexibilidade dos isquiotibiais com as estruturas nervosas, explicando que o sistema nervoso está alinhado com a dura-máter, a qual está ligada aos músculos suboccipitais, essa ligação se chama ponte midural, o que pode explicar uma conexão entre a coluna cervical e os músculos isquiotibiais.

A falta de homogeneidade devido às diversas diferenças entre todos os estudos como a população (aspectos fisiológicos, idade, peso, altura, flexibilidade inicial), avaliação (testes e instrumentos) e os parâmetros dos programas de alongamento (tipo de alongamento, sua frequência, duração e intensidade) impedem a realização de uma comparação exata pela falta de concordância entre esses quesitos, sendo essa maior limitação de nosso estudo. Futuros estudos devem realizar pesquisas que atendam melhor o critério de homogeneidade e especificidade entre as condições citadas, para haver melhores comparações e alcançarem resultados mais precisos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos analisados nessa revisão sistemática revelam, por fim, que todos os alongamentos foram capazes de desenvolver ganho imediato de flexibilidade nos músculos isquiotibiais, sendo vantajoso utilizá-los para ter bons resultados. Entretanto, a maioria dos alongamentos estáticos investigados, tiveram resultados inferiores aos demais alongamentos e a maioria dos estudos em seus achados demonstraram que os alongamentos de FNP foram mais eficazes em comparação com os demais alongamentos. Apesar dos resultados serem positivos, ainda há uma grande escassez de estudos que façam a comparação de alongamentos realizando uma homogeneidade dos protocolos de intervenção e avaliação com populações mais específicas para alcançarmos resultados mais conclusivos. Ainda é possível afirmar com nosso estudo que as estruturas nervosas relacionadas com o músculo isquiotibial tem grande influência sobre a sua flexibilidade, além de que possui uma influência indireta sobre o desenvolvimento da lombalgia, sendo necessário mais estudos que comprovem sua influência direta sobre esse distúrbio doloroso.

REFERÊNCIAS

1. ALSHAMMARI F, et al. A novel approach to improve hamstring flexibility: A single-blinded randomised clinical trial. *South African Journal of Physiotherapy*, 2019; 75(1): 465.
2. BORGES KCT, et al. Avaliação da dor lombar correlacionada ao encurtamento dos isquiotibiais em docentes de uma instituição de Ensino Superior. *Rev Soc Bras Clin Med*, 2017; 15(1): 21-6.
3. BRITO CN, TRINDADE K. Efeitos de duas técnicas de alongamentos no ganho de flexibilidade de cadeia posterior em mulheres sedentárias. *Fisioterapia Brasil*, 2020; 21(1): 3-7.
4. CASTELLOTE-CABALLERO Y, et al. Immediate Effects of Neurodynamic Sliding versus Muscle Stretching on Hamstring Flexibility in Subjects with Short Hamstring Syndrome. *J Sports Med (Hindawi Publ Corp)*, 2014; 2014: 127471.
5. DEMOULIN C, et al. A comparison of two stretching programs for hamstring muscles: A randomized controlled assessor-blinded study. *Physiotherapy Theory and Practice An International Journal of Physiotherapy*, 2016; 32(1): 53-62.
6. FAIGENBAUM AD, et al. Dynamic warm-up protocols, with and without a weighted vest, and fitness performance in high school female athletes. *J Athl Train*, 2006; 41(4): 357-363.
7. GRAEFF GK, ROBERTO MS. Anatomia do sistema locomotor e atlas fotográfico do sistema esquelético. UPF editora; 2013.
8. HOLZMAN CW, PETER SM. Increasing muscle extensibility: a matter of increasing length or modifying sensation?. *Physical Therapy*, 2010; 90(3): 438-449.
9. IWATA M, et al. Dynamic Stretching Has Sustained Effects on Range of Motion and Passive Stiffness of the Hamstring Muscles. *Journal of Sports Science and Med*, 2019; 18(1): 13-20.
10. JEONG ED, et al. Immediate effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching of hamstring muscles on straight leg raise, craniovertebral angle, and cervical spine range of motion in neck pain patients with hamstring tightness: A prospective randomized controlled trial. *J Back Musculoskelet Rehabil.*, 2022; 35(2): 429-438.
11. LÓPEZ-MINARRO PA, et al. Acute effects of hamstring stretching on sagittal spinal curvatures and pelvic tilt. *J Hum Kinet.*, 201; 31: 69-78.
12. MASOOD K, et al. Comparison between dynamic oscillatory stretch technique and static stretching in reduced hamstring flexibility in healthy population: A single blind randomized control trial. *JPak Med Assoc.*, 2020; 0(11): 1908-1912.
13. MCHUGH MP, et al. The role of neural tension in hamstring flexibility. *Scand J Med Sci Sports*, 2012; 22(2): 164-9.
14. MORCELLI MH, et al. Comparação do alongamento estático, balístico e contrair-relaxar nos músculos isquiotibiais. *Fisioterapia e Pesquisa*, 2013; 20(3): 244-249.
15. MUYOR JM, et al. Effect of stretching program in an industrial workplace on hamstring flexibility and sagittal spinal posture of adult women workers: a randomized controlled trial. *J Back Musculoskelet Rehabil.*, 2012; 25(3): 161-169.
16. NISHIKAWA Y, et al. Immediate effect of passive and active stretching on hamstrings flexibility: a single-blinded randomized control trial. *J Phys Ther Sci.*, 2015; 27(10): 3167-70.
17. PARK S e LIM W. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching at low-intensities with standing toe touch on developing and maintaining hamstring flexibility. *J Bodyw Mov Ther.*, 2020; 24(4): 561-567.
18. REIS FJJ, MACEDO AR. Influence of hamstring tightness in pelvic, lumbar and trunk range of motion in low back pain and asymptomatic volunteers during forward bending. *Asian Spine*, 2015; 9(4): 535-540.
19. SADLER SG, et al. Restriction in lateral bending range of motion, lumbar lordosis, and hamstring flexibility predicts the development of low back pain: A systematic review of prospective cohort studies. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2017; 18(1): 179.
20. SIMIC L, et al. Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? A meta-analytical review. *Scand J Med Sci Sports*, 2013; 23(2): 131-148.
21. TAVELLA NM, et al. Assessment and comparison of the effects of two techniques on hamstring flexibility. *Fisioter mov*, 2014; 27(4): 583-589.