

Ricardo Manuel Paredes Soares

---

**Efeitos imediatos da manipulação global  
da pélvis na sensação de posição articular  
do joelho em sujeitos assintomáticos**

Orientador: Paulo Carvalho

Unidade Curricular de Dissertação  
Mestrado em Fisioterapia  
Opção em Terapia manual ortopédica

Setembro de 2016

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

**Ricardo Manuel Paredes Soares**

**Efeitos imediatos da manipulação global da pélvis na  
sensação de posição articular do joelho em sujeitos  
assintomáticos**

Dissertação submetida à Escola Superior de Tecnologia a Saúde do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia – Opção terapia manual ortopédica, realizada sob a orientação científica do professor doutor Paulo Carvalho, fisioterapeuta, da Área Técnico-Científica de Fisioterapia (ATCFT)

**Setembro de 2016**



# Efeitos imediatos da manipulação global da pélvis na sensação de posição articular do joelho em sujeitos assintomáticos

Paredes R<sup>1</sup>, Carvalho P<sup>2</sup>, Magalhães B<sup>3</sup>, Crasto C<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ESTSP – Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto

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

<sup>3</sup>ESTSP - Ciências Morfológicas

<sup>4</sup>ATCFT – Área Técnico-científica da Fisioterapia

## Resumo

**Introdução:** Estudos demonstram que a manipulação vertebral (MV) altera o input aferente do sistema nervoso central (SNC), podendo influenciar os processos integrativos neurais como a propriocepção e o processamento somatossensorial, induzindo um estímulo sobre mecanorreceptores. **Objetivo:** Avaliar os efeitos imediatos da manipulação global da pélvis (MGP), através de um impulso de alta velocidade e curta amplitude (AVCA), na sensação de posição articular (SPA) do joelho, em sujeitos assintomáticos. **Métodos:** Este estudo, randomizado controlado por placebo e duplamente cego, incluiu 26 indivíduos assintomáticos ( $\bar{X} \pm 24$ ; DP,  $\pm 4$  anos) que foram randomizados de forma aleatória para um de dois grupos. Nos participantes (n = 16) que foram alocados para o grupo experimental (GE) foi efetuada a MGP, enquanto os restantes (n = 10) que integraram o grupo de controlo (GC) receberam simulação de terapia com ultrassons. Cada sujeito integrou uma única sessão, sendo que as avaliações foram realizadas pré-intervenção e 5 minutos pós-intervenção através de um dinamómetro isocinético (Biodex Medical Systems), no qual foram recolhidos os dados referentes à SPA do joelho ipsilateral à articulação sacroilíaca (ASI) em investigação. Foi utilizado o teste de Wilcoxon, com um índice de significância de 95%, para identificar as diferenças entre momentos (pré-intervenção e pós-intervenção). **Resultados:** Não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos no que concerne à SPA ativa e passiva a 30° e 60° (p > 0.05). Os resultados obtidos demonstraram uma ausência de diferenças significativas entre os momentos em ambos os grupos (p > 0.05). **Conclusão:** A MGP, com impulso de AVCA, parece não influenciar a SPA em indivíduos assintomáticos.

**Palavras-chave:** Manipulação vertebral; Propriocepção; integração sensoriomotora

## Abstract

**Background:** Studies have shown that spinal manipulation (SM) alters the afferent input to the central nervous system (CNS), which can influence the integrative neural processes such as proprioception and somatosensory processing. This type of manual therapy induces a stimulation over the mechanoreceptors. **Aim(s):** Evaluate short-term effects of the global pelvic manipulation (GPM), with high-velocity low amplitude (HVLA) thrust, on knee joint position sense (JPS), in asymptomatic subjects. **Methods:** This randomized placebo controlled double-blind trial, included 26 asymptomatic subjects ( $\bar{X} \pm 24$ ; DP,  $\pm 4$  anos) that were randomly allocated into 2 groups. The participants (n = 16) that were allocated into the experimental group (EG) received global pelvic manipulation (GPM) while the rest of the participants (n = 10) formed the control group (CG) which received sham ultrasound therapy. Each subject attended one experimental session only, and the evaluations were assessed preintervention and 5 minutes postintervention through a isokinetic dynamometer (Biodex Medical Systems), in which were collected the data relating to the knee joint position sense (JPS) ipsilateral to the manipulated sacroiliac joint. Wilcoxon teste was used, with 95% significance level, to identify the difference between moments (preintervention and postintervention). **Results:** There were no statistically significant differences between the groups concerning, active and passive, joint position sense (JPS) at 30° and 60° ( $p > 0.05$ ). The results showed a lack of significant differences between the moments in both groups ( $p > 0.05$ ). **Conclusion:** This investigation has failed to demonstrate short-term changes in joint position sense (JPS) after global pelvic manipulation (GPM) with high-velocity low amplitude (HVLA) thrust.

**Key words:** Spinal manipulation; proprioception; sensorimotor integration

## 1 Introdução

A terapia vertebral manipulativa (TVM) consiste num input mecânico transmitido aos tecidos da coluna vertebral (Pickar, 2002; Ferreira et al., 2007; Colloca et al., 2006; Colloca et al., 2004; Cardinale et al., 2015; Orakifar et al., 2012) através da utilização de alavancas curtas e longas. (Ferreira et al., 2007). A TVM é frequentemente incluída pelos fisioterapeutas na sua abordagem de tratamento em combinação com exercícios terapêuticos e modalidades físicas (Bialosky et al., 2012; Savva et al., 2014). Esta técnica é geralmente aplicada com intuito de melhorar problemas relacionados com a dor, amplitude de movimentos, força, e função (Bialosky et al., 2012). A forma mais frequente de TVM envolve um impulso de AVCA (Evans, 2002; Pickar, 2002; Thomson et al., 2009; Molina-Ortega et al., 2014). A MV altera o input aferente do SNC (Pickar & Wheeler, 2001; Dishman et al., 2002; Evans, 2002; Dishman et al., 2008; Grindstaff et al., 2009; Haavik & Murphy, 2011; Bialosky et al., 2012), estimulando recetores sensoriais dentro e em torno da articulação manipulada (Suter et al., 2000; Ferreira et al., 2007; Grindstaff et al., 2009; Grindstaff et al., 2012). Desta forma, o SNC é estimulado tanto a nível segmentar, pela ativação de estruturas como

mecanorreceptores, proprioceptores e terminações nervosas livres, como a nível cortical (Grindstaff et al., 2009).

A representação cortical de diferentes partes do corpo altera-se de forma constante, dependendo do padrão dos impulsos nervosos aferentes, lesão, aumento ou diminuição da função. A modificação da organização do sistema nervoso é designada de plasticidade cerebral. Estas alterações podem ser divididas em plasticidade rápida e de longo prazo. As alterações rápidas são tipicamente alcançadas minutos após lesão ou intervenção, e são muitas vezes baseadas na diminuição da inibição. A diminuição da inibição aumenta o tamanho do campo respetivo e permite que mais neurónios sejam ativados através de um estímulo específico (Ageberg, 2009). Lelic (2016) sugere a existência de alterações neuroplásticas em estruturas como no córtex sensorial, no córtex motor primário, no córtex pré-frontal, nos gânglios da base, e no cerebelo, no seguimento da MV.

Alguns estudos sugerem que a TVM pode influenciar os processos integrativos neurais como a propriocepção e o processamento somatossensorial (Colloca et al., 2004; Learman, 2009; Haavik & Murphy, 2011; Haavik et al., 2010; Fryer & Pearce, 2012; Passmore & Descarreaux, 2012). A propriocepção é a componente chave do sistema sensoriomotor, responsável por fornecer informação aferente ao SNC (Riemann et al., 2002; Taylor, 2010; Learman, 2009), e é utilizada no controlo neuromuscular (CNM) contribuindo para a dinâmica da estabilidade articular (Lephart et al., 1997; Learman, 2009), desempenhando assim, um papel crucial no controlo do movimento humano, fundamental para as atividades da vida diária, exercício, e prática desportiva (Şahin et al., 2015; Han et al., 2016). A propriocepção inclui a cinestesia e a SPA (Grob et al., 2002; Gilman, 2002; Taylor, 2010; Smith et al., 2013; Li et al., 2015), e, é um processo que ocorre ao longo das vias aferentes do sistema sensoriomotor (Ageberg et al., 2007). Assim, a propriocepção descreve corretamente a informação aferente decorrente de áreas periféricas internas do corpo que contribuem para o controlo postural, estabilidade articular, e as várias sensações conscientes (como a sensação de posição articular e a cinestesia) (Riemann & Lephart, 2002). A informação proprioceptiva é a chave da reorganização plástica do SNC na sequência da lesão. Indivíduos com fraca propriocepção apresentam défices profundos no controlo motor (Goble, 2010). Uma fraca propriocepção resulta num aumento do balanço postural, diminuição do equilíbrio, aumento do risco de quedas e alterações no padrão de marcha, afetando a função na população sénior assim como na população mais jovem (Kiran et al., 2010).

A MV induz uma força suficiente para, de uma forma simultânea, ativar mecanorreceptores somáticos superficiais e profundos, assim como, proprioceptores e nociceptores (Yu et al., 2012). Esta ativação ocorre porque essas terminações têm um limiar mecânico inferior ao nível da força mecânica aplicada durante a MV. Deste modo, todos os neurónios sensoriais, que são constituídos pelas fibras do grupo Ia, Ib, II, III and IV, podem ser afetadas, teoricamente, pela MV (Pickar, 2002; Pickar & Bolton, 2012). Os aferentes dos fusos musculares e dos órgãos tendinosos de Golgi (OTG) projetam no córtex cerebral, o que é um pré-requisito à percepção consciente da atividade recetora (Proske & Gandevia, 2012). Os fusos musculares são a principal fonte de informação aferente para a SPA (Gilman, 2002; Taylor, 2010; Proske & Gandevia, 2012; Reed et al., 2014). No geral, os fusos musculares são responsáveis pela transmissão da informação relativa ao comprimento muscular e velocidade de alteração no comprimento. Os fusos musculares são terminações nervosas aferentes especializadas de adaptação lenta (Lephart et al., 1997; Riemann et al., 2002). Os órgãos recetores de Ruffini (recetores dinâmicos e estáticos com base nas suas características de adaptação lenta e baixo limiar) e os OTG são estimulados em ângulos articulares específicos (SPA) (Lephart et al., 1997; Gilman, 2002; Riemann et al., 2002; Grob et al., 2002; Li et al., 2015). Os OTG fornecem um feedback acerca da tensão muscular ao SNC (Riemann et al., 2002; Proske & Gandevia, 2012), sendo recrutados quando as contrações das unidades motoras tracionam o tendão (Lephart et al., 1997; Proske & Gandevia, 2012).

A tensão mecânica associada à aplicação da manipulação de AVCA pode alterar as propriedades mecânicas e neuronais dos fusos musculares (Groisman et al., 2014). Autores demonstraram que os fusos musculares e os OTG podem ser co ativados pelas cargas vertebrais das quais os perfis são similares às cargas aplicadas durante a MV (Pickar & Wheeler, 2001; Yu et al., 2012). Os sinais aferentes destes recetores sensoriais fazem sinapses em inter-neurónios ao nível vertebral podendo afetar a disponibilidade dos motoneurónios, e o output motor eferente (Ferreira et al., 2007; Grindstaff et al., 2012). Assim, a MV produz um bombardeamento do SNC com inputs sensoriais de proprioceptores musculares, normalizando o comportamento dos neurónios centrais (Pickar & Wheeler, 2001; Grindstaff et al., 2009; Bialosky et al., 2009; Reed et al., 2014). A integração do input sensorial recebido de todas as partes do corpo é largamente considerado por ter início ao nível da medula espinal (Riemann et al., 2002). A manipulação de AVCA modula a função do SNC de uma forma simpático-excitatória (Wright, 1995; Ferreira et al., 2007; Perry & Green, 2008; Savva et al., 2014; Sillevius & Cleland, 2011; Bolton & Budgell, 2012). Este efeito simpático-excitatório pode ser

induzido nos membros inferiores através da manipulação lombar, assim como nas mãos após manipulação torácica (Bolton & Budgell, 2012).

Uma vez que a TVM induz um estímulo sobre mecanorreceptores, nomeadamente sobre os OTG e sobre os fusos musculares (Pickar & Wheeler, 2001; Evans, 2002; Pickar, 2002; Dishman et al., 2008; Orakifar et al., 2012; Yu et al., 2012; Groisman et al., 2014), e este efeito pode afetar o output neural dos músculos relacionados com o segmento da coluna vertebral que foi manipulada (Pickar & Wheeler, 2001; Suter et al., 2000; Evans, 2002; Hillermann et al., 2006; Dishman et al., 2008; Grindstaff et al., 2009; Cardinale et al., 2015), o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos imediatos da MGP com impulso de AVCA na SPA do joelho, em participantes assintomáticos. Colocou-se a hipótese de que a MV com impulso de AVCA, direcionado para a ASI de participantes assintomáticos, melhora a SPA do joelho ipsilateral à articulação manipulada.

A razão pela qual foi escolhida a MV, de AVCA, da ASI é porque esta é ricamente inervada e a sua capsula articular possui proprioceptores e nociceptores. A ASI é inervada de L2-S3, que projeta sobre os principais nervos dos membros inferiores (nervo femoral e tibial), enquanto o quadrícipite (L2-L4) e a articulação do joelho (L2-S2) partilham níveis de raízes nervosas comuns. A informação aferente de uma destas estruturas pode alterar o sinal de todas as outras inervadas pelas mesmas raízes nervosas (Suter et al., 2000; Hillermann et al., 2006; Grindstaff et al., 2009; Grindstaff et al., 2012; Groisman et al., 2014). Desta forma, a MGP pode-se traduzir em respostas ao nível da articulação do joelho.

## **2 Métodos**

Este estudo randomizado controlado por placebo e duplamente cego, foi realizado com o intuito de avaliar os efeitos imediatos da MV, de AVCA da ASI, na SPA da articulação do joelho.

### **2.1 Participantes**

A população alvo desta investigação foi constituída por sujeitos assintomáticos, que foram recrutados através de um questionário eletrónico via online. A este questionário responderam 37 indivíduos dos quais 7 foram excluídos por não estarem de acordo com os critérios de elegibilidade, e 3 por incompatibilidade de horários. No decorrer do estudo 1 indivíduo abandonou a recolha de dados por razões pessoais.

Assim, foram recrutados para participar neste estudo 26 participantes assintomáticos (18 de sexo feminino), com idades compreendidas dos 18 e os 30 ( $\bar{X}$ ,  $\pm 24$ ; DP,  $\pm 4$  anos). Foram excluídos deste estudo indivíduos que apresentassem; aversão ao contacto manual; condições neurológicas periféricas ou centrais; com antecedentes de cirurgia lombar ou nas extremidades inferiores; situações em que a MV está contraindicada; presença de dor relacionada com a região lombar, sacroilíaca, ou com os membros inferiores no último mês; que tivessem realizado tratamento com terapia manipulativa nos 2 meses antecedentes à avaliação; gravidez; presença de diagnóstico de doenças sistémicas ou degenerativas; e uso regular de analgésicos ou anti-inflamatórios (Fig. 1). Não era permitido que os participantes tomassem qualquer tipo de fármaco analgésico ou anti-inflamatório 24 horas antes da sessão. Qualquer tipo de exercício com os membros inferiores ou com a coluna lombo-sagrada não era permitido por aproximadamente 24 horas antes da realização da sessão.

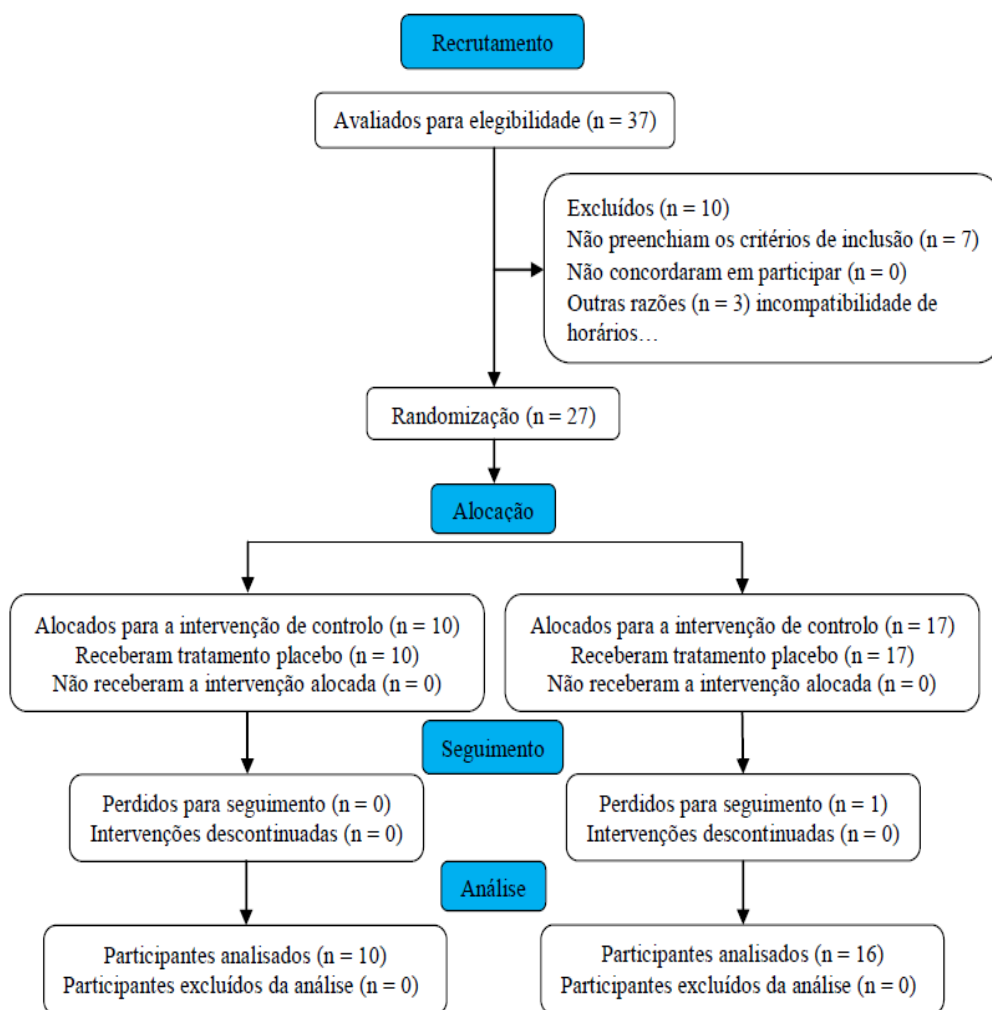


Fig 1. Diagrama de fluxo relativamente ao recrutamento de participantes, teste e análise

## **2.2 Instrumentos**

### *2.2.1 Sensação de posição articular (SPA)*

A SPA de um indivíduo é determinada pela sua aptidão em perceber um ângulo articular alvo ou posição articular e, posteriormente, após o membro ter voltado à posição de partida, reproduzir o ângulo pré-determinado. Para avaliar a SPA foi utilizado um dinamómetro isocinético (Biodex Medical Systems<sup>®</sup>, Inc. 20 Ramsey Road Shirley, New York) durante todo o procedimento de teste.

### *2.2.2 Tratamento placebo*

Foi utilizado um aparelho de ultrassons Sonoplus 692 (Enraf Nonius<sup>®</sup>, Rotterdam, Netherlands) na realização da simulação de terapia com ultrassons.

## **2.3 Procedimentos**

O estudo foi realizado no centro de estudos do movimento e atividade humana (CEMAH), na escola superior de tecnologias da saúde do Porto (ESTSP), Porto, Portugal. A investigação foi efetuada em ambiente controlado, onde os níveis de temperatura e humidade foram mantidos constantes. Cada participante integrou uma única sessão de tratamento que consistiu em avaliação da SPA, aplicação de uma técnica experimental (manipulação de AVCA global da pélvis) ou tratamento placebo (aplicação de ultrassons com o aparelho desligado), e posterior reavaliação da SPA. O procedimento que cada participante recebeu foi atribuído de forma aleatória através da utilização do software Microsoft Excel.

Após a avaliação pré-tratamento, os participantes saíam da sala onde esta foi realizada e dirigiram-se para outra sala onde um segundo investigador, que estava cego em relação aos dados recolhidos, aplicou uma das intervenções (manipulação ou placebo) direcionadas para ASI direita ou para o tensor da fáscia lata junto à articulação do joelho direito. Cinco minutos após os participantes terem entrado na sala onde foram realizadas as intervenções, saíam desta e voltavam à sala inicial para realizarem a reavaliação da SPA, da articulação do joelho, pelo investigador inicial que estava cego em relação ao tratamento administrado. Durante todo o protocolo experimental os participantes estavam cegos em relação aos dados recolhidos pelo dinamómetro isocinético e em relação às técnicas em teste, não sabendo em que grupo é que estavam alocados. O procedimento de reavaliação da SPA foi o mesmo utilizado inicialmente.

### *2.3.1 Avaliação da sensação de posição articular (SPA)*

A SPA é uma importante função do corpo humano, reconhecendo a localização das articulações, e um elemento essencial na manutenção do equilíbrio ou sensação cinestésica (Gong W., 2013). Esta capacidade consciente de posicionar um membro é uma função proprioceptiva altamente especializada e é de importância clínica a sua avaliação, uma vez que envolve o controlo do movimento e a estabilidade (Riemann et al., 2002; Goble, 2010; Costelo, 2010). A avaliação da SPA tenta minimizar as variáveis alheias no sentido de explorar a sensação proprioceptiva isolada, isto é conseguido através do “bloqueamento” da visão e da audição, embora, desta forma, estes testes não traduzem a performance normal do sistema proprioceptivo no mundo real, onde os indivíduos movem-se frequentemente em condições de carga, com a informação auditiva e visual disponível (Han et al., 2016). Embora exista uma contribuição por parte do input visual e vestibular na informação aferente para o SNC, no que diz respeito à posição corporal e equilíbrio (Lephart et al., 1997), os mecanorreceptores periféricos são os mais importantes de um ponto de vista clínico (Riemann & Lephart, 2002).

Os participantes posicionaram-se confortavelmente na posição de sentado, com o tronco a 85° flexão e a articulação do joelho a 90° a partir de máxima extensão. O côndilo lateral do fémur foi alinhado com o eixo de rotação do dinamómetro, a pélvis e o tórax foram firmemente fixos com cintas, de acordo com as especificações do dispositivo. A perna em teste não foi fixa com as cintas, para que estas não estimulasse os mecanorreceptores cutâneos. Foi dada atenção para que a prega poplíteia estivesse longe do limite da cadeira, para que desta forma a articulação do joelho pudesse completar o movimento com o mínimo de estimulação de mecanorreceptores dessa região. A perna em teste também foi estabilizada no braço do dinamómetro com cintas de velcro ao nível do tornozelo. A distância desde a linha de ação da força aplicada pela perna no dinamómetro até ao centro de rotação do braço do mesmo foi mantida constante, ao longo do procedimento de teste, em cada participante. Somente a perna ipsilateral à ASI em teste foi avaliada no dinamómetro isocinético. Os participantes foram vendados para que fosse eliminada a informação visual, e foram colocados tampões nos ouvidos para que não houvesse interferência da informação vestibular (reduzindo o ruído provocado pelo dispositivo).

Para avaliar a SPA todos os participantes completaram 3 ensaios de 60° e 30° de extensão do joelho, e 3 replicações desses mesmos ângulos de forma ativa e passiva, num total de 12 registos cada. O teste iniciou-se sempre na posição de 90° de flexão do joelho. A

posição alvo pré-determinada da articulação do joelho foi apresentada aos participantes por um curto período de tempo (5 segundos), tendo sido pedido a estes que se concentrassem e memorizassem esta posição.

Na reprodução ativa, o membro dos participantes foi movido pelo investigador até ao ângulo alvo desejado ( $60^\circ$  ou  $30^\circ$ ), e uma vez retornado à posição inicial ( $90^\circ$ ), foi pedido que movessem a perna de forma ativa para replicarem a posição demonstrada anteriormente. Assim que os sujeitos achassem que o ângulo em teste era atingido, premiam um botão de “stop” para que o registo fosse efetuado. Na reprodução passiva, o membro dos participantes



**Figura 1** – Posicionamento dos participantes no dinamómetro isocinético para realizar as avaliações da SPA

foi movido pelo investigador até ao ângulo pré-selecionado ( $60^\circ$  ou  $30^\circ$ ). Uma vez retornado à posição de inicial de partida ( $90^\circ$ ), a articulação foi movida pelo dispositivo isocinético a uma velocidade constante de  $0.25^\circ/s$ . Os indivíduos premiam o botão de “stop” assim que achassem que o ângulo alvo demonstrado anteriormente era alcançado, para que desta forma o dispositivo efetuasse o registo do teste.

Depois da colheita de dados, foi realizada a média das 3 replicações efetuadas (ativa e passiva a 30° e a 60°) para cada participante. A margem de erro entre o ângulo demonstrado e o reproduzido foi considerada para análise da SPA. O erro absoluto (EA) foi avaliado para registar a magnitude do erro, e foi calculado como a diferença absoluta (em qualquer direção) entre o angulo apresentado e a reprodução do mesmo, correspondendo à média aritmética do erro individual, determinando a precisão do participante na reprodução da posição. A performance proprioceptiva foi determinada pelas médias dos valores de erro absoluto (EA).

### 2.3.2 *Manipulação global da pélvis (MGP)*

As intervenções realizadas foram administradas por um osteopata com mais de 5 anos de experiência clínica em terapia manipulativa. A manipulação da ASI utilizada nesta investigação foi a MGP. Esta forma de terapia manual baseia-se num procedimento onde é realizado um impulso de AVCA que permite uma abertura global da ASI e da faceta articular da quinta vertebra lombar (L5) sobre a primeira vertebra sagrada (S1). Assim, o objetivo da MGP é abrir de forma inespecífica três articulações, a faceta articular lombosacra, e o polo superior e inferior da ASI.

A MGP utilizada neste estudo está descrita em Ricard (2005). Os participantes colocaram-se em decúbito lateral esquerdo em posição clássica de “lombar roll”. O membro inferior esquerdo foi colocado em extensão e em contacto com a marquesa de tratamento, enquanto a coluna lombar era mantida em posição neutra. O terapeuta posicionou-se em frente ao paciente, à altura da pélvis, e virado em direção à cabeça do mesmo. A mão direita do terapeuta foi colocada sobre o peitoral direito dos participantes e o antebraço esquerdo sobre a ASI em direção à crista ilíaca. De seguida, o terapeuta efetuou uma ligeira rotação pélvica e flexão do membro inferior direito (ao nível da articulação da coxofemoral e do joelho) até ter a perceção da existência de tensão ao nível da segunda vertebra sagrada (S2). A mão direita do terapeuta realizou uma ligeira rotação do tronco para controlar a parte superior do corpo do participante. O antebraço esquerdo produziu um contato com a ASI e com a crista ilíaca para executar uma tensão sobre o segmento L5 e sobre o braço maior e braço menor da ASI. De seguida, o terapeuta executou uma tensão adicional em três fases: 1 – para a faceta lombo-sagrada, a mão do terapeuta aumentou a rotação até perceber uma tensão em L5; 2 – para o braço menor da ASI, o antebraço caudal empurrou a pélvis para cima em direção à perna direita do terapeuta; 3 – para o braço maior da ASI, o antebraço empurrou a parte inferior da ASI em direção da pélvis do terapeuta, obtendo assim as 3 tensões pré-manipulativas. Estas três reduções foram mantidas enquanto o terapeuta adicionou uma

compressão para abrir a ASI. O joelho do terapeuta foi colocado sobre o joelho do participante, que se encontrava em flexão, para alcançar o contacto. Um impulso “kick” foi realizado de forma a aumentar todos os parâmetros e a compressão em direção ao solo. O terapeuta monitorizou a cavitação que acompanha a manipulação, e se o “estalido” não fosse audível durante a primeira tentativa de manipulação, o participante era reposicionado, e o procedimento era repetido uma segunda vez. Se após 3 tentativas a cavitação não fosse conseguida a investigação seguia o seu curso.

### 2.3.3 *Tratamento placebo*

Para o tratamento placebo, foi realizada uma simulação de terapia com ultrassons (aparelho desligado). Os participantes foram posicionados em decúbito lateral esquerdo (mesma posição em que foi realizada a TVM) e foi simulada a terapia com ultrassons, na região do tensor da fáscia lata junto à articulação do joelho, durante 5 minutos.

## 2.4 **Ética**

O protocolo foi aprovado pela comissão de ética da Escola superior de tecnologias da saúde do Porto (ESTSP), Porto, Portugal. Todos os participantes assinaram um consentimento informado, de acordo com a declaração de Helsínquia, antes de participarem neste estudo.

## 2.5 **Estatística**

A análise estatística foi realizada através do *software IBM SPSS Statistics®* versão 23.0, com um nível de significância de 0.05.

O teste Mann-Whiney foi utilizado para identificar diferenças entre os grupos e o teste de Wilcoxon para identificar diferenças entre momentos. Recorreu-se a testes não paramétricos uma vez que o pressuposto da normalidade, verificado por meio do teste Shapiro-Wilk, não foi garantido.

Como estatística descritiva foi utilizada a mediana e os respetivos percentis 25 e 75 assim como a média e o desvio padrão para a caracterização da amostra.

## 3 **Resultados**

A amostra final foi constituída por 26 participantes dos quais 16 foram alocados ao GE (2 sexo masculino) e 10 ao GC (6 sexo masculino). No momento inicial os grupos foram

considerados comparáveis, uma vez que não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os eles, no que respeita à idade e ao índice de massa corporal (IMC) ( $p > 0.05$ ) (tabela 1).

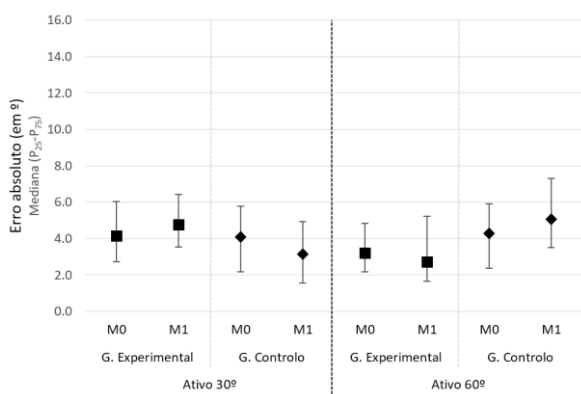
Tabela 1. Caracterização da amostra estudada

	Grupo				Diferenças entre grupos	
	Experimental n=16		Controlo n=10			
	Média (DP)	Mediana (P <sub>25</sub> - P <sub>75</sub> )	Média (DP)	Mediana (P <sub>25</sub> - P <sub>75</sub> )	Teste Mann-Whitney	Valor p
<b>Idade</b> (anos)	24.38 (4.47)	27.00 (20.00 - 28.00)	26.80 (4.18)	28.50 (22.50 - 30.00)	41.00	0.037
<b>IMC</b> (kg/m <sup>2</sup> )	24.60 (4.24)	22.54 (21.61 - 26.51)	24.37 (4.27)	23.50 (20.53 - 27.49)	78.00	0.938

\*IMC- índice da massa corporal; DP-desvio padrão; as diferenças entre grupos foram calculadas com um nível de significância de 95%.

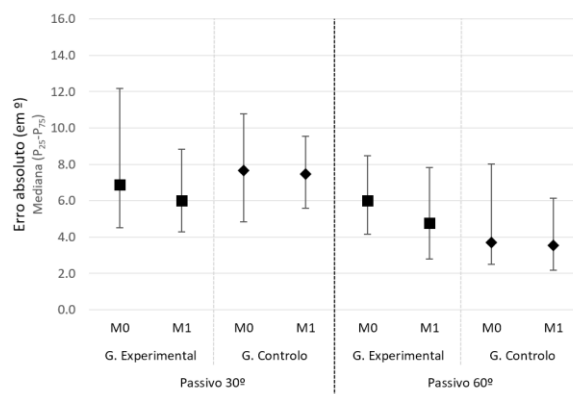
Também não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nas variáveis de erro absoluto da SPA na avaliação pré-tratamento em ambos os grupos, experimental e placebo (Figura 3 e 4).

Figura 1 - Alterações da SPA a 30° e 60° ativo



\*Variação da amplitude da SPA ativa, antes a após cada intervenção. Não existiram alterações significativas em ambos os grupos, antes e após os procedimentos ( $p > 0.05$ ).

Figura 3 - Alterações da SPA a 30° e 60° passivo



\*Variação da amplitude da SPA passiva, antes a após cada intervenção. Não existiram alterações significativas em ambos os grupos, antes e após os procedimentos ( $p > 0.05$ ).

No momento final (pós-tratamento) não foram descobertas alterações significativas entre ambos os grupos no que concerne à SPA ativa e passiva a 30° e a 60° ( $p > 0.05$ ) (Figura 2 e 3). Estes resultados foram concordantes com a ausência de diferenças entre os momentos pós-tratamento em ambos os grupos (experimental e placebo). Assim, o GE não apresentou

alterações dignas de registo, que indicassem que a técnica empregue neste estudo tenha realizado variações da SPA.

## 4 Discussão

A MV é uma técnica manual frequentemente utilizada no tratamento de disfunções cervicais e lombares, agudas e crónicas, entre outras condições musculoesqueléticas (Orakifar et al., 2012; Yu et al., 2012; Fryer & Pearce, 2012; Passmore & Descarreaux, 2012; Savva et al., 2014; Molina-Ortega et al., 2014). No entanto, o efeito desta técnica no sistema propriocetivo ainda apresenta um escasso número de estudos.

Os resultados obtidos no presente estudo demonstraram não existir diferenças estatisticamente significativas que evidenciassem que a MV, com impulso de AVCA direcionado para a ASI, produzisse efeitos ao nível da propriocepção do joelho ipsilateral à articulação manipulada em indivíduos assintomáticos. Desta forma, a hipótese estabelecida inicialmente não foi observada. Os dados recolhidos contrastam com aqueles encontrados por Haavik & Murphy (2011) que investigaram os efeitos da MV cervical, com impulso de AVCA, na SPA do cotovelo de participantes assintomáticos mas com história de dor cervical subclínica. Os autores concluíram que uma única sessão de MV cervical melhora a precisão da SPA do cotovelo, sugerindo que a técnica utilizada tem um efeito neuromodulatório benéfico, podendo alterar o processamento somatossensorial, a integração sensoriomotora de um input do membro superior, e o controlo motor dos músculos do membro superior.

Uma possível justificação relativamente à existência de resultados díspares entre estudos, prende-se com o facto de a coluna cervical possuir uma maior resposta à TVM, pois esta é mais densa em fusos musculares, OTG, recetores articulares, e aferentes do tipo III e IV do que a coluna lombar e sacroilíaca. (Dishman et al., 2002; Dishman & Burke, 2002; Dishman & Burke, 2003; Potter et al., 2006; Vaughan et al., 2007; Thomson et al., 2009; Orakifar et al., 2012).

De realçar que os participantes que foram incluídos na presente investigação estavam livres de sintomas e patologias ao nível da ASI e da articulação do joelho, sendo possível que estes não tenham tido a capacidade para permitir grandes alterações ao nível da propriocepção. É provável que indivíduos com um nível de disfunção propriocetiva associada a lesão ou traumatismo respondam de forma diferente à aplicação da MV, com a apresentação de melhorias na propriocepção, nomeadamente na SPA, como demonstradas em estudos

prévios. Alguns autores sugerem que o estado clínico dos pacientes parece ter um papel proeminente na presença de respostas fisiológicas associadas à MV (Colloca et al., 2004), e que perante uma população sintomática os efeitos da MV poderão ser suficientes para produzir um efeito terapêutico notável (Krouwel et al., 2010).

O efeito da manipulação com impulso de AVCA foi previamente investigado por Learman et al., (2009) para determinar o resultado desta na propriocepção de sujeitos com passado de dor lombar. Os resultados apresentados sugerem que a TVM teve efeitos imediatos, mas pequenos, na propriocepção lombopélvica. No entanto, estes autores recorreram a um dinamómetro isocinético para avaliar a SPA local à região manipulada, ao invés do que foi realizado no presente estudo, no qual foi avaliada o efeito da manipulação à distância. Também, a técnica manipulativa empregue na investigação conduzida por Learman et al., (2009) foi direcionada para segmentos lombares disfuncionais, enquanto a utilizada nesta investigação foi a MGP, e segundo o nosso conhecimento foi o primeiro estudo realizado no qual foi avaliada a SPA do joelho no seguimento de uma MV com impulso de AVCA. A diferença das técnicas manipulativas utilizadas entre estudos poderá também ser uma das causas para a divergência entre os resultados encontrados.

No entanto, aquando da investigação de outros outcomes, a literatura existente apresenta resultados contraditórios relativamente ao efeito da MV em sujeitos assintomáticos. Alguns autores (Fernández-de-las-Peñas et al., 2007; Perry & Green, 2008; Dishman et al., 2008; Dunning & Rushton, 2009; Grindstaff et al., 2009; Krouwel et al., 2010; Orakifar et al., 2012; Fryer et al., 2012; Yu et al., 2012; Willett et al., 2010; Molina-Ortega et al., 2014; Deutschmann et al., 2015) demonstraram a existência de resultados significativos em vários aspetos, como na excitabilidade dos motoneurónios, na força, na dor, na atividade eletromiográfica, na velocidade, e na performance, enquanto outros investigadores (Palmgren et al., 2009; Thomson et al., 2009; Cardinale et al., 2015; Sanders et al., 2015) não conseguiram obter significância estatística após a MV de participantes assintomáticos, em outcomes como, a dor, a força, a precisão e a função neuromuscular.

Relativamente à amostra, que incluiu este ensaio, pode observar-se uma reduzida percentagem de indivíduos do sexo masculino ( $\pm 31\%$  da amostra total), no entanto, segundo Cug et al., (2016) o sexo não tem impacto no controlo dinâmico postural nem na propriocepção quando testada em cadeia cinética aberta (CCA).

Apesar de não se ter observado efeitos significantes da MV em indivíduos assintomáticos, estudos futuros que contemplem uma maior amostra e sujeitos sintomáticos poderão ser pertinentes para poder examinar e elucidar os efeitos da manipulação com impulso de AVCA da ASI na propriocepção da articulação do joelho. Além disso, apenas os efeitos imediatos foram investigados no decorrer da TVM, mais pesquisas que destaquem os efeitos a longo prazo poderiam ser realizadas.

## 5 Conclusão

A realização da MV com impulso de AVCA direcionada para a ASI parece não produzir alterações significativas a curto prazo na SPA, na articulação do joelho, em participantes assintomáticos.

## 6 Agradecimentos

Agradeço a todos que fizeram com que este estudo pudesse ser realizado, em especial àqueles que demonstraram total disponibilidade para, de certa forma, ajudar à conclusão desta investigação.

## 7 Referências bibliográfica

Ageberg, E., Flenhagen, J., & Ljung, J. (2007). Test-retest reliability of knee kinesthesia in healthy adults. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 8, 1-7.

Ageberg, E., Björkman, A., Rosén, B., Lundborg, G., & Roos, E.M. (2009). Principles of brain plasticity in improving sensorimotor function of the knee and leg in healthy subjects: A double-blind randomized exploratory trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 13, 1-8.

Bialosky, J.E., Bishop, M.D., Price, D.D., Robinson, M.E., & George, S.Z. (2009). The mechanisms of manual therapy in the treatment of musculoskeletal pain: A comprehensive model. *Manual Therapy*, 14, 531-538.

Bialosky, J.E., Simon, C.B., Bishop, M.D., & George, S.Z. (2012). Basis for spinal manipulative therapy: A physical therapist perspective. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22, 643-647.

Bolton, P.S., & Budgell, B. (2012). Visceral responses to spinal manipulation. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22, 777-784.

Cardinale, M., Boccia, G., Greenway, T., & Owain, E. (2015). The acute effects of spinal manipulation on neuromuscular function in asymptomatic individuals: A preliminary study. *Physical Therapy in Sport*, 16, 121-126.

Colloca, C.J., Keller, T.S., & Gunzburg, R. (2004). Biomechanical and neurophysiological responses to spinal manipulation in patients with lumbar radiculopathy. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 27, 1-15.

Colloca, J.C., Keller, T.S., Harrison, D.E., Moore, R.J., Gunzburg, R., & Harrison, D.D. (2006). Spinal manipulation force and duration affect vertebral movement and neuromuscular responses. *Clinical Biomechanics*, 21, 254-262.

Coronado, R.A., Gay, C.W., Bialosky, J.E., Carnaby, G.D., Bishop, M.D., & George, S.Z. (2012). Changes in pain sensitivity following spinal manipulation: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22, 752 – 767.

Costello, J.T., & Donnelly, A.E. (2010). Cryotherapy and Joint Position Sense in Healthy Participants: A Systematic Review. *Journal of Athletic Training*, 45 (3), 306-316.

Cug, M., Wikstrom, E.A., Golshaei, B., & Kirazci, S. (2016). The Effects of Sex, Limb Dominance, and Soccer Participation on Knee Proprioception and Dynamic Postural Control. *Journal of Sport Rehabilitation*, 25, 31-39.

Deutschmann, K.C., Jones, A.D., Korporaal, C.M. (2015). A non-randomised experimental feasibility study into the immediate effect of three different spinal manipulative protocols on kicking speed performance in soccer players. *Chiropractic & Manual Therapies*, 23 (1), 1-10.

Dishman, J.D., Ball, K.A., & Burke, J. (2002). Central Motor Excitability Changes After Spinal Manipulation: A Transcranial Magnetic Stimulation Study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 25, 1-9.

Dishman, J.D., Cunningham, B.M., & Burke, J. (2002). Comparison of tibial nerve H-reflex excitability after cervical and lumbar spine manipulation. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 25, 318-25.

Dishman, J.D., Greco, D.S., & Burke, J.R. (2008). Motor-evoked potentials recorded from lumbar erector spinae muscles: a study of corticoespinal excitability changes associated with spinal manipulation. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 31, 258-270.

Dunning, J., & Rushton, A. (2009). The effects of cervical high-velocity low-amplitude thrust manipulation on resting electromyographic activity of the biceps brachii muscle. *Manual Therapy*, 14, 508-513.

Evans, D.W. (2002). Mechanisms and effects of spinal high-velocity, low-amplitude thrust manipulation: previous theories. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 25, 251-62.

Ferreira, M.L., Ferreira, P.H., & Hodges, P.W. (2007). Changes in postural activity of the trunk muscles following spinal manipulative therapy. *Manual Therapy*, 12, 240-248.

Fernández-de-las-Peñas, C., Pérez-de-Heredia, M., Brea-Rivero, M., & Miangolarra-Page, J.C. (2007). Immediate Effects on Pressure Pain Threshold Following a Single Cervical Spine Manipulation in Healthy Subjects. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 37 (6), 325-329.

Fryer, G., & Pearce, A.J. (2012). The effect of lumbosacral manipulation on corticoespinal and spinal reflex excitability on asymptomatic participants. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 35, 86-93.

Gilman, S. (2002). Joint position sense and vibration sense: anatomical organisation and assessment. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 73, 473-477.

Goble, D.J. (2010). Proprioceptive Acuity Assessment Via Joint Position Matching: From Basic Science to General Practice. *Physical Therapy*, 90, 1176-1184.

Gong, W. (2013). Effects of Cervical Joint Manipulation on Joint Position Sense of Normal Adults. *Journal of Physical Therapy Science*, 25, 721-723.

Grindstaff, T.L., Hertel, J., Beazell, J.R., Magrum, E.M., Kerrigan, D.C., & Fan, X., Ingersoll, C.D. (2012). Lumbopelvic Joint Manipulation and Quadriceps Activation of People With Patellofemoral Pain Syndrome. *Journal of Athletic Training*, 47 (1), 24-31.

Grindstaff, T.L., Hertel, J., Beazell, J.R., Magrum, E.M., & Ingersoll, C.D. (2009). Effects of lumbopelvic joint manipulation on quadriceps activation and strength in healthy individuals. *Manual Therapy*, 14, 415-420.

Grob, K.R., Kuster, M.S., Higgins, S.A., Lloyd, D.G., & Yata, H. (2002). Lack of correlation between diferente measurements of proprioception in the knee. *Journal of bone & joint surgery*, 84, 614-618.

Groisman, S., Silva, L., Rocha, N., Hoff, F., Rodrigues, M.E., Ehlers, JÁ., & Diniz, L.R. (2014). H-reflex responses to High-Velocity Low-Amplitude manipulation in asymptomatic adults. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 17, 160-166.

Han, J., Waddington, G., Adams, R., Anson, J., & Liu, Y. (2016). Assessing proprioception: A critical review of methods. *Journal of Sport and Health Science*, 5, 80-90.

Haavik, H., & Murphy, B. (2011). Subclinical neck pain and the effects of cervical manipulation on elbow joint position sense. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 34, 88-97.

Hillermann, B., Gomes, A.N., Korporaal, C., & Jackson, D. (2006). A pilot study comparing the effects of spinasl manipulative therapy with those of extra-spinal manipulative therapy on quadriceps muscle strength. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 29, 145-149.

Kiran, D., Carlson, M., Medrano, D., & Smith, D.R. (2010). Correlation of three different knee joint position sense measures. *Physical Therapy in Sport*, 11, 81-85.

Krouwel, O., Hebron, C., & Willett, E. (2010). An investigation into the potential hypoalgesic effects of diferente amplitudes of PA mobilisations on the lumbar spine as measured by pressure pain thresholds (PPT). *Manual Therapy*, 15, 7-12.

Learman, K.E., Myers, J.B., Lephart, S.M., Sell, T.C., Kems, G.J., & Cook, C.E. (2009). Effects of spinal manipulation on trunk proprioception in subjects with chronic low back pain during symptom remission. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 32, 118-126.

Lelic, D., Niazi, I.K., Holt, K., Jochumsen, M., Dremstrup, K., Yielder, P., Murphy, B., Drewes A.M., & Haavik, H. (2016). Manipulation of Dysfunctional Spinal Joints Affects Sensorimotor Integration in the Prefrontal Cortex: A Brain Source Localization Study. *Neural Plasticity*, 1-9.

Lephart, S.M., Pincivero, D.M., Giraldo, J.L., & Fu, F.H. (1997). The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *The american journal of sports medicine*, 25, 130-137.

Li, L., Ji, Z.Q., Li, Y.X., & Liu, W.T. (2015). Correlation study of knee joint proprioception test results using common test methods. *Journal of Physical Therapy Science*, 28, 478-482.

Molina-Ortega, F., Lomas-Veja, R., Hita-Contreras, F., Manzano, G.P., Achalandabaso, A., Ramos-Morcillo, A.J., & Martínez-Amat, A. (2014). Immediate effects of spinal manipulation on nitric oxide, substance P and pain perception. *Manual Therapy*, 19, 411-417.

Orakifar, N., Kamali, R., Pirouzi, S., & Jamshidi, F. (2012). Sacroiliac Joint Manipulation Attenuates Alpha-Motoneuron Activity in Healthy Women: A Quasi-Experimental Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93, 56-61.

Palmgren, P.J., Lindeberg, A., Nath, A., & Heikkilä, H. (2009). Head repositioning accuracy and posturography related to cervical facet nerve blockade and spinal manipulative therapy in healty volunteers: a time series study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 32, 193-202

Passmore, S.R., & Descarreaux, M. (2012). Performance based objective outcome measures and spinal manipulation. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22, 697-707.

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, 492-499.

Pickar, J.G. (2002). Neurophysiological effects of spinal manipulation. *The Spine Journal*, 2, 357-371.

Pickar, J.G., & Bolton, P.S. (2012). Spinal manipulative therapy and somatosensory activation. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22, 785-794.

Pickar, J.G., & Wheeler, J.D. (2001). Response of Muscle Proprioceptors to Spinal Manipulative-like Loads in the Anesthetized Cat. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 24, 2-11.

Potter, L., McCarthy, C., & Oldham, J. (2006). Algometer reliability in measuring pain pressure threshold over normal spinal muscles to allow quantification of anti-nociceptive treatment effects. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 9, 113-119.

Proske, U., & Gandevia, S.C. (2012). The Proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiological Reviews*, 92, 1651-1697.

Reed, W.R., Long, C.R., Kawchuk, G.N., & Pickar, J.G. (2014). Neural responses to the mechanical parameters of a high-velocity, low-amplitude spinal manipulation: effect of preload parameters. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 37, 68-78.

Ricard, F. (2005). *Tratamiento osteopático de las algias lumbopélvicas*. (3ª ed). Madrid, España: Editorial medica panamericana.

Riemann, B.L., & Lephart, S.M. (2002). The Sensorimotor System, Part I: The Physiologic Basis of Functional Joint Stability. *Journal of Athletic Training*, 37(1), 71-79.

Riemann, B.L., & Lephart, S.M. (2002). The Sensorimotor System, Part II: The Role of Proprioception in Motor Control and Functional Joint Stability. *Journal of Athletic Training*, 37, 80-84.

Riemann, B.L., Meyers, J.B., & Lephart, S.M. (2002). Sensorimotor System Measurement Techniques. *Journal of Athletic Training*, 37, 85-98.

Şahin, N., Bianco, A., Patti, A., Paoli, A., Palma, A., & Ersöz, G. (2015). Evaluation of knee joint proprioception and balance of young female volleyball players: a pilot study. *Journal of Physical Therapy Science*, 27, 437-440.

Sanders, G.D., Nitz, A.J., Abel, M.G., Symons, T.B., Sapiro, R., Black, W.S., & Yates, J.W. (2015). Effects of Lumbosacral Manipulation on Isokinetic Strength of the Knee Extensors and Flexors in Healthy Subjects: A Randomized, Controlled, Single-Blind Crossover Trial. *Journal of Chiropractic Medicine*, 14, 240-248.

Savva, C., Giaka, G., & Efstathiou, M. (2014). The role of the descending inhibitory pain mechanism in musculoskeletal pain following high velocity, low amplitude thrust manipulation. A review of the literature. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 00, 1-6.

Sillevis, R., & Cleland, J. (2011). Immediate effects of the audible pop from a thoracic spine thrust manipulation on the autonomic nervous system and pain: a secondary analysis of a randomized clinical trial. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 34, 37-45.

Smith, T.O., Davies, L., & Hing, C.B. (2013). A systematic review to determine the reliability of knee joint position sense assessment measures. *The Knee*, 20, 162-169.

Suter, E., McMorland, G., Herzog, W., & Bray, R. (2000). Conservative Lower Back Treatment Reduces Inhibition in Knee-Extensor Muscles: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 23, 76-80.

Taylor, H.H., & Murphy, B. (2010). The effects of spinal manipulation on central integration of dual somatosensory input observed after motor training: a crossover study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 33, 261-272.

Taylor, H.H., Holt, K., & Murphy, B. (2010). Exploring the Neuromodulatory Effects of the Vertebral Subluxation and Chiropractic Care. *Chiropractic Journal of Australia*, 40, 37-44.

Thomson, O., Haig, L., & Mansfield, H. (2009). The effects of high-velocity low-amplitude thrust manipulation and mobilisation techniques on pressure pain threshold in the lumbar spine. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 12, 56-62.

Vaughan, B., McLaughlin, P., & Gosling, C. (2007). Validity of an electronic pressure algometer. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 10, 24-28.

Wright, A. (1995). Hypoalgesia post-manipulative therapy: a review of a potential neurophysiological mechanism. *Manual Therapy*, 1, 11-16.

Willett, E., Hebron, C., & Krouwel, O. (2010). The initial effects of different rates of lumbar mobilisations on pressure pain thresholds in asymptomatic subjects. *Manual Therapy*, 15, 173-178.

Yu, X., Wang, X., Zhang, J., & Wang, Y. (2012). Changes in pressure pain thresholds and basal electromyographic activity after instrument assisted spinal manipulative therapy in asymptomatic participants: a randomized, controlled trial. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 35, 437-445.

