

**Escola Superior de Saúde  
Instituto Politécnico do Porto**

**Daniela Ferreira Hilário**

**Efeitos da mobilização pósterio anterior unilateral da  
coluna lombar na extensibilidade neural e muscular  
dos isquiotibiais bilateralmente**

Dissertação submetida à Escola Superior de Saúde para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia – Opção Terapia Manual Ortopédica, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Elisa Rodrigues, Professora Adjunta, da Área Técnico-Científica de Fisioterapia (ATCFT).

**Novembro de 2017**



# Efeitos da mobilização póster anterior unilateral da coluna lombar na extensibilidade neural e muscular dos isquiotibiais bilateralmente

Daniela Hilário<sup>1</sup>, Elisa Rodrigues<sup>2</sup>, Carlos Crasto<sup>2</sup>, Isabel Bessa<sup>2</sup>  
ft.danielahilario@gmail.com, edr@ess.ipp.pt, cbc@ess.ipp.pt, imb@ess.ipp.pt

<sup>1</sup>ESS-P. Porto – Escola Superior de Saúde, Politécnico do Porto

<sup>2</sup>ATCFT – Área Técnico-Científica da Fisioterapia

## Resumo

**Introdução:** são escassos os estudos que analisem a relação entre a mobilização póster anterior (PA) unilateral da coluna lombar com a extensibilidade neural e muscular dos isquiotibiais. Apesar de se saber que existe uma relação significativa entre os fatores descritos, desconhece-se ainda os efeitos que ocorrem após 72h da mobilização, bem como o que essa técnica provoca ao membro contralateral. **Objetivos:** estudar os efeitos da mobilização unilateral PA zigoapofizária de T12/L1 a L5/S1 em ambas as componentes dos isquiotibiais (muscular e neural) logo depois da mobilização e com um *follow-up* até às 72h. Aferir os efeitos da mobilização lombar unilateral nos isquiotibiais contralaterais. **Métodos:** estudo prospetivo do tipo experimental, numa amostra de 26 indivíduos (19 a 35 anos), distribuídos aleatoriamente em dois grupos (experimental – GE – e controlo – GC). Foi constituído por 4 momentos de avaliação, antes da aplicação da técnica (M0), resultados imediatos (M1) e *follow-up* de 24 (M2) e 72h (M3) após a técnica de mobilização grau III de Maitland das articulações zigoapofisárias T12/L1 a L5/S1. Recorreu-se ao SLR para medir a extensibilidade neural (ICC 0,93-0,97). Para a extensão passiva do joelho de forma a medir a extensibilidade muscular dos isquiotibiais utilizou-se o PKE (ICC 0,91-0,98). Recorreu-se a um inclinómetro para medir as amplitudes de movimento. Efetuou-se o SLR e o PKE bilateralmente. Foi utilizado o teste t para amostras independentes, o teste t para amostras emparelhadas e o teste ANOVA de medidas repetidas para  $\alpha=0,05$ . **Resultados:** no PKE não se observaram diferenças significativas no que toca à comparação entre momentos. Já no SLR observaram-se diferenças significativas nos dois grupos entre os momentos, sendo que em ambos os grupos o M0 foi sempre menor que os outros momentos ( $p<0,05$ ), e no membro ipsilateral do GE, M1 ainda foi menor que M2 ( $p=0,034$ ). Nem no PKE nem no SLR foram observadas diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos momentos. Contudo, no SLR, notam-se diferenças significativas entre os dois grupos nos vários momentos quando comparados com M0, em ambos os membros ( $p<0,001$ ). No PKE existe uma diferença significativa entre os grupos do momento M0 para M1 ( $p=0,047$ ), notando-se sempre uma tendência decrescente em ambos os membros, mais acentuada no GE. **Conclusão:** neste estudo uma mobilização PA unilateral grau III a uma frequência de 2Hz nos níveis T12/L1 a L5/S1, durante 30 segundos por articulação, resultou num aumento imediato na média do SLR e do PKE bilateralmente. Esse aumento manteve-se durante 72h.

**Palavras-chave:** Mobilização lombar; SLR; PKE, isquiotibiais.

## Abstract

**Background:** there are only a few papers studying the relationship between unilateral PA mobilization of the lumbar spine with neural and muscular extensibility of the hamstrings. Although this relationship is known, there is a lack of knowledge on the effects occurring in the hamstrings 72 hours after the lumbar spine mobilization. Also, the effects of the mobilization in the contralateral limb are still unknown. **Aims:** to study the effects of unilateral PA mobilization of T12/L1 to L5/S1 on both hamstring components (muscular and neural) immediately after mobilization and with a 72 hour follow-up. Also, the purpose of this study was to assess the effects of unilateral lumbar mobilization on the contralateral hamstrings. **Methods:** prospective experimental study, in a sample of 26 individuals (19-35 years old), randomly assigned in two groups (experimental and control). The study was composed by 4 moments of evaluation: before the application of the technique (M0), immediate results (M1) and follow-up of 24 (M2) and 72h (M3) after Maitland's mobilization of the zygapophysial joints T12/L1 to L5/S1. The SLR was used to measure neural extensibility (ICC 0.93-0.97). For the passive extension of the knee, in order to measure the muscle extensibility of the hamstrings, PKE was used (ICC 0.91-0.98). An inclinometer was used to measure the ranges of motion. The SLR and the PKE were performed bilaterally. Statistical analysis was performed with a significance level of 0,05. It was used the t test for independent sample, the repeated measures ANOVA test and a t-test for paired samples. **Results:** in PKE, no significant differences were observed regarding the comparison between moments. Furthermore, in the SLR, significant differences were detected in the two groups between the moments. In both groups the M0 was always smaller than in the other 3 moments ( $p < 0,05$ ), and, in the ipsilateral limb of the experimental group, M1 was also smaller than M2 ( $p = 0,034$ ). Neither in the PKE nor in the SLR were detected any significant differences between groups at any time. However, in the SLR, there were significant differences between the two groups in M1, M2 and M3 when compared with M0 in both limbs ( $p < 0,001$ ). In PKE there was observed a significant difference between the groups from M0 to M1 ( $p = 0,047$ ), always showing a decreasing trend in both limbs, more significant in the experimental group. **Conclusion:** in this study a unilateral PA mobilization grade III at a frequency of 2Hz at the zygapophysial joints T12/L1 to L5/S1, for 30 seconds in each joint, resulted in an immediate increase in the mean of the SLR and the PKE bilaterally. This increase was maintained for 72 hours.

**Key words:** Lumbar mobilization; SLR; PKE, hamstrings.

## 1 Introdução

A mobilização articular é uma técnica utilizada para diminuir a dor e aumentar a amplitude de movimento articular. As técnicas de Maitland enfatizam os movimentos acessórios passivos e são, possivelmente, as técnicas de mobilização mais comumente utilizadas (Kahanov e Kato, 2007).

O uso da mobilização passiva intervertebral tem vindo a ser defendida como um método para avaliar a rigidez articular, bem como para tratar desordens a nível vertebral. A mobilização pósterio anterior (PA) da coluna é frequentemente utilizada para avaliar a mobilidade vertebral, e envolve a aplicação de força a um único processo espinhoso ou

transverso, com o indivíduo na posição de decúbito ventral. Esta técnica avalia a mobilidade passiva, estudando indiretamente a integridade das estruturas periarticulares (disco, cápsula e ligamentos) (Kulig *et al.*, 2004).

Alguns autores têm vindo a estudar a relação entre a mobilização PA unilateral na coluna lombar com a extensibilidade neural e muscular dos isquiotibiais, uma vez que este grupo muscular é dos mais complexos, a nível funcional, do corpo humano e uma lesão a este nível sem um tratamento apropriado tem tendência a cicatrizar lentamente, podendo levar a recidivas (Turl *et al.*, 1998).

Começando pela componente neural dos isquiotibiais, é de salientar os estudos realizados por Perry e Green (2008), Szlezak *et al.* (2011) e Ganesh *et al.* (2015). Perry e Green (2008) verificaram que as mobilizações PA de grau III efetuadas unilateralmente na articulação zigoapofisária L4/L5 a uma frequência de 2Hz induzem alterações no sistema nervoso simpático (determinadas por medição da condutância da pele) no membro inferior ipsilateral à mobilização. No segundo estudo mencionado (Szlezak *et al.*, 2011), foi analisado o efeito da mobilização PA zigoapofisária unilateral da coluna lombar na neurodinâmica da cadeia posterior. Estes autores aplicaram uma mobilização oscilatória unilateral, grau III (movimento de grande amplitude dentro da resistência) de Maitland, com uma frequência de 2Hz nas articulações zigoapofisárias T12/L1, L1/L2, L2/L3, L3/L4, L4/L5, e L5/S1 durante 30 segundos por articulação, o que resultou num aumento da média do ângulo do SLR do mesmo lado, imediatamente após a aplicação da técnica, comparando com o grupo controlo, onde era aplicado o *stretching* ( $p < 0,001$ ). Ainda, Ganesh *et al.* (2015), avaliaram os efeitos imediatos e também 24 horas após a aplicação da técnica (mobilização das articulações zigoapofisárias da coluna lombar) na componente neural dos isquiotibiais em sujeitos saudáveis, concluindo que a técnica supracitada aumenta significativamente a extensibilidade neural da cadeia posterior e esses resultados são mantidos durante 24 horas. Ganesh *et al.* (2015) também recorreram ao SLR como forma de avaliar a extensibilidade neural da cadeia posterior.

O SLR passivo é provavelmente o teste clínico mais comumente utilizado para testar o comprimento/extensibilidade dos isquiotibiais. Apesar do SLR poder ser influenciado por outras estruturas que não os isquiotibiais (como a fáscia ou nervos periféricos), estudos realizados sobre a extensibilidade/comprimento dos isquiotibiais indicaram que este é um teste indireto válido para a extensibilidade neural dos isquiotibiais (Gajdosik *et al.*, 1993).

A atividade muscular provocada durante o SLR é necessária para produzir um mecanismo de proteção de forma a restringir movimentos futuros e para prevenir a lesão

nervosa devido a um excesso de *stretching* (Hall *et al.*, 1998). Num estudo realizado por Boyd *et al.* (2009) o objetivo foi determinar a quantidade de amplitude de movimento da anca e de ativação muscular durante o SLR com e sem dorsiflexão da tibiotársica, tanto na primeira resposta à dor/sintoma como no máximo tolerado da mesma. A amplitude de flexão da anca foi reduzida durante a dorsiflexão da tibiotársica. Na dorsiflexão também se observou uma ativação muscular distal.

Até à data de elaboração do presente estudo apenas um artigo verificou a relação da mobilização PA unilateral zigoapofizária lombar com as vertentes neural e muscular dos isquiotibiais. Esse estudo apresenta algumas limitações (como um n amostral reduzido e uma população demasiado específica), contudo foi o único método de comparação de resultados para a componente muscular dos isquiotibiais. Esse estudo, realizado por Chesterton *et al.* (2016) em atletas de futebol, demonstrou uma melhoria na extensibilidade neural e muscular dos isquiotibiais imediatamente após uma mobilização em L4/L5, quando comparada com um grupo controlo. Os autores mencionados recorreram ao SLR para avaliar a extensibilidade neural dos isquiotibiais, e ao *passive knee extension* (PKE) para aferir a componente muscular desse grupo muscular. O PKE é desenhado para minimizar o movimento pélvico associado, para ter um final fixo de teste, e para ser conveniente e rapidamente executado (Neto *et al.*, 2014).

Sendo assim, o presente estudo utiliza as sugestões dos autores supracitados (Perry e Green, 2008; Szlezak *et al.*, 2011; Ganesh *et al.*, 2015; Chesterton *et al.*, 2016), e tem como objetivo estudar os efeitos da mobilização PA unilateral em T12/L1, L1/L2, L2/L3, L3/L4, L4/L5, e L5/S1 nas componentes muscular e neural dos isquiotibiais a curto (logo depois da mobilização e 24h após a mesma) e médio prazo (72h após a técnica), bem como analisar os efeitos da mobilização lombar unilateral nos isquiotibiais contralaterais, de forma a concluir se é possível conseguir algum aumento de extensibilidade à distância dos sintomas.

## **2 Métodos**

### **2.1 Desenho de estudo**

Foi realizado um estudo prospetivo do tipo experimental, constituído por 4 momentos de avaliação, antes da aplicação da técnica (M0), resultados imediatos (M1) e *follow-up* de 24 (M2) e 72h (M3) após a técnica de mobilização PA unilateral (direita) das articulações zigoapofisárias T12/L1, L1/L2, L2/L3, L3/L4, L4/L5 e L5/S1.

Investigou-se os efeitos da técnica de mobilização grau III de Maitland na extensibilidade neural e muscular dos isquiotibiais, bilateralmente.

## 2.2 Amostra

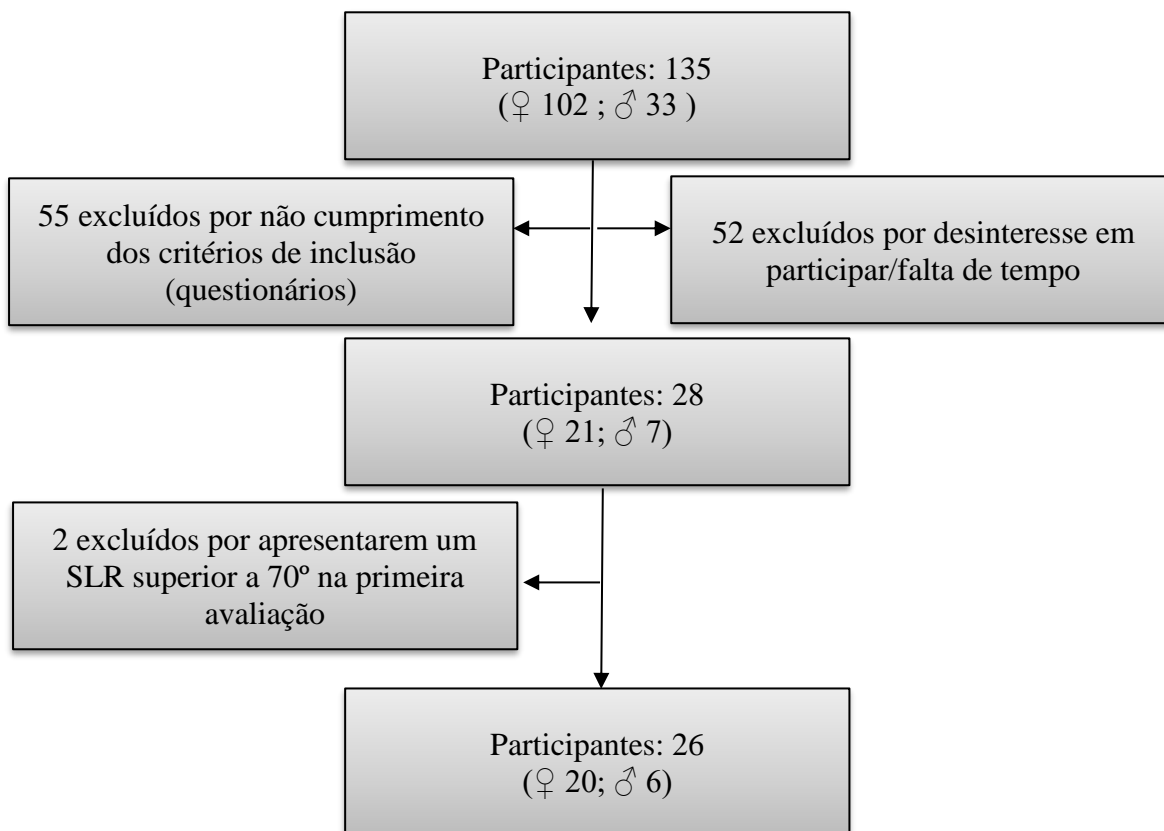
Para o cálculo do tamanho amostral foi determinado como objetivo verificar as diferenças entre os dois grupos do momento M0 para o M3 no SLR ipsilateral à mobilização. Assim, numa fase inicial, com apenas 6 estudantes por grupo, verificou-se que para um poder de 0,8, um nível de significância de 0,05 e um *effect size* de 0,75, seria necessário um tamanho amostral de 16 indivíduos (8 em cada grupo). Tendo em consideração possíveis desistências ao longo dos momentos, foram recolhidos os dados em 5 pessoas a mais por grupo do que o necessário.

A seleção dos indivíduos da amostra foi feita entre os alunos da licenciatura e do mestrado em Fisioterapia da Escola Superior de Saúde do Porto, de ambos os sexos, que aceitaram participar no presente estudo, através do preenchimento de uma declaração de consentimento informado e de um questionário.

Foram incluídos no estudo indivíduos com amplitudes articulares normais da anca, joelho e tornozelo, capazes de adotar a posição de decúbito ventral (Ganesh *et al.*, 2015) e com diminuição da extensibilidade dos isquiotibiais bilateral. Como critérios de exclusão foram delineados, historial de qualquer anomalia neurológica ou sintomas neurológicos presentes, cirurgias à coluna e/ou aos membros inferiores (Ganesh *et al.*, 2015), diabetes mellitus, uma vez que Boyd *et al.* (2010) chegou à conclusão que pessoas com esta doença têm respostas limitadas no teste do SLR, e podem estar em risco de lesão. Foram, ainda, excluídos os participantes com dor lombar e/ou na anca no momento da avaliação, bem como os indivíduos que apresentaram qualquer contraindicação à mobilização (Maitland *et al.*, 2005). Foram eliminados os participantes com mais de 70° no SLR na primeira avaliação, de forma a prevenir a limitação da amplitude de movimento pela lombar ou a sacroilíaca (Szlezack *et al.*, 2011). Por fim, também se eliminou os sujeitos com dor na coluna lombar/membros inferiores por três dias consecutivos nos últimos 6 meses (Boyd *et al.*, 2009).

Dos 135 alunos que se disponibilizaram a participar no estudo, preenchendo o questionário, foram excluídos 55 por não cumprirem os critérios de elegibilidade e 52 por não mostrarem interesse em continuar o presente estudo. Foram ainda excluídos 2 estudantes por terem mais de 70° de amplitude de SLR na primeira avaliação. Assim, a amostra final (figura 1) ficou constituída por 26 alunos com idades compreendidas entre os 19 e os 35 anos de

idade, que foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos, o grupo experimental (GE) e o grupo controlo (GC). Cada participante foi instruído a retirar um de dois papéis colocados num saco preto. O papel com a letra A correspondeu ao grupo controlo e o papel com a letra B correspondeu ao grupo experimental.



**Figura 1** - Diagrama de seleção da amostra

### 2.3 Instrumentos

- **Questionário:** neste estudo foi utilizado um questionário, de maneira a assegurar que todos os participantes cumpriam os critérios de seleção, assim como forma de proceder à caracterização da amostra. Os indivíduos foram codificados por ordem numérica para efeitos estatísticos e de confidencialidade.
- Para a recolha de dados antropométricos, utilizou-se uma fita métrica colocada na parede com precisão de 1 milímetro para medir altura dos participantes, e registou-se o peso com uma balança (Seca® 760 - *Medical Scales and Measuring Systems*®, Birmingham, United Kingdom) com precisão de 1 quilograma.
- **Inclinómetro:** utilizou-se um inclinómetro clínico Baseline ® graduado de 0 a 360° para avaliar a amplitude do SLR e do *Passive Knee Extention* (PKE).
- Recorreu-se a uma caixa de madeira para estabilizar a anca a 90° de flexão no PKE, uma tala de madeira para estabilizar a tibiotársica em posição neutra no SLR, bem

como uma ligadura elástica Peeth® para fixar a tala. Foi utilizado tape Wolfcare® de maneira a manter o inclinómetro na crista da tíbia e, ainda, um Thera-Band® de forma a fixar o membro contralateral ao membro em teste à marquesa.

- Utilizou-se ainda uma marquesa, um cronómetro (Casio® - HS-80TW-1) para cronometrar o ritmo da mobilização, um metrónomo digital ([www.metronomeonline.com](http://www.metronomeonline.com)) para medir a frequência da técnica, e ainda uma declaração de consentimento informado.

## 2.4 Procedimentos

Inicialmente foi realizado um estudo piloto com 6 indivíduos não pertencentes à amostra, mas com características semelhantes a esta, de forma a analisar a fiabilidade do inclinómetro, bem como permitir ao investigador familiarizar-se com os procedimentos. Foram feitas as medições do SLR e do PKE bilateralmente num primeiro momento e 72h após essa avaliação. Assim, todos os coeficientes de correlação intraclasse calculados foram de concordância absoluta, variando de 0,992 a 0,998, sendo que se pode afirmar que o inclinómetro tem uma excelente confiabilidade teste-reteste (tabela 1).

**Tabela 1 - Fiabilidade do inclinómetro (estudo piloto)**

Variável	ICC
<b>SLR Direito</b>	0,996
<b>SLR Esquerdo</b>	0,998
<b>PKE Direito</b>	0,992
<b>PKE Esquerdo</b>	0,997

Os participantes foram selecionados através de um questionário, distribuído nas salas de aula. Dos indivíduos selecionados e que demonstraram interesse em participar no estudo, foi realizada uma sessão de esclarecimento e entregue uma declaração de consentimento informado, onde o participante declarou ter conhecimento do estudo, procedimentos e objetivos. Após esta primeira fase de seleção, foi realizada a avaliação da extensibilidade dos isquiotibiais, onde, os indivíduos que apresentaram uma diminuição desta componente, constituíram a amostra.

Foi feita uma caracterização antropométrica de cada participante, sendo que as medições foram executadas com os indivíduos na posição vertical, com o olhar dirigido para a frente, membros superiores paralelos ao tronco e membros inferiores unidos e em extensão. Quanto à estatura (expressa em metros com aproximação aos centímetros), utilizou-se uma fita métrica

universal fixada na parede de forma descendente. Os participantes colocaram-se de costas para a mesma, na posição descrita anteriormente. Na determinação da massa corporal, os participantes encontravam-se descalços sobre a balança. Os valores são expressos em quilogramas (kg). Calculou-se ainda o índice de massa corporal (IMC).

#### *2.4.1 Protocolo experimental*

Este estudo foi composto por 4 momentos. No momento inicial (M0) foi realizada uma avaliação da extensibilidade da cadeia posterior. Recorreu-se ao SLR para medir a extensibilidade neural, sendo considerado um teste de avaliação neural com excelente fiabilidade (ICC 0,93-0,97) (Neto *et al.*, 2014; Butler, 2000; Rancour *et al.*, 2009; Ayala *et al.*, 2010). Para a extensão passiva do joelho de forma a medir a extensibilidade muscular dos isquiotibiais utilizou-se o PKE, que é considerado um teste fiável para esse fim (ICC 0,91-0,98) (Bandy e Irion, 1994; Harting e Henderson, 1999; Ford e McChesney, 2007; Feland *et al.*, 2010; Atamaz *et al.*, 2011).

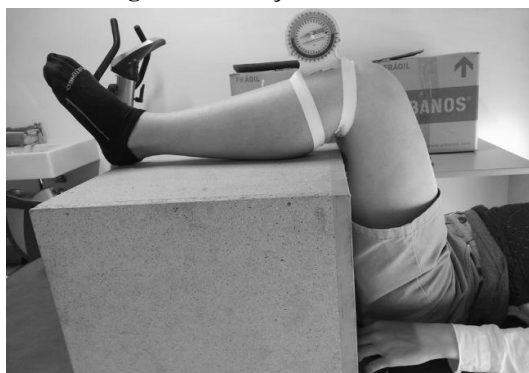
Para a execução do SLR, os indivíduos colocaram-se em decúbito dorsal e foi colocada a tala de madeira com a ligadura de forma a estabilizar a tibiotársica em posição neutra (figura 2). De seguida efetuou-se o teste com o joelho em extensão completa e sem rotações até o indivíduo referir dor ou o investigador sentir um espasmo muscular (figura 3). Já para efetuar o PKE, também em decúbito dorsal, utilizou-se uma caixa de madeira para manter a anca a 90° de flexão com o joelho também em flexão sobre a mesma (figura 4). Partindo dessa posição inicial foi realizada a extensão passiva do joelho, mantendo-se a anca nos 90° de flexão. O teste foi terminado quando o indivíduo referia dor na parte posterior da coxa ou o investigador sentir um espasmo muscular (figura 5). Em ambos os testes o membro inferior que não estava a ser testado foi amarrado à marquesa com um Thera-Band® entre o grande trocânter e a cabeça do perónio.



**Figura 2 - Posição inicial SLR**



**Figura 3 - Posição final SLR**



**Figura 4 - Posição inicial PKE**



**Figura 5 - Posição final PKE**

Recorreu-se a um inclinómetro para medir as amplitudes de movimento. O inclinómetro, como se pode observar pelas imagens anteriores, foi colocado na metade superior da crista da tíbia com tape de forma a ser possível a leitura dos graus de amplitude pela fisioterapeuta. Este processo foi repetido 3 vezes, tendo sido utilizada para a análise estatística a média das 3 medições.

Ainda no momento inicial procedeu-se à aplicação da técnica de mobilização. Esta técnica foi realizada com os participantes em decúbito ventral numa marquesa. A mobilização de grau III de Maitland foi realizada nas articulações zigoapofisárias T12/L1, L1/L2, L2/L3, L3/L4, L4/L5 e L5/S1 unilateralmente (figura 6). Apesar de, segundo Chesterton *et al.* (2016), o ponto de convergência neural da lombar ser o nível L4/L5, e a inervação dos isquiotibiais ser proveniente de L5, Szlezak *et al.* (2011) defendem que todos os níveis lombares deveriam ser mobilizados, de forma a haver uma dose de tratamento maior do que mobilizando apenas um nível. Estes autores ainda afirmam que o SLR deverá avaliar a neurodinâmica do tecido neural com origem em vários níveis de segmentos lombares, sendo que mobilizar apenas um nível poderia reduzir a magnitude dos efeitos possíveis. A técnica realizou-se durante 30 segundos em cada articulação, perfazendo um total de 3 minutos em cada indivíduo, com uma frequência de 2Hz. Quanto ao grupo controlo, os indivíduos permaneceram em decúbito ventral durante 3 minutos.



**Figura 6 - Mobilização pósterio anterior unilateral da coluna lombar**

Foram efetuadas três reavaliações utilizando os mesmos procedimentos de modo a obter-se uma comparação entre os quatro momentos. Assim os testes voltaram a ser aplicados logo após a mobilização (M1), 24 horas depois (M2) e 72 horas após a técnica (M3).

Todas as avaliações foram realizadas pelo mesmo investigador, de forma a evitar quaisquer vieses no que toca à avaliação. Efetuou-se o SLR e o PKE bilateralmente. Já a técnica de mobilização foi realizada por um segundo investigador de forma a que o primeiro fosse cego à alocação de cada participante em cada um dos grupos.

Após a recolha de dados, realizou-se a análise estatística. Durante essa análise e tratamento de dados, foi assegurado o anonimato e confidencialidade de cada participante (atribuindo-se um código de identificação do indivíduo através de um código numérico). Os resultados foram armazenados numa base de dados.

## **2.5 Ética**

O estudo foi efetuado com o conhecimento e autorização, segundo a Lei 67/98 de 26 de outubro e a Declaração de Helsínquia (1964) da Associação Médica Mundial. Todos os indivíduos que integraram o estudo deram o seu consentimento e autorizaram a utilização dos dados para fins estatísticos, assinando o “Termo de Consentimento Informado”. Foi ainda referido que a qualquer momento, os sujeitos poderiam desistir. Os participantes deste estudo foram devidamente informados sobre os objetivos, métodos e procedimentos utilizados. Além disso, quaisquer dúvidas existentes foram esclarecidas.

A técnica aplicada neste estudo é inócua, não pondo em causa a saúde dos participantes. Os dados recolhidos durante o estudo realizado foram tratados de forma confidencial,

garantindo-se aos participantes que estes não seriam utilizados para nenhum fim, a não ser o estudo em causa.

## 2.6 Estatística

A análise estatística foi realizada com recurso ao *software* Statistical Package for the Social Sciences – Versão 24.0 (IBM SPSS Statistics® versão 24.0, Chicago, Estados Unidos da América) com um nível de significância de 0,05.

Uma vez garantido o pressuposto da normalidade da distribuição das variáveis através do teste de Shapiro-Wilk, para a estatística descritiva utilizou-se a média e os respetivos desvios padrão.

Para a comparação do SLR e do PKE entre os dois grupos nos 4 momentos recorreu-se ao teste t para amostras independentes (comparação inter-grupo). Foi utilizado o teste ANOVA de medidas repetidas para identificar diferenças entre os 4 momentos para cada grupo (comparação intra-grupo). Para a identificação de diferenças entre os dois membros inferiores nos dois testes utilizados (PKE e SLR) utilizou-se um teste t para amostras emparelhadas.

## 3 Resultados

### 3.1. Dados antropométricos

No momento inicial os dois grupos eram comparáveis, uma vez que não foram encontradas diferenças significativas entre eles em nenhuma das variáveis analisadas, nomeadamente a idade, a altura, a massa (tabela 2), bem como as medições da primeira avaliação (SLR e PKE). A amostra foi constituída por 26 indivíduos, 13 em cada grupo. Tanto o grupo experimental (GE) como o grupo controlo (GC) foram compostos por 10 estudantes do sexo feminino e 3 do sexo masculino.

**Tabela 2** – Dados antropométricos de cada grupo e respetivo valor p

	Grupo		Diferenças entre grupos	
	Experimental	Controlo	Valor t	Valor p
<b>Idade (anos)</b>	22,08 ± 4,46	22,54 ± 3,97	-0,279	0,783
<b>Massa (kg)</b>	65,12 ± 10,28	65,76 ± 10,74	-0,157	0,877
<b>Altura (m)</b>	1,67 ± 0,08	1,68 ± 0,07	-0,222	0,826

### 3.2. SLR

Na tabela 3 pode-se analisar os valores de comparação do SLR bilateral nos vários momentos entre os dois grupos.

Observam-se diferenças significativas nos dois grupos entre os momentos. No grupo experimental essas diferenças são em ambos os membros, e, no grupo controlo, apenas no membro contralateral. Em ambos os grupos o M0 foi sempre menor que nos outros momentos ( $p < 0,05$ ). Observou-se ainda, no membro ipsilateral do grupo experimental, que M1 foi menor que M2 ( $p = 0,034$ ).

Não se observam diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos momentos. Contudo, notam-se diferenças significativas entre os dois grupos nos vários momentos quando comparado com o momento inicial (M0), maiores no grupo experimental do que no grupo controlo, quer no membro contralateral como no ipsilateral.

**Tabela 3** - Comparação dos valores do SLR (direito e esquerdo respetivamente) nos vários momentos em ambos

SLR	GE		GC		Diferenças entre grupos (valor p)	Diferenças entre momentos (valor p)		
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão		GE	GC	
Ipsilateral (Direito)	M0	57,15	(7,56)	58,28	(4,85)	0,655	<0,001* <sup>1</sup>	0,224
	M1	64,77	(9,33)	59,67	(5,18)	0,098		
	M2	63,26	(9,21)	59,03	(5,53)	0,168		
	M3	62,9	(9,13)	58,67	(5,27)	0,164		
	M0-M1	7,61	(2,69)	1,38	(2,04)	<0,001		
	M0-M2	6,10	(3,16)	0,74	(2,93)	<0,001		
	M0-M3	5,74	(3,16)	0,38	(3,34)	<0,001		
Contralateral (Esquerdo)	M0	56,62	(7,47)	56,31	(5,54)	0,791	<0,001* <sup>2</sup>	<0,001* <sup>3</sup>
	M1	63,15	(8,95)	58,21	(6,23)	0,115		
	M2	62,72	(9,10)	58,64	(6,14)	0,193		
	M3	62,08	(8,45)	58,41	(6,61)	0,229		
	M0-M1	7,54	(2,91)	1,90	(0,92)	<0,001		
	M0-M2	7,10	(3,24)	2,33	(1,39)	<0,001		
	M0-M3	6,46	(2,80)	2,10	(1,92)	<0,001		

Análise Post-Hoc

\*<sup>1</sup> M0<M1 ( $p < 0,001$ ); M0<M2 ( $p < 0,001$ ); M0<M3 ( $p < 0,001$ ); M2<M1 ( $p = 0,034$ )

\*<sup>2</sup> M0<M1 ( $p < 0,001$ ); M0<M2 ( $p < 0,001$ ); M0<M3 ( $p < 0,001$ )

\*<sup>3</sup> M0<M1 ( $p < 0,001$ ); M0<M2 ( $p < 0,001$ ); M0<M3 ( $p = 0,012$ )

### 3.3. PKE

Na tabela 4 é possível analisar os valores de comparação do PKE bilateral nos vários momentos em ambos os grupos.

Não se verificaram diferenças significativas em nenhum dos grupos entre os vários momentos.

Não se observam diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos momentos. Contudo, no membro contralateral, observa-se uma diferença significativa entre os grupos do momento M0 para o M1 ( $p=0,047$ ). E, apesar de não existirem mais dados estatisticamente significativos, nota-se uma tendência decrescente em ambos os membros e em ambos os grupos, mais acentuada no grupo experimental.

**Tabela 4** - Comparação dos valores do PKE (direito e esquerdo respetivamente) nos vários momentos em ambos os grupos.

PKE		GE		GC		Dif. grupos (valor p)	Diferenças entre momentos (valor p)	
		Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão		GE	GC
Ipsi (Direito)	M0	-13,38	(10,74)	-12,41	(6,29)	0,781	0,112	0,307
	M1	-10,46	(9,83)	-11,03	(5,81)	0,861		
	M2	-10,21	(11,23)	-11,18	(6,75)	0,791		
	M3	-11,85	(10,95)	-11,49	(7,35)	0,923		
	M0-M1	2,92	(1,94)	1,38	(2,74)	0,113		
	M0-M2	1,90	(3,46)	1,23	(2,15)	0,561		
	M0-M3	1,54	(3,59)	0,92	(2,93)	0,637		
Contra (Esquerdo)	M0	-14,15	(11,30)	-15,67	(8,65)	0,705	0,108	0,101
	M1	-11,59	(10,99)	-14,64	(8,66)	0,439		
	M2	-10,21	(13,06)	-14,72	(9,39)	0,322		
	M3	-11,82	(11,66)	-14,80	(9,56)	0,484		
	M0-M1	2,56	(2,41)	1,03	(1,09)	0,047		
	M0-M2	2,10	(2,55)	0,95	(1,77)	0,705		
	M0-M3	2,33	(3,04)	0,87	(2,06)	0,165		

## 4 Discussão

Os resultados suportam a eficácia da mobilização acessória unilateral da coluna lombar na extensibilidade neural e muscular dos isquiotibiais logo após a mobilização, mantendo-se os resultados no tempo, ao evidenciar-se diferenças significativas entre o grupo experimental e o grupo controlo nos três momentos de *follow-up*. Os resultados deste estudo mostraram que

uma mobilização PA unilateral grau III a uma frequência de 2Hz nos níveis T12/L1, L1/L2, L2/L3, L3/L4, L4/L5 e L5/S1, durante 30 segundos por articulação (3 minutos no total), resultou num aumento imediato na média do SLR e do PKE bilateralmente, quando comparado com os valores iniciais antes da mesma. Esse aumento da média de SLR e PKE manteve-se durante 72h. Os participantes de ambos os grupos eram semelhantes no que toca ao género, idade, altura e peso.

Diversas hipóteses podem ser utilizadas para explicar estes resultados. A literatura atual sobre a mobilização da coluna e os efeitos nos membros inferiores é escassa. Perry e Green (2008) verificaram que as mobilizações PA, grau III, efetuadas unilateralmente nas articulações zigoapofizárias de L4/L5 a uma frequência de 2Hz induzem alterações significativas no sistema nervoso simpático no membro inferior ipsilateral à mobilização, comparando com o membro contralateral, com o grupo placebo e com o grupo controlo. Estes resultados sugerem que existe uma relação entre a anatomia e a neurofisiologia da região lombar e que essa relação poderá ser modulada com técnicas de mobilização e manipulação da coluna.

Focando os resultados obtidos na vertente neural, foram observadas diferenças significativas, no grupo experimental, em todos os momentos, quando comparados com o momento inicial, tanto no membro ipsilateral à mobilização, como no membro contralateral. E, apesar de não se observarem diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos momentos, existem diferenças significativas entre os dois grupos nos vários momentos, quando comparados ao momento inicial, maiores no grupo experimental do que no grupo controlo, em ambos os membros. Apesar do presente estudo ter analisado a bilateralidade dos efeitos e em ambas as componentes dos isquiotibiais, quando analisamos o efeito da técnica no lado ipsilateral e só com a vertente neural, os resultados são suportados por Szlezak *et al.* (2011) e por Ganesh *et al.* (2015). Szlezak *et al.* (2011) aplicaram uma mobilização oscilatória unilateral, grau III de Maitland, com uma frequência de 2Hz nas articulações T12/L1, L1/L2, L2/L3, L3/L4, L4/L5, e L5/S1 durante 30 segundos por articulação, o que resultou num aumento da média do ângulo do SLR do mesmo lado, imediatamente após a aplicação da técnica, comparando com o grupo controlo, e com o grupo onde era aplicado o *stretching* ( $p < 0,001$ ). Uma mobilização PA num segmento lombar é sempre direcionada para extensão e a melhoria do SLR pode ser devido a este efeito de deslizamento da mobilização nos tecidos nervosos, tal como sugere Kulig *et al.* (2004) no estudo realizado sobre o movimento da coluna lombar durante uma mobilização PA, utilizando a ressonância magnética. Em seguimento do estudo realizado por Szlezak *et al.* (2011), Ganesh *et al.*

(2015), que aplicaram a mobilização também em todos os níveis lombares de T12/L1 a L5/S1 com uma frequência de 2Hz durante 30 segundos por articulação, avaliaram os efeitos imediatos e também 24 horas após a aplicação da técnica (mobilização PA das articulações zigoapofisárias da coluna lombar) na neurodinâmica da cadeia posterior em sujeitos saudáveis. Quanto à melhoria do SLR logo após a aplicação da mobilização das articulações zigoapofisárias, os autores dizem ser devido aos efeitos da ativação do sistema nervoso simpático, que pode ter conduzido a uma inibição dos neurónios motores alfa, reduzindo a atividade muscular da cadeia posterior (Ganesh *et al.*, 2015; Perry e Green, 2008; Dishman e Bulbulian, 2000). Contudo, 24 horas após a intervenção, os autores dizem ser incerto o porquê de se ter mantido a melhoria a nível do SLR. Sobre isto, Ganesh *et al.* (2015) explicaram que poderá ter haver com a tolerância dos isquiotibiais ao alongamento, como já foi referido noutros estudos, que mencionaram a redução da excitabilidade motora vertebral nos membros inferiores seguida a mobilização da coluna lombar (Cheng *et al.*, 1995; Freeman and Wyke, 1967). Outra hipótese referida pelos autores (Ganesh *et al.*, 2015) é a de que os efeitos imediatos podem ter transitado para todas as atividades da vida diária, resultando na manutenção do SLR 24 horas após a mobilização. É vasta a evidência que realça o uso assimétrico dos membros inferiores durante certas atividades como o início da marcha (Dessery *et al.*, 2011), marcha (Negano *et al.*, 2011; Senden *et al.*, 2011), rodar (Strike e Taylor, 2009), saltar (Pappas e Carpes, 2012), e chutar (McLean e Tumilty, 1993). Assim, também a manutenção dos resultados ao fim de 72h, apesar de se notar um ligeiro decréscimo de M1 para M2 e M3, poderá ser explicada da mesma forma.

Já para a vertente muscular, como já foi referido, existe apenas um estudo que analisa, juntamente com a vertente neural, apenas no membro inferior ipsilateral à mobilização e somente os efeitos imediatos da técnica. Chesterton *et al.* (2016) foram os primeiros a examinar os efeitos da mobilização lombar nas duas componentes dos isquiotibiais, neural e muscular. Os autores deste estudo desenvolveram o trabalho realizado por Szlezak *et al.* (2011). Contudo, este estudo diferiu na idade, na população alvo (atletas de futebol) e na técnica aplicada, sendo que no de Szlezak *et al.* foram aplicadas mobilizações em cada segmento de T12 a S1 durante 30 segundos, três vezes. Já no de Chesterton *et al.* (2016) utilizou-se também três repetições, mas cada uma de um minuto e apenas no segmento L4/L5. Estes autores suportam os resultados obtidos no atual estudo, uma vez que se observaram aumentos significativos do ângulo de SLR ipsilateral, bem como um aumento na extensibilidade muscular (PKE) após a mobilização. Os efeitos observados neste estudo podem ser devidos às alterações nas propriedades biomecânicas ou neurofisiológicas do

tecido nervoso, como um resultado da mobilização das articulações zigoapofizárias da coluna lombar (Shacklock, 2005). Contudo, dada a forma como se apresentaram os resultados no estudo de Chesterton *et al.* (2016), torna-se difícil realizar uma comparação para concluir se é mais viável mobilizar um ou mais níveis vertebrais.

Têm sido descritas algumas hipóteses para explicar os aumentos de extensibilidade muscular. Saranga *et al.* (2003) observaram um aumento num teste neural do membro superior com mobilizações cervicais. Os autores sugeriram que as alterações observadas poderiam ser devidas à influência da mobilização na interface mecânica, aumentando o movimento do tecido neural. Outra explicação pode ser relacionada com a alteração da percepção dos participantes através da teoria sensorial (defende que os aumentos na extensibilidade do tecido não resultam das propriedades mecânicas do músculo, mas sim de alterações na percepção de cada indivíduo a cada sensação específica, como o estiramento ou a dor) (Weppler e Magnusson, 2010). Numerosos autores (Halbertsma e Goeken, 1994; Halberstma et al, 1996; Magnusson et al, 1996; Nelson e Bandy, 2004) que realizaram estudos sobre os músculos isquiotibiais, sugeriram que um aumento na extensibilidade desse grupo muscular é devido ao fenómeno de tolerância ao alongamento. Aumentos na extensibilidade neural podem, também, ser devidos à diminuição da sensibilidade neuromeningea. A mobilização sem *thrust* pode atenuar a extensibilidade do motoneurónio alfa levando a um efeito inibitório de curto termo no sistema motor (Dishman and Bulbulian, 2000).

Tendo por base os estudos já existentes, e aproveitando as sugestões dos seus autores, para além de no presente estudo se analisar os efeitos mantidos no tempo até às 72 horas após a aplicação da técnica, ainda se aferiu os resultados conquistados no membro contralateral à técnica, com a finalidade de perceber até que ponto é viável o tratamento à distância dos sintomas. Assim, na componente neural obteve-se uma diferença significativa do momento inicial para os restantes momentos, o que não se observou na componente muscular. Contudo, nessa última componente, observou-se uma tendência semelhante ao membro ipsilateral, existindo um aumento do alongamento muscular, mantido no tempo. Estes resultados são suportados por Butler (1994), que conclui que certos movimentos dos membros como acontece, por exemplo, no SLR, vão aumentar a tensão neural e a tensão das meninges, devido às conexões do sistema nervoso periférico com o central, sendo que o SLR também alonga o canal lombar pela rotação pélvica, e por Shacklock (2005). Este último autor diz que os movimentos contralaterais do sistema nervoso podem produzir ocorrências fascinantes, como por exemplo a redução dos sintomas durante um teste. A performance do teste do nervo

mediano normalmente produz sintomas na região anterior do cotovelo (Kenneally *et al.*, 1998). Quando o teste é mantido numa determinada posição e esse mesmo teste é realizado no membro superior contralateral, os sintomas no membro doloroso tendem a diminuir frequentemente (Rubenach *et al.*, 1985). Este evento é normal e observa-se o equivalente no SLR e no Slump test (Shacklock, 2005).

Uma outra hipótese reside nas relações entre os ângulos das raízes nervosas e o movimento da medula. Shacklock (2005), sugeriu uma proposta explicativa do mecanismo para os testes neurodinâmicos contralaterais reduzirem a resposta no lado mantido/doloroso. As raízes nervosas cervicais e lombares divergem da medula num determinado ângulo. Este ângulo contém dois vetores, horizontal e vertical. O vetor vertical é particularmente relevante porque é o que produz os movimentos da medula necessários para reduzir a tensão na raiz nervosa contralateral. À medida que o teste neurodinâmico contralateral é executado, as forças entram na medula através das raízes nervosas contralaterais. A componente da força vertical passando ao longo da raiz nervosa contralateral causa a descida da medula. Esse movimento de inferioridade é mínimo, porém é suficiente para transmitir a redução de tensão através da componente vertical do lado ipsilateral (mantido). Assim, os resultados obtidos fazem todo o sentido, uma vez que, apesar de não se ter realizado um teste contralateral com o ipsilateral numa determinada posição, executou-se primeiro o SLR e o PKE do lado ipsilateral à mobilização, que poderá ter conduzido a um aumento da extensibilidade das raízes nervosas do lado contralateral. Para além disso, a mobilização articular de todos os níveis lombares, mesmo que unilateral, criou movimento e estimulou as raízes nervosas de ambos os lados. Numa perspetiva clínica, estes resultados podem permitir que um terapeuta trate o lado não doloroso do utente, alcançando efeitos no lado doloroso (contralateral à mobilização).

Uma limitação do presente estudo é o facto de só terem sido utilizados o PKE e o SLR como variáveis. Os futuros estudos poderão recorrer também a eletromiografia, por exemplo, como foi realizado anteriormente por Boyd *et al.* (2009).

O mecanismo de ação para o aumento do SLR é ainda desconhecido, assim como o mecanismo pelo qual a mobilização da coluna produz alterações no SNS nos membros inferiores (Perry e Green, 2008). O presente estudo não pretendia investigar o mecanismo da mobilização da coluna que leva a alterações no SLR e no PKE, mas sim os resultados obtidos com essa técnica. Contudo, Kahanov e Kato (2007) afirmam que, em algumas circunstâncias, a aplicação de mobilização articular poderá contribuir para um aumento reflexo no tónus muscular, facilitando a ativação das unidades motoras. Da mesma forma, noutras

circunstâncias, a mobilização articular poderá promover o relaxamento muscular, aumentando a amplitude de movimento. Ainda assim, recomenda-se futuros estudos nesse sentido de maneira a aferir que tipo de mobilização contribui para cada um dos efeitos a nível muscular.

São também necessários estudos que analisem os efeitos da mobilização lombar com a finalidade de tratar disfunções neurodinâmicas em atletas, especificamente em relação com a prevenção e recuperação da extensibilidade dos isquiotibiais. Apesar deste tema já ter sido abordado por Chesterton *et al.* (2016), foi um estudo que estudou apenas os efeitos imediatos, sendo necessária a investigação com maior tempo de *follow-up* nessa população específica. Para além disso, o estudo realizado por esses autores contou com uma amostra de indivíduos assintomáticos, não sendo possível averiguar a eficácia da mobilização lombar na recuperação de uma lesão corrente dos isquiotibiais.

Este estudo foi realizado aplicando uma mobilização em vários segmentos da coluna, ao contrário de mobilizar apenas um nível específico, como é comum na prática clínica. Assim, são necessários futuros estudos para investigar os efeitos bilaterais de uma mobilização lombar num único nível (L4/L5), tanto no SLR como no PKE, num *follow-up* a médio prazo.

É necessária mais investigação para determinar a dosagem ótima de tratamento. No presente estudo realizou-se 30 segundos de mobilização em cada segmento da coluna lombar (3 minutos no total), que produziram efeitos positivos quer no SLR quer no PKE bilateralmente. Contudo, é recomendado estudar os efeitos com mais e menos dosagem para perceber se existe alguma variação nos resultados obtidos, uma vez que, de uma perspetiva clínica, o conhecimento da dosagem de tratamento mais eficaz é de grande relevância.

Adicionando às futuras necessidades na investigação, é de salientar a importância do estudo das técnicas de mobilização lombar no tratamento de populações mais específicas e sintomáticas como atletas em recuperação de lesão dos isquiotibiais, ou numa população idosa com sintomatologia algica na cadeia posterior. Desta forma será possível informar os terapeutas se a mobilização lombar tem realmente potencial para auxiliar na diminuição do tempo de reabilitação e facilitar o retorno à atividade.

## **5 Conclusão**

Neste estudo uma mobilização pósterio anterior unilateral grau III a uma frequência de 2Hz nos níveis T12/L1, L1/L2, L2/L3, L3/L4, L4/L5 e L5/S1, durante 30 segundos por articulação

(3 minutos no total), produziu um aumento imediato na média do SLR e do PKE bilateralmente, e esse aumento manteve-se durante 72h.

## **6 Agradecimentos**

Gostaria de agradecer à amostra por se terem disponibilizado a participar no presente estudo, bem como a todos os intervenientes que, de uma forma ou outra, tornaram possível a conclusão desta etapa.

## 7 Referências bibliográfica

- Atamaz, F., Ozcaldiran, B., Ozdedeli, S., Capaci, K., & Durmaz, B. (2011). Interobserver and intraobserver reliability in lower-limb flexibility measurements.
- Ayala, F., & de Baranda Andújar, P. S. (2010). Effect of 3 different active stretch durations on hip flexion range of motion. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(2), 430-436.
- Bandy, W. D., & Irion, J. M. (1994). The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Physical therapy*, 74(9), 845-850.
- Boyd, B. S., Wanek, L., Gray, A. T., & Topp, K. S. (2009). Mechanosensitivity of the lower extremity nervous system during straight-leg raise neurodynamic testing in healthy individuals. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 39(11), 780-790.
- Butler, D. S. (1994). Mobilization of the nervous system. *JOURNAL OF HAND THERAPY*, 7, 33-33.
- Cheng, J., Brooke, J. D., Misiaszek, J. E., & Staines, W. R. (1995). The relationship between the kinematics of passive movement, the stretch of extensor muscles of the leg and the change induced in the gain of the soleus H reflex in humans. *Brain research*, 672(1), 89-96.
- Chesterton, P., Weston, M., & Bulter, M. (2016). The Effect of Mobilising the Lumbar 4/5 Zygapophyseal Joint on Hamstring Extensibility in Elite Soccer Players. *International Journal of Physiotherapy and Rehabilitation*.
- Dessery, Y., Barbier, F., Gillet, C., & Corbeil, P. (2011). Does lower limb preference influence gait initiation?. *Gait & posture*, 33(4), 550-555.
- Dishman, J.D., Bulbulian, R., 2000. Spinal reflex attenuation associated with spinal manipulation. *Spine* 25 (19), 2519e2525.
- Feland, J. B., Hawks, M., Hopkins, J. T., Hunter, I., Johnson, A. W., & Eggett, D. L. (2010). Whole body vibration as an adjunct to static stretching. *international Journal of Sports medicine*, 31(08), 584-589.
- Freeman, M. A. R., & Wyke, B. (1967). Articular reflexes at the ankle joint: An electromyographic study of normal and abnormal influences of ankle-joint mechanoreceptors upon reflex activity in the leg muscles. *British Journal of Surgery*, 54(12), 990-1001.
- Ford, P., & McChesney, J. (2007). Duration of maintained hamstring ROM following termination of three stretching protocols. *Journal of sport rehabilitation*, 16(1), 18-27.
- Gajdosik, R. L., Rieck, M. A., Sullivan, D. K., & Wightman, S. E. (1993). Comparison of four clinical tests for assessing hamstring muscle length. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 18(5), 614-618.

- Ganesh, G. S., Mohanty, P., & Pattnaik, S. S. (2015). The immediate and 24-hour follow-up effect of unilateral lumbar Z-joint mobilisation on posterior chain neurodynamics. *Journal of bodywork and movement therapies*, 19(2), 226-231.
- Halbertsma, J. P., & Göeken, L. N. (1994). Stretching exercises: effect on passive extensibility and stiffness in short hamstrings of healthy subjects. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 75(9), 976-981.
- Halbertsma, J. P., van Bolhuis, A. I., & Göeken, L. N. (1996). Sport stretching: effect on passive muscle stiffness of short hamstrings. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 77(7), 688-692.
- Hall, T., Zusman, M., & Elvey, R. (1998). Adverse mechanical tension in the nervous system? Analysis of straight leg raise. *Manual Therapy*, 3(3), 140-146.
- Hartig, D. E., & Henderson, J. M. (1999). Increasing hamstring flexibility decreases lower extremity overuse injuries in military basic trainees. *The American journal of sports medicine*, 27(2), 173-176.
- Kahanov, L., & Kato, M. (2007). Therapeutic Effect of Joint Mobilization: Joint Mechanoreceptors and Nociceptors. *Athletic Therapy Today*, 12(4), 28-31.
- Kenneally, M. (1988). The upper limb tension test: the SLR test of the arm. *Clinics in Physical Therapy, Physical Therapy of the Cervical and Thoracic Spine*.
- Kulig, K., Landel, R. F., & Powers, C. M. (2004). Assessment of lumbar spine kinematics using dynamic MRI: a proposed mechanism of sagittal plane motion induced by manual posterior-to-anterior mobilization. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 34(2), 57-64.
- Magnusson, S. P., Simonsen, E. B., Aagaard, P., & Kjaer, M. (1996). Biomechanical responses to repeated stretches in human hamstring muscle in vivo. *The American Journal of Sports Medicine*, 24(5), 622-628.
- McLean, B. D., & Tumilty, D. M. (1993). Left-right asymmetry in two types of soccer kick. *British Journal of Sports Medicine*, 27(4), 260-262.
- Nagano, H., Begg, R. K., Sparrow, W. A., & Taylor, S. (2011). Ageing and limb dominance effects on foot-ground clearance during treadmill and overground walking. *Clinical Biomechanics*, 26(9), 962-968.
- Nelson, R. T., & Bandy, W. D. (2004). Eccentric training and static stretching improve hamstring flexibility of high school males. *Journal of athletic training*, 39(3), 254.
- Neto, T., Jacobsohn, L., Carita, A. I., & Oliveira, R. (2014). Reliability of the Active Knee Extension Test and the Straight Leg Raise Test. *Journal of Sport Rehabilitation*.
- Pappas, E., & Carpes, F. P. (2012). Lower extremity kinematic asymmetry in male and female athletes performing jump-landing tasks. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(1), 87-92.

- Perry, J., & Green, A. (2008). An investigation into the effects of a unilaterally applied lumbar mobilisation technique on peripheral sympathetic nervous system activity in the lower limbs. *Manual therapy, 13*(6), 492-499.
- Rancour, J., Holmes, C. F., & Cipriani, D. J. (2009). The effects of intermittent stretching following a 4-week static stretching protocol: a randomized trial. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 23*(8), 2217-2222.
- Rubenach, H. (1985). The upper limb tension test: the effect of the position and movement of the contralateral arm. In *Proceedings of the Fourth Biennial Conference of the Manipulative Therapists Association of Australia, Brisbane* (pp. 274-283).
- Saranga, J., Green, A., Lewis, J., & Worsfold, C. (2003). Effect of a cervical lateral glide on the upper limb neurodynamic test 1: a blinded placebo-controlled investigation. *Physiotherapy, 89*(11), 678-684.
- Senden, R., Heyligers, I. C., Meijer, K., Savelberg, H., & Grimm, B. (2011). Acceleration-based motion analysis as a tool for rehabilitation: exploration in simulated functional knee limited walking conditions. *American journal of physical medicine & rehabilitation, 90*(3), 226-232.
- Shacklock, M. (2005). *Clinical neurodynamics: a new system of musculoskeletal treatment*. Elsevier Health Sciences.
- Strike, S. C., & Taylor, M. J. (2009). The temporal-spatial and ground reaction impulses of turning gait: is turning symmetrical?. *Gait & posture, 29*(4), 597-602.
- Szlezak, A. M., Georgilopoulos, P., Bullock-Saxton, J. E., & Steele, M. C. (2011). The immediate effect of unilateral lumbar Z-joint mobilisation on posterior chain neurodynamics: a randomised controlled study. *Manual therapy, 16*(6), 609-613.
- Turl, S. E., & George, K. P. (1998). Adverse neural tension: a factor in repetitive hamstring strain?. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 27*(1), 16-21.
- Weppler, C. H., & Magnusson, S. P. (2010). Increasing muscle extensibility: a matter of increasing length or modifying sensation?. *Physical therapy, 90*(3), 438-449.