

José Lúcio de Oliveira Dantas Júnior

**Efeitos imediatos da manipulação vertebral em parâmetros  
biomecânicos e fisiológicos**

Universidade Fernando Pessoa  
Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, julho de 2021.



José Lúcio de Oliveira Dantas Júnior

**Efeitos imediatos da manipulação vertebral em parâmetros  
biomecânicos e fisiológicos**

Universidade Fernando Pessoa  
Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, julho de 2021.

José Lúcio de Oliveira Dantas Júnior

## **Efeitos imediatos da manipulação vertebral em parâmetros biomecânicos e fisiológicos**

### **Declaração do autor**

Declaro que o trabalho apresentado foi levado a cabo de acordo com o regulamento da Universidade Fernando Pessoa - Faculdade de Ciências da Saúde – Porto. O trabalho é original, exceto onde indicado por referência especial no texto. Quaisquer visões expressas são as do autor e não representam de modo algum as visões da Universidade Fernando Pessoa - Faculdade de Ciências da Saúde - Porto. Este trabalho, no todo ou em parte, não foi apresentado para avaliação noutras instituições de ensino superior portuguesas ou estrangeiras.

Dissertação apresentada à Universidade  
Fernando Pessoa, orientada pelo Mestre  
Adérito Seixas, como parte dos requisitos  
para obtenção do grau de Mestre  
em Fisioterapia Desportiva.

Assinatura: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

## RESUMO

**Introdução:** A manipulação vertebral (MV) tem sido teorizada como capaz de influenciar a função biomecânica vertebral e dos tecidos moles, levando a uma modulação da atividade muscular e aumento da amplitude de movimento articular. A aplicação desta em atletas pode levar a alterações biomecânicas e fisiológicas, como: amplitude de movimento torácico (ADM), senso de posição articular (SPA), frequência cardíaca (FC) e saturação parcial de oxigênio (SatO<sub>2</sub>). O objetivo deste estudo foi investigar quais os benefícios da manipulação vertebral nos jogadores de andebol.

**Metodologia:** Participaram do estudo 20 indivíduos do sexo feminino, sendo 13 atletas de andebol e 7 não-atletas. As participantes foram distribuídas aleatoriamente em 2 grupos, intervenção e placebo, sendo submetidas à manipulação vertebral de T4 e a uma técnica de MV placebo, respectivamente. Os parâmetros biomecânicos e fisiológicos foram avaliados antes e após a manipulação.

**Principais resultados:** No presente estudo foi encontrada uma diminuição na FC tanto no grupo placebo quanto no grupo intervenção, principalmente quando comparadas as variáveis M0 (antes da MV) e M3 (2 minutos após a MV). Na SatO<sub>2</sub> não se verificaram alterações significativas ao comparar os diferentes momentos de avaliação, em nenhum dos grupos em estudo. Na ADM dorsal na comparação grupo placebo x intervenção depois da MV houve alterações estatisticamente significativas. Em relação ao SPA a 60° após a intervenção houve aumento do EA (erro absoluto) e ER (erro relativo) no grupo placebo, e no grupo intervenção houve aumento do EA, ER e EV (erro variável). No grupo Placebo os valores de ER a 120° são significativamente mais elevados DM (depois da manipulação) do que AM (antes da manipulação). No grupo intervenção as diferenças não são estatisticamente significativas a 120°.

**Conclusão:** No presente estudo não confirmamos as hipóteses previamente elencadas. As variáveis pesquisadas não seguiram o padrão de excitação do SNS. Novos estudos avaliando o controle neuromotor e cinemática segmentar da coluna, podem ajudar a esclarecer como a MV contribuirá para melhoria da performance atlética.

**Palavras-chave:** Manipulação vertebral; coluna torácica (dorsal); andebol; senso de posição articular; amplitude de movimento; frequência cardíaca; saturação parcial de oxigênio.

## ABSTRACT

**Introduction:** Vertebral manipulation (VM) has been theorized as capable of influencing vertebral biomechanical and soft tissue function, leading to a modulation of muscle activity and increased range of joint movement. The application of this in athletes can lead to biomechanical and physiological changes, such as: thoracic range of motion (ROM), position sense joint (PSJ), heart rate (HR) and partial oxygen saturation (SatO<sub>2</sub>). The aim of the study was to investigate the benefits of spinal manipulation in handball players.

**Methodology:** Twenty female individuals participated in the study, 13 handball athletes and 7 non-athletes. Participants were randomly distributed into 2 groups, intervention and placebo, and underwent spinal manipulation of T4 and a placebo VM technique, respectively. Biomechanical and physiological parameters were evaluated before and after manipulation.

**Main results:** In the present study, a decrease in HR was found both in the placebo group and in the intervention group, especially when comparing the variables M0 (before VM) and M3 (2 minutes after VM). In SatO<sub>2</sub> there were no significant changes when comparing the different moments of evaluation, in none of the study groups. In the dorsal ROM, when comparing placebo group x intervention after VM, there were statistically significant changes. In relation to PSJ at 60° after the intervention, there was an increase in AE (absolute error) and RE (relative error) in the placebo group, and in the intervention group there was an increase in AE, RE and VE (variable error). In the Placebo group the RE values at 120° are significantly higher AM (after manipulation) than BM (before manipulation). Intervention group the differences are not statistically significant at 120°.

**Conclusion:** In the present study, we do not confirm the hypotheses previously listed. The studied variables did not follow the SNS excitation pattern. New studies evaluating neuromotor control and spinal segmental kinematics may help to clarify how VM will contribute to improved athletic performance.

**Key-words:** spine manipulation; thoracic spine; handball; joint position sense; range of movement; heart rate; partial oxygen saturation.

## **Agradecimentos**

Primeiramente a Deus, pois sem Ele nada é possível.

Aos meus pais, a quem devo tudo o que sou e conquistei nesta vida. Ao ensinarem-me conceitos e exemplos sólidos como justiça, dedicação, perseverança e amor ao próximo e ao que se faz.

À minha esposa, Cristiana, por ser companheira inseparável de todos os momentos, sempre estimulando-me.

Às minhas filhas e filho, e irmãos pelo amor incondicional, carinho, compreensão e apoio contínuos.

Ao meu orientador Professor Mestre Adérito Seixas, o desenvolvimento da dissertação não teria sido possível sem o vosso contributo, incentivo, desafio e acompanhamento.

À Professora Mestra Joana Azevedo por ter contribuído em muitos momentos de dúvidas.

Ao Tribunal de Justiça do Estado de Sergipe, em especial ao Desembargador Cezário Siqueira Neto e ao Magistrado Gilson Félix, que me permitiram a realização de mais esta etapa da minha vida.

Enfim, a todas as pessoas, que sempre me incentivaram e torceram pelo meu sucesso na vida pessoal e profissional.

Para finalizar, meus sinceros e eternos agradecimentos!

## Índice geral

Índice de figuras.....	X
Índice de tabelas.....	XI
Índice de abreviaturas.....	XII
I. INTRODUÇÃO.....	1
II. DESENVOLVIMENTO.....	7
2.1. Anatomofisiologia.....	7
2.2. Biomecânica.....	10
2.3. Disfunção do Movimento.....	12
2.4. Efeitos da MV na Fisiologia do SNC.....	13
2.5. Efeitos da MV sobre Condições Articulares e Musculoesqueléticas.....	17
2.6. Propriocepção e Controle Motor.....	24
2.7. Senso de Posição Articular.....	27
2.8. Implicações Clínicas.....	28
III. OBJETIVOS E HIPÓTESES.....	30
3.1. Objetivo geral.....	30
3.2. Objetivos específicos.....	30
3.3. Hipóteses.....	30
IV. METODOLOGIA.....	31
4.1. Participantes.....	31
4.2. Recrutamento de Voluntários.....	32
4.3. Procedimentos Éticos.....	32
4.4. Material e Instrumentos.....	32
4.5. Aplicação dos Critérios de Elegibilidade.....	33
4.6. Protocolo de Avaliação da ADM da Rotação Dorsal.....	33
4.7. Protocolo de Avaliação do Senso de Posição Articular.....	34
4.8. Protocolo de Avaliação dos Parâmetros Cardiovasculares.....	36
4.9. Protocolo de Aplicações das Técnicas de MV.....	36
4.10. Protocolo de Aplicações das Técnicas de Placebo.....	37
4.11. Procedimentos Estatísticos.....	37
V. RESULTADOS.....	39

5.1. Caracterização da amostra.....	39
VI. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	45
6.1.Comparação dos parâmetros idade, peso, altura e IMC.....	45
6.2. Comparação dos parâmetros FC, SatO <sub>2</sub> , ADM dorsal e SPA entre atletas e não-atletas antes da intervenção.....	45
6.3. Efeitos da MV na amplitude de movimento de rotação dorsal .....	45
6.4. Efeitos da MV na avaliação do senso de posição articular.....	46
6.5. Efeitos da MV na avaliação dos parâmetros cardiovasculares.....	48
VII. CONCLUSÃO.....	50
VIII.REFERÊNCIAS.....	51
IX.ANEXOS.....	68
9.1. Anexo I - Formulário de Consentimento Informado.....	68
9.2. Anexo II – Questionário de Caracterização da Amostra.....	69

## Índice de figuras

Figura 1: Teste para avaliação da amplitude de movimento de rotação dorsal.....	34
Figura 2: Avaliação cinemática do ombro.....	35
Figura 3: Manipulação torácica de T4.....	37

## Índice de tabelas

Tabela 1: Caracterização geral da amostra dos grupos placebo e intervenção com as variáveis idade, peso, altura e IMC.....	39
Tabela 2: Comparação das variáveis em estudo entre os grupos de atletas e não-atletas antes da intervenção.....	40
Tabela 3: Comparação das variáveis em estudo entre os grupos Placebo x Intervenção antes da intervenção.....	40
Tabela 4: Comparação da frequência cardíaca no grupo placebo.....	41
Tabela 5: Comparação da frequência cardíaca no grupo intervenção.....	41
Tabela 6: Comparação da SatO <sub>2</sub> no grupo placebo.....	41
Tabela 7: Comparação da SatO <sub>2</sub> no grupo intervenção.....	42
Tabela 8: Comparação da ROM dorsal no grupo placebo e intervenção, antes e depois da manipulação: esquerda x direita.....	42
Tabela 9: Comparação da ROM dorsal entre atletas e não-atletas depois da manipulação.....	43
Tabela 10: Comparação do senso de posição articular 60° x 120° antes da intervenção no grupo placebo e intervenção.....	43
Tabela 11: Comparação do senso de posição articular AM x DM a 60°.....	44

## **Lista de abreviaturas**

ADM: amplitude de movimento

AM: antes da manipulação

CVM: contração muscular máxima

DM: depois da manipulação

DOM: membro dominante

FC: frequência cardíaca

M0: momento antes da manipulação

M1: momento imediatamente após a manipulação

M2: momento 1 minuto após a manipulação

M3: momento 2 minutos após a manipulação

MV: manipulação vertebral

OTG: órgão tendinoso de Golgi

ROM: range of movement

SatO<sub>2</sub>: saturação parcial de oxigênio

SNA: sistema nervoso autónomo

SNP: sistema nervoso parassimpático

SNS: sistema nervoso simpático

SPA: senso de posição articular

TMV: terapia manual vertebral

VFC: variabilidade da frequência cardíaca

## I. INTRODUÇÃO

A fisioterapia manipulativa desempenha um papel importante nos processos de reabilitação, desde o exame, ao raciocínio clínico e às técnicas de tratamento, que devem ser precisas e efetivas (Hengeveld *et al.*, 2007). Técnicas de terapia manual vertebral (TMV), que englobam uma ampla gama de procedimentos, são comumente usadas pelos fisioterapeutas para tratar e melhorar os resultados do tratamento da dor e das disfunções de movimento. As formas mais comuns de TMV são a mobilização articular passiva, muitas vezes referida como mobilização vertebral, e o thrust/manipulação (movimento terapêutico passivo de pequena amplitude e alta velocidade) (Edmond, 2016). A manipulação vertebral tem sido teorizada como capaz de influenciar a função biomecânica vertebral e dos tecidos moles, levando a uma modulação da atividade muscular e aumento da amplitude de movimento articular (Lehman and McGill, 2001). Neste trabalho, TMV refere-se à aplicação de manipulação vertebral (MV).

A MV é considerada uma técnica segura e eficaz para melhorar condições musculoesqueléticas (Bronfort *et al.*, 2010). Além disso, a MV pode ter um custo-benefício melhor que outras terapias usadas nestas condições (Tsertsvadze *et al.*, 2014). No mundo competitivo dos esportes há contínuo e crescente interesse em métodos para melhorar o desempenho atlético, especialmente métodos de tratamento que evitam drogas ou cirurgia. Se a MV tem alguma capacidade de fortalecer os músculos, mesmo que transitoriamente, poderia ter um impacto positivo no desempenho desportivo, principalmente em esportes que exigem forte força de preensão manual.

A performance do atleta é influenciada por complexas variáveis de fatores fisiológicos, tais como coordenação neuromuscular, força muscular e endurance (Brutsaert e Parra, 2006). Fadiga neuromuscular, redução da força muscular e redução da potência são todas prejudiciais à performance atlética (McManus e Armstrong, 2010; Harries, Lubans e Callister, 2012), e a ocorrência desses fatores aumenta o risco de lesões nos esportes (Marshall *et al.*, 2014).

É comum que os fisioterapeutas utilizem o tratamento da coluna torácica como um complemento às intervenções tradicionais focadas apenas no ombro. A pesquisa está começando a substanciar essa prática clínica. Essa relação entre áreas aparentemente não relacionadas do corpo foi denominada 'Interdependência Regional'. Embora as evidências da interdependência regional entre a coluna torácica e o ombro estejam sendo

estabelecidas, muito pouco se sabe sobre o mecanismo fisiológico por trás dessa ligação (Sueki e Chaconas, 2011).

Na atual prática clínica, a maioria das intervenções comumente utilizadas, como mobilização articular e exercícios terapêuticos, é direcionada a tecidos específicos do ombro; as evidências que apoiam a eficácia desses tratamentos é limitada (Green, Buchbinder e Hetrick, 2003). Em um esforço para aumentar a eficácia clínica, pesquisadores têm começado a expandir o escopo de seus tratamentos e pesquisa para incluir regiões adjacentes e remotas ao ombro. O termo 'Interdependência Regional' foi introduzido na literatura para descrever deficiências aparentemente não relacionadas a uma região anatômica, mas que pode contribuir ou estar associada com a queixa principal do paciente (Wainner *et al.*, 2007). O corpo atua de forma regionalmente interdependente, a relação entre a coluna torácica e o ombro é evidência desta relação.

Clinicamente, tornou-se mais comum utilizar técnicas manipulativas direcionadas à coluna torácica em programas de tratamento voltados para reabilitar pacientes com dor no ombro. A justificativa para seu uso é baseada na premissa de que a disfunção do ombro pode estar potencialmente relacionada à disfunção da coluna. Existe uma relação íntima entre a coluna cervical, coluna torácica, costelas e ombro. Biomecanicamente, flexão lateral ipsilateral, rotação e extensão da coluna torácica estão associadas a movimentos, normais e não patológicos, do ombro acima da cabeça (Theodoridis e Ruston, 2002; Crosbie *et al.*, 2008). A função do ombro é altamente dependente da relação entre a escápula e a região torácica, já que muitos dos músculos responsáveis pelo ombro estão ligados à região torácica (Ebaugh, McClure e Karduna, 2006; Crosbie *et al.*, 2008; Ebaugh e Spinelli, 2010).

Em seu nível mais básico, o corpo é projetado para sobreviver e só pode sobreviver dentro de um conjunto fisiológico de parâmetros. Quando o corpo é empurrado para além destes parâmetros, ajustes fisiológicos são feitos para retornar o corpo ao equilíbrio (Craig, 2003). Este estado de equilíbrio é chamado de homeostase. Pesquisadores em várias frentes estão começando a sugerir que as alterações na homeostase estão diretamente relacionadas à persistência da dor e disfunção (Craig, 2003; Melzack, 2005; Chapman, Tuckett e Song, 2008; Ulrich-Lai e Herman, 2009). A interdependência regional, é um exemplo de como o corpo integra suas respostas a fim de restaurar o equilíbrio. O corpo é projetado para se adaptar e responder a ameaças e não o faz com uma região ou sistema corporal, mas com vários sistemas e várias regiões do corpo, cada um compensando para

restaurar o corpo a um estado de homeostase. O processo de adaptação em ordem de restaurar a homeostase é chamada de alostasia (Goldstein e McEwen, 2002; McEwen, 2004; Korte *et al.*, 2005; McEwen e Wingfield, 2010).

Na prática clínica, a manipulação vertebral tem sido usada para tratar uma ampla gama de patologias e sintomas de origem musculoesquelética a visceral (Kokjohn *et al.*, 1992; Nielsen *et al.*, 1995; Whelan *et al.*, 2002; Bolton, Budgell e Kimpton, 2006). Recentemente, a maioria das pesquisas descrevendo relações interdependentes entre as regiões do corpo utilizou a MV como intervenção (González-Iglesias, Fernández-de-las-Peñas, Clele e del Rosario Gutiérrez-Vega, 2009; Mansilla-Ferragut *et al.*, 2009; Sillevs *et al.*, 2010; Puentedura *et al.*, 2011; Sueki e Chaconas, 2011).

O ombro do arremessador, o andebol é considerado overhead sport, ou esporte de arremesso, pois possui movimentos repetitivos do ombro acima da linha da cabeça tanto em rotação lateral, flexão e abdução máximas que são utilizados para golpear, arremessar ou lançar a bola (Worsley *et al.*, 2013; Ortega-Cebrián *et al.*, 2019). Esses movimentos envolvem uma grande ADM e exigem uma adequada sincronia muscular para controle das acelerações e desacelerações do movimento do membro superior (Wagner *et al.*, 2014). O movimento de arremessar ou lançar acima da cabeça é altamente complexo e especializado, exigindo velocidade, flexibilidade, coordenação, sincronização e grande controle neuromuscular, integrando o movimento de várias articulações do corpo e transferindo altas forças dos membros inferiores para os membros superiores (Braun, Kokmeyer e Millett, 2009). O andebol é um esporte caracterizado por ações rápidas e intermitentes, como correr, saltar, bloquear e arremessar. O arremesso é uma das ações mais importantes neste esporte, já que em uma partida o principal objetivo é colocar a bola na rede do adversário. Para o jogador de andebol ter um arremesso bem-sucedido, dois requisitos devem ser atendidos: ele deve ser rápido, porque quanto mais rápido um jogador lançar a bola, menos tempo o goleiro terá para pará-lo; e deve ser preciso para colocar a bola na área desejada, onde será mais difícil para o goleiro defender (Vila e Ferragut, 2019).

As lesões desportivas do membro superior são muito comuns na prática de atividades físicas e, por isso, devem ser estudadas detalhadamente, levando-se em consideração aspectos específicos da modalidade praticada. Especial atenção deve ser dada à dinâmica da articulação do ombro, pois assim poderemos compreender melhor toda a dinâmica que envolve a prevenção e possibilidades de tratamento. O ombro é uma das articulações mais

complexas do corpo humano, possuindo o maior grau de movimento, porém com grande instabilidade articular. Depende praticamente do suporte fornecido por ligamentos, tendões e músculos estabilizadores.

O ombro é sede frequente de lesões nos esportes competitivos. Na literatura revisada a incidência varia de 8 a 13% de todas as lesões atléticas (Hill, 1983). As lesões nos esportes de arremesso são comuns na prática clínica; as lesões nos membros superiores giram em torno de 75% do total e a articulação do ombro é a região mais afetada (Cavallo e Speer, 1998).

No andebol, os atletas realizam cerca de 48000 arremessos por temporada, com velocidade média de 130km/h (Langevoort, 1996). A energia envolvida nesses movimentos é elevada, afetando e ultrapassando o limite fisiológico do ombro.

Técnicas de terapia manual estão se tornando cada vez mais populares com resultados bastante positivos. O estudo da aplicação destas técnicas permanece na maioria das vezes no ambiente clínico, mostrando comparativamente os benefícios da sua aplicação. Atualmente encontramos discussões sobre as respostas neurofisiológicas alcançadas durante e após a aplicação de técnicas de terapia manual. A atividade nervosa simpática é de grande importância para a terapia manual desde que o processo da dor foi associado ao sistema simpático, além disso as pesquisas acerca da TMV em segmentos abaixo da cervical são menos exploradas. Uma revisão sistemática feita por Kingston, Claydon e Tumilty (2014) demonstrou um aumento consistente das medidas relacionadas ao simpático, tais como, condutância da pele, taxa respiratória, pressão arterial, e frequência cardíaca, independentemente do segmento da coluna trabalhado.

Em voluntários sem patologia, os efeitos da manipulação têm sido pouco estudados. Apesar disso, existe evidência que a manipulação torácica parece reduzir a percepção dolorosa induzida por estímulos dolorosos (Sparks et al., 2013) e que a manipulação cervical apresenta efeitos positivos a nível da dor induzida por um protocolo de trabalho muscular excêntrico (Wassinger *et al.*, 2016). A nível cardiovascular, os efeitos da manipulação torácica devem ser explorados. Ward et al. (2013) reportaram que a manipulação torácica não desencadeou alterações significativas nas medições de pressão arterial e oximetria de pulso, mas existe uma clara necessidade de investigação na área. Neste contexto, parece evidente que os efeitos da MV ainda não estão totalmente elucidados a nível neurofisiológico, biomecânico e cardiovascular, mesmo em indivíduos sem patologia e ainda menos em desportistas. É então objetivo deste trabalho investigar

os efeitos imediatos de uma técnica de MV a nível dorsal (T4) na amplitude de movimento (ADM), senso de posição articular (SPA), saturação parcial de oxigénio (SpO2%) e frequência cardíaca (FC) em atletas de andebol e indivíduos não praticantes de qualquer modalidade.

## **Estrutura do trabalho**

Tendo como base a problemática definida, este trabalho encontra-se dividido em dez capítulos.

### **Capítulo I – INTRODUÇÃO**

A falta de consenso em quais são os efeitos da manipulação vertebral, aplicados a atletas de andebol e não-atletas, em parâmetros biomecânicos e fisiológicos despertou o interesse na investigação.

### **Capítulo II – DESENVOLVIMENTO**

No desenvolvimento é apresentada uma revisão da literatura, descrevendo o conhecimento atual sobre os temas que envolvem esta investigação. A revisão divide-se em 8 temas: 1) anatomofisiologia, 2) biomecânica, 3) disfunção do movimento, 4) efeitos da MV na fisiologia do SNC, 5) efeitos da MV sobre condições articulares e musculoesqueléticas, 6) propriocepção e controle motor, 7) senso de posição articular e 8) implicações clínicas.

### **Capítulo III – OBJETIVOS, HIPÓTESES E VARIÁVEIS**

Neste capítulo delineamos os objetivos geral e específicos, hipóteses formuladas e variáveis em estudo.

### **Capítulo IV – METODOLOGIA**

Neste capítulo é caracterizada a amostra, os critérios de seleção, os instrumentos utilizados para as avaliações, assim como os procedimentos éticos, metodológicos, e também os procedimentos estatísticos para análise dos dados.

## **Capítulo V – RESULTADOS**

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos referentes à recolha de dados, sendo analisados em função dos grupos em estudo. Os resultados são apresentados através de tabelas para facilitar a sua compreensão.

## **Capítulo VI – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Neste capítulo são analisados e interpretados os resultados obtidos, confirmando ou refutando as hipóteses delineadas anteriormente. Estes resultados são relacionados com outros estudos científicos, promovendo uma discussão metodológica quanto aos diversos componentes a ter em conta no estudo.

## **Capítulo VII – CONCLUSÃO**

Neste capítulo são apresentadas as conclusões apreendidas após a apresentação de resultados e da sua discussão.

## **Capítulo VIII – BIBLIOGRAFIA**

Neste capítulo são apresentadas as conclusões apreendidas após a apresentação de resultados e da sua discussão.

## **Capítulo IX – ANEXOS**

São apresentados os questionários utilizados neste estudo, cuja utilização foi devidamente identificada e numerada ao longo do trabalho.

## II. DESENVOLVIMENTO

### 2.1. Anatomofisiologia

O corpo é o recipiente do sistema nervoso e o sistema musculoesquelético apresenta-se como uma interface mecânica (Shacklock, 1995). A interface se comporta como um telescópio flexível em que está contido o sistema nervoso e cujos movimentos o sistema nervoso precisa seguir. Durante os movimentos diários, o telescópio alonga e diminui, curva-se, torce-se e gira, resultando em alterações simultâneas nas estruturas neurais. Assim fazendo, a complexidade das interações entre os sistemas nervoso e musculoesquelético é uma parte natural do movimento do corpo (Shacklock, 2007).

Informações para o sistema nervoso são fornecidas pelos receptores sensoriais que detetam estímulos como tato, som, luz, dor, frio e calor. Há cinco tipos básicos: mecanorreceptores, termorreceptores, nociceptores, receptores eletromagnéticos e quimiorreceptores (Guyton e Hall, 2007).

Uma das premissas fundamentais da Terapia Manual Vertebral é que a disfunção somática, particularmente na coluna vertebral, resulta em aferência nociceptiva que influencia o sistema nervoso autônomo (Grimm, Cunningham e Burke, 2005).

O sistema nervoso autônomo é a porção do sistema nervoso central que controla a maioria das funções viscerais do organismo, importante para regulação dos processos fisiológicos tanto no funcionamento normal quanto patológico do corpo humano. Esse sistema ajuda a controlar a pressão arterial, a motilidade gastrointestinal, a secreção gastrointestinal, o esvaziamento da bexiga, a sudorese, a temperatura corporal e muitas outras atividades. Algumas delas são quase inteiramente controladas, e outras, apenas parcialmente. Uma das características mais acentuadas do sistema nervoso autônomo é a rapidez e a intensidade com que ele pode alterar as funções viscerais (Guyton e Hall, 2007).

Episódios de problemas na coluna, se não forem tratados adequadamente, podem potencialmente influenciar a consciência proprioceptiva da coluna, do corpo e do controle motor. Provavelmente isso ocorre devido a informações aferentes alteradas das áreas afetadas que ocorrem além dos episódios de sintomas que levam a alterações plásticas mal adaptadas no sistema nervoso central (Kingett *et al.*, 2019).

Imagina-se que as alterações biomecânicas causadas pela manipulação da coluna vertebral tenham consequências fisiológicas por meio de seus efeitos no influxo de

informações sensoriais para o sistema nervoso central. As informações para o fuso muscular e Órgão Tendinoso de Golgi (OTG) são estimuladas pela manipulação da coluna vertebral. As fibras nervosas sensoriais de menor diâmetro provavelmente são ativadas, embora isso não tenha sido demonstrado diretamente. Alterações mecânicas e químicas no forame intervertebral causadas por um disco intervertebral herniado podem afetar as raízes dorsais e os gânglios da raiz dorsal, mas não se sabe se a manipulação vertebral afeta diretamente essas alterações. Indivíduos com hérnia de disco lombar mostraram melhora clínica em resposta à manipulação da coluna vertebral. Sabe-se que o fenômeno da facilitação central aumenta o campo recetivo dos neurônios centrais, permitindo o estímulo sublimiar ou inócuo ao acesso às vias centrais da dor. Numerosos estudos mostram que a manipulação espinhal aumenta a tolerância à dor ou seu limiar. Um mecanismo subjacente aos efeitos da MV pode, portanto, ser a capacidade da manipulação de alterar o processamento sensorial central, removendo estímulos mecânicos ou químicos dos tecidos paraespinhais. Pensa-se também que a manipulação da coluna vertebral afeta as saídas neurais reflexas dos músculos e vísceras. Evidências substanciais demonstram que a MV evoca reflexos dos músculos paraespinhais e altera a excitabilidade do motoneurônio. Os efeitos da MV nesses reflexos somáticos podem ser bastante complexos, produzindo efeitos excitatórios e inibitórios. Enquanto informações substanciais também mostram que a entrada sensorial, especialmente a entrada nociceptiva dos tecidos paraespinhais, pode provocar reflexivamente a atividade do sistema nervoso simpático (Joel G. Pickar, 2002).

O sistema nervoso autônomo é ativado, principalmente, por centros localizados na medula espinal, no tronco cerebral e no hipotálamo. Além disso, porções do córtex cerebral, em especial do córtex límbico, podem transmitir sinais para os centros inferiores, e isso pode influenciar o controle autônomo. O sistema nervoso autônomo também opera, em geral, por meio de reflexos viscerais; isto é, sinais sensoriais subconscientes de órgãos viscerais podem chegar aos gânglios autônomos, no tronco cerebral ou no hipotálamo e, então, retornar como respostas reflexas subconscientes, diretamente aos órgãos viscerais, para o controle de suas atividades. Os sinais autônomos eferentes são transmitidos aos diferentes órgãos do corpo por meio de duas grandes subdivisões chamadas sistema nervoso simpático e sistema nervoso parassimpático (Guyton e Hall, 2007).

As fibras nervosas simpáticas se originam na medula espinal junto com os nervos espinhais entre os segmentos T1 e L2, projetando-se primeiro para a cadeia simpática e,

daí, para os tecidos e órgãos que são estimulados pelos nervos simpáticos. As vias simpáticas, que se originam nos diferentes segmentos da medula espinhal, não são necessariamente distribuídas para as mesmas partes do corpo como as fibras nervosas espinhais somáticas dos mesmos segmentos. Ao contrário, as fibras simpáticas do segmento T1, em geral, (1) se projetam para cima na cadeia simpática, para terminar na cabeça; (2) de T2 para terminar no pescoço; (3) de T3, T4, T5 e T6 para o tórax; (4) de T7, T8, T9, T10 e T11 para o abdome; e (5) de T12, L1 e L2 para as pernas. Essa distribuição é aproximada e pode ocorrer superposição. A distribuição dos nervos simpáticos para cada órgão é determinada, em parte, pela localização original do órgão no embrião. Por exemplo, o coração recebe muitas fibras nervosas simpáticas da porção cervical da cadeia simpática porque o coração se origina, embriologicamente, na região cervical do embrião, antes de se deslocar para o tórax. De modo semelhante, os órgãos abdominais recebem a maior parte da inervação simpática dos segmentos inferiores da medula espinhal torácica porque a maior parte do intestino primitivo se originou nessa área (Guyton e Hall, 2007).

No sistema nervoso parassimpático as fibras parassimpáticas deixam o sistema nervoso central pelos III, VII, IX e X nervos cranianos; fibras parassimpáticas adicionais deixam a parte mais inferior da medula espinhal, pelo segundo e pelo terceiro nervos espinhais sacrais e, ocasionalmente, pelo primeiro e pelo quarto nervos sacrais. Aproximadamente, 75% de todas as fibras nervosas parassimpáticas cursam pelo nervo vago (décimo par de nervos cranianos), passando para todas as regiões torácicas e abdominais. Portanto, quando se refere ao sistema nervoso parassimpático, em geral, refere-se principalmente aos dois nervos vagos. Os nervos vagos suprem de nervos parassimpáticos o coração, os pulmões, o esôfago, o estômago, todo o intestino delgado, a metade proximal do cólon, o fígado, a vesícula biliar, o pâncreas, os rins e as porções superiores dos ureteres (Guyton e Hall, 2007).

A estimulação simpática causa efeitos excitatórios em alguns órgãos, mas efeitos inibitórios em outros. Da mesma forma, a estimulação parassimpática causa excitação em alguns, mas inibição em outros. Algumas vezes quando a estimulação simpática excita um órgão em particular, a estimulação parassimpática o inibe, demonstrando que os dois sistemas, em alguns casos, agem antagonicamente. Entretanto, deve-se considerar que a maioria dos órgãos é controlada predominantemente por um ou outro dos dois sistemas (Guyton e Hall, 2007).

## 2.2. Biomecânica

A biomecânica é derivada das ciências naturais que utilizam análises físicas dos diferentes sistemas biológicos, incluindo o movimento do corpo humano. O seu objetivo é analisar o movimento em diferentes aspetos. Naturalmente, esses aspetos são amplamente dinâmicos e devem admitir avanços científicos que colaborem para o crescimento da própria biomecânica. Esta deve dispor de métodos de estudo próprios para que sejam aplicados na investigação do movimento. Seu atual desenvolvimento é expresso por novos procedimentos e técnicas de investigação, nas quais se reconhece a tendência crescente de combinar várias disciplinas científicas na análise do movimento. Nos últimos anos, o progresso dos métodos de medição, armazenamento e processamento de dados contribuiu de forma grandiosa para a análise do movimento. Deste modo, a aplicação biomecânica para a saúde do movimento humano pode contribuir para a melhoria do desempenho e na prevenção de lesões (Silva, 2015).

A biomecânica utiliza como métodos de medição de seus parâmetros quantitativos a antropometria, a cinemetria, a dinamometria e a eletromiografia. A antropometria pode ser definida como a medida de determinadas características do corpo humano, como estatura, massa, volume, densidade, centro de gravidade e momento de inércia da massa. A cinemetria é um método de medição cinemática que busca, a partir da aquisição de imagens da execução do movimento, observar o comportamento de variáveis dependentes, tais como: velocidade, aceleração, deslocamento, posição e orientação do corpo e seus segmentos. O instrumento básico para medidas cinemáticas é baseado em câmaras de vídeo que registam o movimento, e então, por meio de sistemas específicos de análise, as variáveis cinemáticas podem ser obtidas. Existem ainda outros métodos para o processamento de grandezas cinemáticas. Entre eles se destacam os métodos de medição direta, utilizados para: (a) medida de tempo, utilizando-se cronômetros para a base de tempo; (b) medida de ângulos, utilizando-se goniômetros para a determinação da posição de segmentos em eixos articulares; (c) medidas de aceleração, pelo uso de acelerômetros, que medem a quantidade de movimento pela posição de uma massa em deslocamento. Ainda através da fotografia, da cinematografia, e da cronofotografia, podemos registar a imagem para processamento de variáveis cinemáticas. A dinamometria é um método de medição cinética que engloba todos os tipos de medidas de força, a fim de possibilitar a interpretação das respostas de comportamentos dinâmicos

do movimento humano. A dinamometria engloba todos os tipos de medidas de força (e pressão), internas e externas ao corpo. Dentre alguns exemplos podemos citar a força de reação do solo, a qual é transmitida na fase de apoio em atividades estáticas ou dinâmicas. Juntamente com o peso corporal, essas forças de reação do solo são, geralmente, a causa de qualquer alteração do movimento do centro de gravidade. Os instrumentos básicos para avaliação em dinamometria são: as plataformas de força, baropodômetros, células de carga e aparelhos isocinéticos. Eletromiografia (EMG) é um termo amplo que designa o método de registo da atividade elétrica de um músculo durante uma contração. A presente técnica permite inúmeras aplicações. Na prática clínica contribui para diagnóstico de doenças neuromusculares. Na reabilitação, auxilia na reeducação da ação muscular (biofeedback eletromiográfico). Na anatomia, com o intuito de revelar a ação muscular em determinados movimentos e na biomecânica como indicador de estresse, identificador de padrões de movimento, parâmetro de controle do sistema nervoso (Silva 2015).

Uma perda da biomecânica de uma articulação vertebral poderia levar a uma série de alterações no sistema neuromusculoesquelético, com danos também ao sistema linfático e vascular. Todas as articulações são capazes de realizar movimento fisiológico. O movimento fisiológico ocorre quando o músculo contrai concentricamente ou excentricamente, ou quando a gravidade causa a alteração da posição de um osso de uma articulação em relação a um outro osso. Este tipo de movimento é categorizado como movimento osteocinemático. As articulações também suportam movimento artrocinemático, que é definido como o movimento entre duas superfícies que se articulam sem referência a qualquer das forças externas aplicadas a essa articulação. O número de movimentos artrocinemáticos que ocorrem em cada articulação é determinado pelo número de movimentos acessórios. Acredita-se que o movimento acessório normal é necessário para que ocorra movimento osteocinemático completo e indolor. A manipulação articular impõe mover uma articulação através do seu movimento acessório, mantendo ou aumentando, assim, a extensibilidade das estruturas articulares. A manipulação articular é, então, um tratamento recomendado para restaurar o movimento acessório normal, sendo um critério para a restauração do movimento osteocinemático normal (Edmond, 2006).

### 2.3. Disfunção do movimento

A evidência clínica da disfunção articular inclui sensibilidade na palpação articular, arco de movimento restrito intersegmentar, tensão muscular intervertebral assimétrica palpável, sensibilidade final de movimento anormal ou alterado e alterações sensoriomotoras (Fryer, Morris e Gibbons, 2004). Lesões do sistema nervoso periférico podem alterar a sensibilidade, o recrutamento muscular e conseqüentemente um déficit no controle motor, atuando também, indiretamente, no Sistema Nervoso Central (Duff, 2005). A disfunção vertebral pode alterar o equilíbrio de estímulos aferentes para o SNC e estes estímulos aferentes alterados por um período prolongado podem liderar alteração plástica neural mal-adaptada no SNC. A manipulação vertebral (MV) pode afetar este processo (Haavik-Taylor e Murphy, 2007).

Teorias biomecânicas sugerem que manipulação da coluna vertebral é eficaz porque causa uma mudança na biomecânica da coluna e permite que esta funcione em um estado mais ideal e natural. Duas teorias surgiram para explicar as mudanças biomecânicas vistas em áreas da patologia após a MV. A primeira teoria é a patoanatômica (Flynn, Wainner e Fritz, 2006; Langevin e Sherman, 2007) e a segunda teoria é a reflexogênica (Joel G. Pickar, 2002; Potter, McCarthy e Oldham, 2005). A teoria patoanatômica supõe que mudanças nas estruturas humanas alteram a biomecânica normal do corpo e, ao longo do tempo, essas alterações biomecânicas começam a resultar em patologia do tecido, pois os tecidos corporais são expostos à força e carga anormais (Senbursa, Baltacı e Atay, 2007). Dentro da teoria patoanatômica, foi proposto que manipulação remove as barreiras que impedem a normal biomecânica do tecido (Joel G. Pickar, 2002; Maigne e Vautravers, 2003; Potter, McCarthy e Oldham, 2005). Remoção de barreiras estruturais como meniscos intracapsulares ou tecido cicatricial permite que a coluna e o corpo funcionem normalmente, sem proteção ou compensação. Se as barreiras estruturais limitam a mobilidade da coluna torácica, a eliminação destas restauram os movimentos da coluna torácica ajudando o ombro a ganhar mobilidade, o que contribui para restaurar a função normal do ombro.

Por outro lado, a função muscular anormal é presente na maioria dos casos de biomecânica alterada. A teoria reflexogênica propõe que a MV é capaz de alterar a atividade do músculo paravertebral por meio de mecanismos de reflexo espinhal, normalizando a atividade do músculo, e a biomecânica normal pode ser restaurada

(Budgell, 2000; J. Donald Dishman, Cunningham e Burke, 2002; Suter, McMorle e Herzog, 2005). Na maioria das regiões da patologia duas respostas musculares são comumente vistas após a lesão. A primeira resposta é a inibição do músculo local por conta da inflamação localizada (Jones, Jones e Newham, 1987; Huber, Suter e Herzog, 1998; Suter, Herzog e Bray, 1998). Em segundo lugar, grupos musculares maiores aumentam sua atividade a fim de compensar a perda do controle localizado da coluna vertebral (Pickar e Wheeler, 2001; Panjabi, 2006). Aumento do tônus muscular ou músculo proteção nos grupos musculares maiores são comuns em torno de áreas de dor e patologia. Essas áreas de aumento da atividade muscular podem ser consideradas como meios de guarda e proteção de uma área ferida. Há evidências consideráveis que apoiam a alegação de que os músculos paravertebrais funcionam de forma subótima em pacientes com dor nas costas (Jones, Jones e Newham, 1987; Huber, Suter e Herzog, 1998; Suter, Herzog e Bray, 1998; Pickar e Wheeler, 2001; Potter, McCarthy e Oldham, 2005; Panjabi, 2006). Manipulação da coluna vertebral é pensada para restaurar a função muscular ideal em músculos paravertebrais e, desta forma, impactar a biomecânica do segmento vertebral. Se o movimento normal da coluna torácica for restaurado, então o ombro é liberado para mover e funcionar com o ritmo normal.

#### **2.4. Efeitos da MV na fisiologia do SNC**

Muitos profissionais respeitam a premissa que a manipulação pode causar mudanças mensuráveis na fisiologia de inúmeros tecidos distantes. Esta teoria tem sido apresentada aparentemente para justificar o uso da manipulação no tratamento de processos de doença, quer musculoesqueléticos quer não musculoesqueléticos. Alguns estudos têm mostrado alterações fisiológicas frequentemente descritos na literatura da fisioterapia no sistema nervoso simpático.

Uma teoria neurofisiológica que ganhou suporte de evidências na literatura recente envolve mudanças que ocorrem no SNA após manipulação da coluna torácica (Baron e Jänig, 1998; Drummond, 2010). Fisiologicamente, esta conexão foi feita porque anatomicamente o gânglio do sistema nervoso simpático está anterior à articulação costovertebral da coluna torácica. Teoricamente, foi proposto que a manipulação da coluna torácica pode alterar a atividade nervosa simpática (Jowsey e Perry, 2010a; Sillevius *et al.*, 2010). A possível implicação de tal relação entre a manipulação torácica e

o SNA tem vasto potencial tanto para pesquisa quanto para aplicação clínica. Como afirmado anteriormente, a alostase é o mecanismo de proteção do corpo. É ativada em resposta à lesão, e em casos de dor crônica e doença, foi sugerido que a regulação alostática pode estar alterada. Uma vez que a alostase é regulada pelo SNA e este pode ser modulado pela manipulação torácica, mudança tanto local quanto regionalmente após a manipulação pode ser o resultado de mudanças no mecanismo de proteção alostática do corpo. A manipulação torácica pode ajudar a redefinir esses mecanismos de proteção. A pesquisa começa a demonstrar que a manipulação torácica pode impactar a função do SNA. Alterações nas funções cardiovasculares como pressão sanguínea (McGuiness, Vicenzino e Wright, 1997) e frequência cardíaca (Budgell e Polus, 2006) foram relatadas após manipulação da coluna. Além disso, as mudanças na resposta pupilar (Sillevis *et al.*, 2010), função pulmonar (Nielsen *et al.*, 1995; McGuiness, Vicenzino e Wright, 1997), função da bexiga (Budgell, Hotta e Sato, 1998) e função pélvica (Kokjohn *et al.*, 1992) foram relatadas. Deve-se ter cuidado ao interpretar os resultados desses estudos porque a maioria consiste em pequenas amostras ou relatos de casos, mas as implicações para prática clínica e pesquisas futuras são promissoras.

A maioria dos estudos que abordam as alterações no sistema nervoso simpático, resultantes de técnicas de mobilização/manipulação articular, foram efetuados na coluna cervical. Muitos dos investigadores que realizaram os estudos acima mencionados sobre os efeitos do sistema nervoso simpático nas articulações periféricas, efetuaram seis destes estudos. Da mesma forma que nos estudos das articulações periféricas, foi comparada uma medição da atividade do sistema nervoso simpático sob três condições diferentes. Os indivíduos receberam, de forma aleatória, uma mobilização (através da resistência tecidual) na coluna cervical média, uma intervenção simulada de contacto manual, ou uma condição de controlo, que consistia em nenhum tipo de contacto. Em cada caso, a mobilização resultou na medição de um aumento da atividade do sistema nervoso simpático, quando comparada com as outras duas condições. O primeiro estudo foi realizado em 16 homens assintomáticos. A mobilização consistiu num deslizamento anterior da apófise espinhosa de C5, e os resultados medidos foram condutância da pele e temperatura da pele (Petersen, Vicenzino e Wright, 1993). No segundo estudo, uma mobilização de deslizamento lateral esquerdo foi administrada à vértebra C5 de 34 indivíduos assintomáticos. Estas intervenções resultaram num aumento da condutância da pele, mas não houve qualquer alteração na temperatura da pele, em comparação com

as outras duas condições (Vicenzino, Collins e Wright, 1994). O terceiro estudo foi realizado em 23 indivíduos assintomáticos, utilizando um deslizamento anterior da apófise espinhosa de C5. As atividades do sistema nervoso simpático medidas foram a frequência respiratória, a frequência cardíaca e a pressão arterial (McGuinness, Vicenzino e Wright, 1997). O quarto estudo foi realizado em 24 indivíduos assintomáticos, nos quais uma técnica de deslizamento lateral resultou num aumento da pressão sistólica e diastólica, frequência cardíaca e frequência respiratória (Vicenzino et al., 1998, a). No quinto estudo, 24 indivíduos com epicondilalgia externa foram estudados. Uma mobilização de deslizamento lateral cervical resultou em alterações na condutância da pele, temperatura da pele e circulação sanguínea (Vicenzino et al., 1998, b). No sexto estudo, 30 indivíduos com cervicalgia inferior ou média receberam um deslizamento anterior da faceta articular de C5 do lado doloroso. O resultado medido neste estudo consistiu na diminuição da condutância e da temperatura da pele (Sterling, Jull e Wright, 2001a).

Welch e Boone (2008) avaliaram 40 pacientes para investigar os efeitos no SNA após manipulações cervicais e torácicas. Descobriram que os ajustes cervicais estimulavam o sistema nervoso parassimpático, mas que entre os indivíduos que receberam ajustes torácicos, os resultados indicaram que as respostas foram resultantes da estimulação do sistema nervoso simpático por natureza. Os resultados apontam para a inexistência de mudanças estatisticamente significativas em relação aos parâmetros da pressão arterial, mas houve uma diminuição substancial na pressão de pulso, embora não-estatisticamente significativa, acompanhada de um moderado efeito clínico.

Várias formas de estímulo somático demonstraram modular aspectos da função cardiovascular como frequência cardíaca, pressão arterial, e fluxo sanguíneo regional. Em alguns casos esses efeitos são acompanhados por alterações autonômicas para o sistema cardiovascular. Por exemplo, já foi demonstrado anteriormente que a manipulação cervical resulta em mudanças na FC e na variabilidade da FC (VFC) que não são alcançadas com uma manipulação simulada (Budgell e Hirano, 2001).

Resultados de estudos demonstraram que os efeitos da mobilização vertebral foram de aumento da atividade simpática, tais como FC e condutância da pele (Sterling, Jull e Wright, 2001c; Petersen, Vicenzino e Wright, 1993; Vicenzino et al., 1998; McGuinness, Vicenzino e Wright, 1997).

É hipotetizado que a estimulação do gânglio simpático através da mobilização vertebral é um possível mecanismo da resposta simpática (Evans, 2002; Sterling, Jull e Wright, 2001a). A mobilização do corpo vertebral em qualquer local da coluna pode estimular fibras simpáticas, já que as mesmas estendem-se da cervical alta até o cóccix (Perry e Green, 2008; Jowsey e Perry, 2010).

Um estudo foi realizado por Budgell e Polus (2006) com a participação de 28 adultos jovens e saudáveis, onde todos foram submetidos à uma técnica placebo e à manipulação vertebral entre T1 e T4, para avaliar os efeitos na variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Como resultado das manipulações foram observadas mudanças curtas na VFC, enquanto no placebo não foram observadas alterações. A FC sofreu decréscimo do primeiro para o segundo intervalo de 5 minutos. As mudanças ocorridas justificam-se por conta do balanço entre os sistemas simpático e parassimpático que atuam no coração.

Um estudo relatou que o estímulo elétrico gerado por TENS (Transcutaneous electrical nerve stimulation) aplicado na distribuição dos dermatômos torácicos levou a uma diminuição da motilidade gástrica, sugerindo um aumento do output simpático para o estômago (Camilleri et al., 1984). Outro estudo sobre eletroacupuntura aplicado na região metacarpal, portanto, dentro da distribuição dos nervos da coluna cervical inferior ou da coluna torácica superior, mostrou redução da pressão arterial e aumento da FC. Os autores interpretaram esses resultados como indicativos de fluxo simpático reduzido para os vasos periféricos, com débito vagal cardíaco reduzido e aumento da FC (Lin et al., 2003). Por outro lado, outro estudo sobre acupuntura convencional, utilizando um ponto de inserção no antebraço, mostrou diminuição da FC, o que, segundo os autores, isso seria devido ao aumento da atividade vagal cardíaca e diminuição da atividade simpática (Nishijo et al., 1997).

Wirth et al. (2019) realizaram uma revisão sistemática da literatura para resumir a evidência de efeitos neurofisiológicos da manipulação vertebral em humanos sintomáticos e assintomáticos. Como conclusão, apontam que a MV afeta o sistema nervoso autônomo, sendo que os efeitos dependem do nível da coluna vertebral manipulado (as fibras pré-ganglionares do plexo cardíaco são derivadas essencialmente pelos segmentos espinhais de T3 e T4) e podem diferir entre voluntários saudáveis e com dor. Welch e Boone (2008) investigaram a resposta do SNA baseada na região vertebral que foi manipulada, e descobriram que manipulação cervical tem predominância de respostas parassimpáticas, e manipulação torácica tem respostas simpáticas.

Estudos em animais têm indicado que manipulação da coluna vertebral aumentou a frequência de descarga proprioceptiva aferente (fuso muscular e órgão tendinoso de Golgi) em gatos anestesiados (Pickar e Wheeler, 2001; Pickar, 1999) e aplicação de força manipulativa na região torácica e lombar em ratos inibiu o fluxo simpático: decréscimo da pressão arterial e FC (Sato e Swenson, 1984).

Efeitos no SNA, principalmente relacionados com diminuição de pressão arterial, são observados na manipulação vertebral da coluna cervical e torácica superior (Driscoll e Hall, 2000).

Paungmali et al. (2003) encontraram alterações na frequência cardíaca, pressão arterial e temperatura da pele após mobilizações articulares do cotovelo. Estes efeitos associados ao efeito de hipoalgesia têm sido mencionados como uma resposta de vias descendente centrais. Manobras de mobilização cervical também já evidenciaram achados semelhantes de hipoalgesia e alterações no sistema nervoso autônomo simpático (condutância e temperatura da pele) (Sterling, Jull e Wright, 2001b).

## **2.5. Efeitos da MV sobre condições articulares e musculoesqueléticas**

As investigações apoiam o uso de intervenções de manipulação articular na abordagem de problemas específicos em pacientes com condições musculoesqueléticas: diminuição da amplitude de movimento articular, dor e desempenho muscular limitado. Ao fazê-lo, o profissional assume que o nível de funcionalidade do paciente também irá aumentar.

Procedimentos intraoperatórios in vivo foram realizados para correlacionar os efeitos simultâneos mecânicos e neurofisiológicos durante a técnica de MV. A MV resulta em respostas biomecânicas e neurofisiológicas mensuráveis. Movimentos vertebrais de rotação e translação ocorrem durante a aplicação da MV e resultam em respostas reflexas neuromusculares que parecem ser temporárias e relacionadas com a força aplicada durante a manobra (Colloca et al., 2000). Um possível mecanismo para a redução da dor, inibição muscular reflexa e aumento do arco de movimento, após a realização de técnicas de MV, é a estimulação mecânica de proprioceptores articulares e fusos musculares (Pikula, 1999). Colloca et al. (2000) em estudo intraoperatório, analisaram os efeitos neurofisiológicos da aplicação da MV internamente e externamente. Os autores observaram resposta similar na raiz de S1, porém na manobra interna o estímulo parece ser proveniente de receptores do disco, ligamentos e cápsula da articulação facetária,

enquanto na manobra externa receptores da pele e dos músculos lideram a estimulação. Pickar (2002) destacou que existe evidência suficiente a favor dos efeitos neurofisiológicos da MV, uma vez que altera os disparos dos mecanorreceptores, influencia na sensibilização central, afeta o sistema neuroendócrino e impacta no controle dos reflexos musculoesqueléticos. Mecanorreceptores têm sido encontrados abundantemente em ligamentos viscerais assim como na dura-máter. Os efeitos autonômicos das técnicas manipulativas podem ser explicados por esta relação anatômica e neurofisiológica (Schleip, 2003). Evidências experimentais demonstram uma relação entre estruturas somáticas e sistema nervoso autônomo, principalmente por mecanismos reflexos neurológicos. Grimm, Cunningham e Burke (2005) encontraram aumento do controle sudomotor e vasomotor, além de uma atenuação do mecanismo de barorreflexos em indivíduos com lesão musculoesquelética aguda quando comparados com o grupo controle. De acordo com Byers e Bonica's (2001) apenas 25% da inervação sensitiva provem de receptores musculares sensíveis ao estiramento. Os outros 75% são oriundos de receptores livres contidos na fáscia muscular, entre fibras musculares, na parede de vasos sanguíneos e tendões.

Também há evidências que altera várias atividades neurofisiológicas tais como reflexo muscular e respostas medulares, fadiga neuromuscular (Niazi *et al.*, 2015), processo cognitivo (Kelly, Murphy e Backhouse, 2000), tempo de reação (Lersa, Stinear e Lersa, 2005), estímulo cortical muscular (Niazi *et al.*, 2015), processamento somatossensorial cortical e integração sensoriomotora (Haavik-Taylor e Murphy, 2007). A MV também é relatada como tendo efeito na melhora da força muscular a curto prazo (Hillermann *et al.*, 2006; Botelho e Erade, 2012; Niazi *et al.*, 2015). Todas essas funções neurofisiológicas são conhecidas por serem cruciais à performance desportiva (Brutsaert e Parra, 2006; McManus e Armstrong, 2010; Harries, Lubans e Callister, 2012; Marshall *et al.*, 2014; Kockum e Heijne, 2015). Adicionalmente, atletas têm relatado um aumento em sua performance desportiva e redução na dor após MV (Nook, Nook e Nook, 2016). Em um estudo sujeitos com dor subclínica foram submetidos à MV e obtiveram melhora da força muscular (Niazi *et al.*, 2015) e em outro estudo sujeitos com diferenças de força muscular entre os membros inferiores obtiveram aumento da força dos abdutores do quadril na perna mais fraca levando a um equilíbrio entre os membros inferiores em uma única sessão de manipulação lombar (Chilibeck *et al.*, 2011). Segundo estes últimos autores, esta descoberta seria muito importante tanto em atletas profissionais quanto recreacionais,

como também em idosos cuja limitação funcional causada pelo desequilíbrio muscular dos membros inferiores poderia levar a significativo risco de aumento das lesões. Em atletas houve aumento da força da preensão manual (*grip strength*) em atletas de judô após a MV (Botelho e Erade, 2012), porém estes mesmos achados não se reproduziram em jogadores de basketball assintomáticos após a MV (Humphries *et al.*, 2013b).

Vários estudos relataram aumentos transitórios na força muscular voluntária em vários grupos musculares após manipulação da coluna vertebral (Suter e McMorle, 2002; Botelho e Erade, 2012). Isso foi demonstrado em participantes saudáveis (Hillermann *et al.*, 2006; Grindstaff *et al.*, 2009; Nogueira de Almeida, Sabatino e Giraldo, 2010; Botelho e Erade, 2012), bem como naqueles com dor subclínica no pescoço (Niazi *et al.*, 2015), dor no joelho (Suter *et al.*, 1999), dor crônica cervical (Suter e McMorle, 2002) e lombalgia (Suter *et al.*, 2000). No entanto, os mecanismos precisos que mediam a melhoria da força após a manipulação da coluna vertebral permanecem inconclusivos. Pesquisas anteriores também demonstraram que a MV induz alterações neuroplásticas que alteram o processamento somatossensorial, a integração sensório-motora e o controle motor do corpo (Haavik e Murphy, 2012). Como tal, é plausível que mecanismos neurofisiológicos semelhantes também possam contribuir para a melhoria da força após MV (Taylor e Murphy, 2010a).

As manipulações torácicas contribuíram para a recuperação da biomecânica normal, reduzindo o estresse mecânico na coluna cervical e melhorando a distribuição da força articular. Também é possível que a terapia manipulativa da coluna vertebral possua qualidades inerentes que podem alterar a biomecânica da coluna torácica e é provável que os segmentos afetados estejam biomecanicamente relacionados à coluna cervical (González-Iglesias, Fernández-de-las-Peñas, Clele, Albuquerque-Sendín, *et al.*, 2009). Diversos estudos dirigiram-se aos efeitos da mobilização/manipulação na amplitude de movimentos das articulações vertebrais. O efeito de uma única manipulação articular da coluna torácica foi estudado em 78 indivíduos assintomáticos. Os indivíduos foram aleatoriamente distribuídos para receber ou uma manipulação articular da coluna torácica num segmento articular limitado, ou apenas teste de mobilidade ou nenhuma intervenção. A manipulação da coluna torácica foi associada a um aumento da amplitude de movimento ativa de inclinação lateral para a esquerda quando comparada com os outros dois grupos (Gavin, 1999). Suter e McMorle (2002) estudaram a capacidade funcional

antes e após a manipulação cervical em indivíduos com dor crônica cervical, sendo o resultado um aumento significativo da ADM cervical.

O relaxamento dos músculos periarticulares ocorre com a manipulação por meio de mecanismos neurológicos: a manipulação estimula os receptores articulares, que, de forma reflexa, relaxam a musculatura periarticular. O efeito da manipulação vertebral na atividade muscular foi estudado em 34 indivíduos com hipomobilidade articular, com e sem dor musculoesquelética. Os indivíduos foram distribuídos para receber manipulação dos segmentos dorsais e lombares hipomóveis, ou nenhuma intervenção. Os indivíduos que receberam a manipulação registaram, em média, uma redução de 25% na atividade dos músculos paravertebrais, quando comparados com o grupo de controle, determinada pela atividade eletromiográfica (P Shambaugh, 1987). Num outro estudo envolvendo 10 indivíduos com dor lombar unilateral, resultados semelhantes foram descritos na relação entre a atividade dos músculos isquiotibiais, medida antes e depois da manipulação vertebral (Fisk, 1979). Suter e McMorle, (2002) também perceberam este mesmo tipo de relaxamento no bíceps braquial após manipulação de C5-C6-C7. Estes estudos sugerem que a manipulação vertebral reduz a atividade muscular nos músculos associados a problemas vertebrais. O mecanismo específico desta associação é desconhecido.

Um estudo usando ressonância magnética mostrou que a MV produz movimento nas articulações zigapofisárias da coluna vertebral revelando efeitos biomecânicos (Cramer *et al.*, 2002).

Hanrahan *et al.* (2005) realizaram um estudo no qual avaliaram a força muscular após um episódio de lombalgia mecânica aguda em atletas universitários. Encontraram um aumento significativo na produção de força, medida por um dinamômetro portátil dentro do grupo intervenção entre o pré-teste e o pós-teste imediato e o pós-teste de 24 horas. A produção de força também aumentou significativamente entre o pós-teste imediato e o pós-teste de 24 horas. Esses achados são consistentes com os de Keller e Colloca (2000) que observaram atividade muscular na coluna lombar através do uso de registros eletromiográficos após a aplicação da MV. A atividade muscular foi registrada durante uma contração isométrica voluntária máxima, quando o indivíduo foi instruído a realizar extensões do tronco antes e após a manipulação. A atividade muscular aumentou significativamente durante a contração isométrica voluntária máxima após a aplicação da terapia manual, levando-se a teorizar que a estimulação dos mecanorreceptores na coluna lombar ajudou na restauração da sinergia muscular espinal. Dishman e Bulbulian (2000)

também observaram os efeitos da MV na atenuação do reflexo espinal e, assim, no pool de neurônios motores. Eles descobriram que a estimulação de receptores cutâneos, fusos musculares e mecanorreceptores articulares produzia uma inibição geral, reduzindo assim a hipertonia da musculatura paraespinal circundante. Essa inibição geral, embora pareça contradizer o aumento da produção de força, pode desempenhar um papel na reeducação do recrutamento de fibras musculares durante as contrações musculares devido à diminuição do espasmo muscular. Além disso, houve também um aumento significativo, porém transitório, da excitabilidade do  $\alpha$ -motoneurônio após a aplicação da terapia manual, levando a suspeitar de um possível aumento na capacidade de resposta dos músculos após a terapia manual.

A manipulação articular efetuada através da resistência dos tecidos parece ter o efeito de aumentar a força muscular a curto prazo, independentemente das articulações em questão apresentarem algum problema. Este dado é intrigante, uma vez que outros dois estudos demonstraram um efeito inibitório em músculos específicos. Nestes dois estudos que mostraram inibição muscular, os indivíduos apresentavam alterações nas articulações em estudo, e os músculos que apresentaram inibição são reconhecidos como aqueles que geralmente protegem as articulações em questão. Assim, é possível que estes músculos estivessem em espasmos. A investigação sugere que a manipulação articular melhora o desempenho muscular, independentemente da presença ou da natureza do problema muscular (Edmond, 2006). Grande parte dos estudos sobre o efeito na força foram efetuados utilizando intervenções de mobilização/manipulação vertebral. Num estudo realizado em 16 indivíduos com dor cervical crônica, a força muscular do bíceps melhorou após uma manipulação dos segmentos C5-C6 e C6-C7 (Suter e McMorle, 2002). Noutro estudo que investigou os efeitos da mobilização/manipulação sobre a força, 18 indivíduos com dor anterior no joelho e disfunção sacro-ilíaca foram tratados com uma manipulação, de forma a corrigir esta disfunção, do lado do joelho mais doloroso. Após a correção da disfunção sacroilíaca, ocorreu um aumento significativo no torque e ativação musculares dos extensores do joelho do lado sintomático (Esther Suter *et al.*, 1999).

Estudos prévios investigaram os efeitos da manipulação vertebral cervical e reportaram uma diminuição da dor (Ruiz-Sáez *et al.*, 2007), um aumento na mobilidade (Martínez-Segura *et al.*, 2006), ou uma melhora na postura (Smith e Mehta, 2008). Outros descrevem efeitos positivos a nível da força de preensão palmar (Botelho e Erade, 2012), ou aumento

da mobilidade temporomandibular (Mansilla-Ferragut et al., 2009). Humphries *et al.* (2013b) realizaram um estudo piloto para coletar informações preliminares para um estudo no qual iriam determinar os efeitos imediatos de uma única manipulação vertebral unilateral na coluna cervical inferior sobre a força de preensão manual isométrica e precisão do lance livre em jogadores recreativos de basquete assintomáticos. Relataram aumento da força e precisão, porém não houve diferenças estatisticamente significativas. Quando aplicada na coluna dorsal, a TMV tem demonstrado efeitos positivos na dor, amplitude de movimento e funcionalidade (Boyles et al., 2009; Strunce, Walker, Boyles e Young, 2009; Van Rensburg e Atkins, 2012; Dunning et al., 2015) em pacientes com patologia do ombro. Relativamente ao seu efeito em parâmetros cinemáticos de pacientes com patologia do ombro, os resultados são ambíguos, com estudos a reportar efeitos positivos (Haik, Albuquerque-Sendín e Camargo, 2017) e outros a reportar resultados inconclusivos (Haik et al., 2014). No que diz respeito à atividade mioelétrica, poucos estudos procuraram determinar o efeito da manipulação torácica neste parâmetro. Os que existem, analisaram músculos cervicais (Pires, Packer, Dibai-Filho e Rodrigues-Bigaton, 2015) e escapulo-torácicos (Haik, Albuquerque-Sendín e Camargo, 2017) e reportaram ausência de efeito a este nível. Também os efeitos da manipulação torácica a nível proprioceptivo têm recebido pouca atenção sendo que um estudo reporta efeitos positivos na acuidade proprioceptiva cervical (Yang, Lee e Kim, 2015).

Christiansen *et al.* (2018) conduziram um estudo no qual avaliaram o efeito da manipulação vertebral na força de atletas de Taekwondo e descobriram que uma única sessão de MV aumenta a força muscular e a excitabilidade corticoespinal dos músculos flexores plantares do tornozelo. O aumento da força se manteve por 30 minutos e o aumento da excitabilidade corticoespinal por pelo menos 60 minutos.

Estudos prévios mostraram aumento da excitabilidade do reflexo-H associado ao aumento da excitabilidade do motoneurônio e melhora na resistência à fadiga (Aagaard *et al.*, 2002), e no endurance e força máxima voluntária (Vila-Chã *et al.*, 2012). Neuro adaptações após MV também foram achadas por Niazi *et al.* (2015), sugerindo que a MV tem um efeito plástico-neural similar ao que ocorre com treinamentos de força relatados por Vila-Chã *et al.* (2012).

Para avaliar os potenciais mecanismos neurofisiológicos associados à MV sem o efeito confuso da dor, vários estudos de pesquisa foram realizados em participantes com dor subclínica no pescoço (Haavik e Murphy, 2011; Baarbé *et al.*, 2016). Participantes com

dor subclínica no pescoço têm recorrente disfunção cervical, como dor leve no pescoço, rigidez , com ou sem um episódio anterior de trauma no pescoço (Haavik e Murphy, 2011). No entanto, os pacientes desse grupo subclínico de dor não apresentam sintomas constantes e não estavam sofrendo no momento da investigação, proporcionando assim uma oportunidade única para os cientistas explorarem os efeitos de várias intervenções terapêuticas manuais sem os fatores da confusão de mudanças nos níveis de dor. Foi demonstrado que a dor, por si só, prejudica os mecanismos de impulso neural corticais (Graven-Nielsen *et al.*, 2002). Estudos anteriores em participantes com dor cervical subclínica demonstraram redução da amplitude de movimento cervical (Lee, Nicholson e Adams, 2004), reduzida sensibilidade cervicocefálica cinestésica (Lee *et al.*, 2008), propriocepção alterada do membro superior (Haavik e Murphy, 2011), alterações no processamento cortical e cerebelar (Daligadu *et al.*, 2013; Baarbé *et al.*, 2018) e capacidade prejudicada para executar tarefas cognitivas (Baarbé *et al.*, 2016). Além disso, vários estudos demonstraram que a manipulação da coluna vertebral pode melhorar a propriocepção do membro superior (Haavik e Murphy, 2011), a comunicação cerebelar (Daligadu *et al.*, 2013; Baarbé *et al.*, 2018), aumentar a força dos membros inferiores (Niazi *et al.*, 2015) e impedir o desenvolvimento de fadiga durante contrações máximas repetidas (Niazi *et al.*, 2015).

Uma única sessão de MV em participantes com dor subclínica cervical resultou em um aumento imediato na ativação voluntária dos flexores do cotovelo. O local da adaptação neural pós-manipulação deve ter ocorrido no nível do córtex motor ou acima dele (Kingett *et al.*, 2019).

A diminuição da inibição muscular após a manipulação vertebral produz um aumento do torque muscular. Este efeito pode ser explicado pelo incentivo que a MV causa no sistema  $\gamma$  que permite a normalização do tônus muscular, que, como resultado, melhora a força muscular ou torque (E. Suter *et al.*, 1999; Suter *et al.*, 2000).

Uma série de casos recentes descobriu através de imagens de ecografia que a espessura do músculo transverso do abdome contraído foi aumentada após MV, sugerindo maior capacidade de recrutar a musculatura para contração (Raney, Teyhen e Childs, 2007). A excitabilidade do motoneurônio medida com a estimulação magnética transcraniana foi melhorada após MV (Dishman, Ball e Jeanmarie, 2002). Um número de mecanismos é proposto para o aumento da excitabilidade do motoneurônio ou para a remoção da inibição do motoneurônio através da MV, incluindo a alteração da excitabilidade dos

mecanorreceptores paraespinhais, alteração da descarga dos fusos musculares e OTG, aumento da tolerância à dor, aumento da liberação opióide, e alteração da atividade do SNS (Joel G. Pickar, 2002). Esses fatores podem alterar o feedback aferente da medula espinhal e, finalmente, aumentar a descarga da unidade motora. Outra possibilidade é que a MV reduza a constrição mediada pelo tecido conjuntivo das raízes nervosas da coluna vertebral ou dos vasos sanguíneos que suprem as raízes nervosas, permitindo, assim, um aumento no recrutamento de motoneurônios alfa (Excoffon e Wallace, 2006).

Suposições podem ser feitas sobre os efeitos da MV na fadiga neuromuscular com base em alterações na força da CVM em duas intervenções (grupo controle e grupo intervenção). No controle, a força da CVM diminuiu, sugerindo que os indivíduos estavam fatigados, mas nenhuma fadiga foi observada após a MV no grupo intervenção (Christiansen *et al.*, 2018). Fadiga neuromuscular é conhecida por diminuir a força e potência musculares e é fator de contribuição primário para lesões musculoesqueléticas na prática de exercícios trazendo prejuízos da performance atlética (Marshall *et al.*, 2014).

## **2.6. Propriocepção e controle motor**

Nossa capacidade de saber (consciente ou inconscientemente) onde nossos membros se encontram no espaço quando são movimentados, bem como de conhecer as forças geradas pelos músculos, provém de receptores localizados nos músculos, pele e nas articulações. Essas percepções sensoriais, juntas, são conhecidas como capacidade proprioceptiva. A reabilitação continua evoluindo com a ênfase crescente no gerenciamento de pacientes e no treinamento proprioceptivo. A propriocepção pode ser definida como uma variação especializada da modalidade sensorial do toque que engloba a sensação de movimento articular (*kines thesia*) e posição articular (senso de posição articular). Numerosos pesquisadores observaram que o feedback aferente ao cérebro e às vias espinhais é mediado por mecanorreceptores da pele, articulares e musculares. O exame dos efeitos de lesão ligamentar, intervenção cirúrgica e atividades mediadas proprioceptivamente no programa de reabilitação fornece uma compreensão da complexidade deste sistema responsável pelo controle motor. Parece que esse mecanismo de feedback neuromuscular é interrompido por lesões e anormalidades. A propriocepção é um componente essencial do sistema sensoriomotor e é responsável por fornecer ao sistema nervoso central informações aferentes usadas para o controle neuromuscular enquanto contribui para

estabilidade articular dinâmica (Lephart et al., 1997). Propriocepção é definida como a entrada aferente de estímulos de fibras proprioceptivas dentro do corpo responsável pela estabilidade do segmento corporal, controle da postura e certas sensações conscientes. O controle neuromuscular é dependente da propriocepção como componente do sistema sensoriomotor (Riemann e Lephart, 2002). Learman et al. (2009) propuseram um estudo para examinar os efeitos imediatos da MV na propriocepção do tronco em portadores assintomáticos de dor lombar crônica, já que teorizam ser razoável supor que a MV afeta mecanismos adicionais, potencialmente além do exclusivo domínio de controle nociceptivo, como a propriocepção. O resultado mostrou que não existem efeitos consistentes da MV na propriocepção, embora tenha havido uma melhora mínima.

Um crescente conjunto de evidências sugere que a presença de disfunção vertebral de vários tipos tem um efeito no processamento neural central e tem sido sugerido que esta disfunção vertebral poderia levar alterações plásticas do sistema nervoso central (SNC) (George *et al.*, 2006; Haavik-Taylor e Murphy, 2007). Tais mudanças plásticas podem resultar em respostas anormais a qualquer input para o SNC. A reversão de tais mudanças pode ser um mecanismo pelo qual a manipulação da coluna vertebral melhora a capacidade funcional (Taylor e Murphy, 2010b).

Informações somatossensoriais são muito importantes para o controle motor. Pode ser integrado em múltiplos níveis do SNC, do simples reflexo medular à complexa rede envolvendo circuitos corticais e subcorticais (Taylor e Murphy, 2010b). Esses vários circuitos de processamento sensorio-motor que compõem o sistema de integração sensoriomotor, monitoram e respondem continuamente a todas as entradas periféricas alterando adequadamente a conectividade e a força de conexões sinápticas. A retenção de tais alterações é pensada para sustentar a aquisição de habilidades sensoriomotoras. No entanto, essas alterações também podem, em algumas circunstâncias, como após uma lesão ou o desempenho contínuo de atividade muscular repetitiva, tornarem-se uma mudança plástica mal adaptada que são consideradas responsáveis por iniciar e perpetuar certos distúrbios do movimento e dor crônica (Topp e Byl, 1999; Wall, Xu e Wang, 2002). Além disso, a disfunção articular originada de uma lesão pode ser uma causa de dor e perda contínuas de função devido à integração sensoriomotora mal adaptada de uma hiperafereciação do SNC a partir das articulações disfuncionais e estruturas associadas (Barrack, Skinner e Buckley, 1989; Zhu *et al.*, 2000).

Existe um crescente corpo de evidências sugerindo que a presença de disfunção vertebral de vários tipos tem efeito no processamento neural central, sugerindo que a disfunção vertebral pode levar a uma alteração das informações aferentes ao SNC (Haavik-Taylor e Murphy, 2007). Como também a alteração das informações aferentes das articulações pode levar à inibição e facilitação da entrada neural nos músculos correlacionados. Numerosos estudos mostraram rápidas mudanças plásticas centrais após lesões e alteração sensorial do corpo. Essas informações fornecem uma explicação potencial para alterações neurais como resultado de disfunção articular e uma justificativa para os efeitos da MV no processamento neural que foram descritos na literatura. (Haavik-Taylor e Murphy, 2007). Em seu estudo, estes mesmos autores, sugerem que a MV das articulações disfuncionais pode modificar a transmissão nos circuitos neuronais não apenas no nível da coluna vertebral, como indicado em pesquisas anteriores, mas também a nível cortical, e possivelmente também estruturas mais profundas do cérebro, como os gânglios basais. Um estudo piloto mostrou que o tempo de reação (período entre a apresentação de estímulo imperativo e a conclusão da resposta motora apropriada) pode ser melhorado graças às melhorias no processamento cortical observadas após a MV (Lersa, Stinear e Lersa, 2005).

A incapacidade de ativar completamente um músculo durante a contração voluntária de esforço máximo, denominada inibição muscular, é particularmente prevalente em pacientes com dor, lesão ou disfunções articulares (Suter *et al.*, 2000).

Pesquisas mostram que a MV afeta diversos fatores que influenciam o controle do movimento, por exemplo reduz o tônus muscular de repouso e aumenta a força muscular (P. Shambaugh, 1987). A MV também afeta como o sinal doloroso é processado, possivelmente alterando a facilitação central através da medula espinhal (Pickar, 2002). Este mesmo autor encontra evidência de que a manipulação vertebral afeta vários processos neurofisiológicos, incluindo os seguintes: alteração da descarga dos mecanorreceptores do grupo Ia e do grupo II; processamento sensorial na medula espinhal (isto é, facilitação central); o sistema neuroendócrino; e o controle reflexo do músculo esquelético (isto é, reflexos somáticos). Em resumo, os dados biomecânicos e neurofisiológicos disponíveis indicam que manipulações da coluna vertebral podem afetar o sistema de controle motor. As informações sobre a posição, velocidade e direção dos movimentos das articulações e do corpo são importantes fatores para manter o controle postural.

A facilitação motora central parece ser básica como resposta imediata à MV seguida de uma atenuação significativa da atividade do motoneurônio  $\alpha$  (Dishman, Ball e Jeanmarie, 2002; Dishman, Cunningham e Burke, 2002). Mudanças cinemáticas também são notadas (Lehman e McGill, 1999), e atividades do reflexo-H são reduzidas (Murphy, Dawson e Slack, 1995).

O processo de manutenção da estabilidade articular é realizado pela relação complementar entre os componentes estáticos e dinâmicos. Ligamentos, cápsula articular, cartilagem, atrito e geometria óssea dentro da articulação compõem os elementos estáticos. A contribuição dinâmica resulta dos controles de antecipação (feedforward) e retroalimentação (feedback) sobre os músculos que atravessam a articulação. A eficácia das restrições dinâmicas não só se caracteriza pelas propriedades físicas e biomecânicas da articulação, que incluem força, resistência (endurance) e alongamento muscular, mas também pelo sistema sensorio-motor intacto. O controle neuromuscular é a base para todas as atividades motoras, especialmente em relação à eficácia das restrições dinâmicas na contribuição do desempenho ao se realizar uma determinada ação. Na perspectiva da estabilidade articular, definem o controle neuromuscular como a ativação inconsciente das restrições dinâmicas que ocorrem na preparação e na resposta ao movimento e sobrecarga articular, com o propósito de manter e restaurar a estabilidade articular.

## **2.7. Senso de posição articular**

O ombro dominante nos esportes overhead tem se mostrado diferente do ombro não dominante em termos de força, amplitude de movimento, equilíbrio muscular e acuidade proprioceptiva. O voleibol e o andebol são esportes com movimentos acima da cabeça que apresentam especificidades na execução de seus gestos, demandando de forma distinta o complexo do membro superior e gerando diferentes adaptações. Diversos estudos avaliaram a acuidade proprioceptiva em atletas, de forma que alguns atestam a superioridade, outros a igualdade e também há relatos de inferioridade nesta variável nos arremessadores em relação a controles. No entanto, a comparação entre atletas de diferentes esportes overhead ainda carece de exploração. Além disso, não se sabe se o maior tempo de treinamento no esporte influenciaria positivamente os resultados nos testes de reposicionamento articular ativo, bem como se a idade cronológica influencia na acuidade proprioceptiva. A capacidade de um indivíduo determinar adequadamente a

localização de seus membros no espaço é fundamental para as atividades diárias e atléticas, ainda mais nos movimentos acima da cabeça. Esse é um importante componente dos programas de reabilitação e prevenção, pois entender como o senso de posição articular é determinado pode levar a uma melhor seleção de exercícios que aprimorem a propriocepção em atletas arremessadores (Tripp *et al.*, 2006). O Senso de Posição Articular (SPA) dita a capacidade de compreender e reproduzir um ângulo articular, e é assegurado por mecanorreceptores cutâneos, articulares e musculares (De Cássia *et al.*, 2007). Pesquisas sugerem que mudanças secundárias à disfunções vertebrais alteram o senso de posição articular (SPA) (Haavik e Murphy, 2011). Estes mesmos autores mostraram que existem estudos que demonstram evidências que a correção manipulativa vertebral melhora o SPA. Há teorias de que a manipulação corretiva pode ajudar a melhorar a aprendizagem durante tarefas motoras (Taylor e Murphy, 2010b).

## **2.8. Implicações clínicas**

A manipulação da coluna torácica pode ser uma intervenção eficaz para o tratamento de pacientes com dor no ombro ou disfunção (Bang e Deyle, 2000; Boyles *et al.*, 2009; Strunce *et al.*, 2009; Bergman *et al.*, 2010). Embora o fundamento fisiológico subjacente à sua eficácia ainda não esteja claro, as intervenções focadas na coluna torácica devem ser adicionadas às opções de tratamento que reabilitam pacientes com dor no ombro. Os fisioterapeutas devem manter em perspectiva o fato de que a pesquisa em relação à interdependência regional entre a coluna torácica e o ombro ainda é amplamente baseado em uma pequena amostra piloto de estudos. No futuro, maior controle randomizado de pesquisas será necessário para determinar se os resultados podem ser generalizados para uma população maior. Além disso, pesquisas futuras provavelmente descobrirão que a manipulação torácica não é uma técnica apropriada ou eficaz em todos os casos de dor no ombro. Identificação dos subconjuntos de pacientes, que provavelmente se beneficiarão com o uso de manipulação torácica, deverá ser realizada a fim de aumentar a eficácia da intervenção. Curiosamente, na prática clínica, é comum encontrar série de hipomobilidade torácica nos segmentos T1-T3 ou nos segmentos T3-T5 em pacientes com ombro dor. Quem manipula esses segmentos irá comumente encontra melhorias na função do ombro e da dor. Na pesquisa, a manipulação dessas regiões tem mostrado produzir mudanças no fluxo sanguíneo e circulação do membro superior (Joel G. Pickar,

2002; Budgell e Polus, 2006). O segmento T1-T5 se correlaciona com a inervação simpática do coração, pulmões e sistema cardiovascular do membro superior (Budgell, 2000; Kawashima, 2005; Budgell e Polus, 2006). Hipoteticamente, a manipulação da torácica pode melhorar a função do ombro porque altera o impulso simpático para o sistema cardiovascular do membro superior. Um nível diminuído de impulso simpático para a extremidade superior, por sua vez, reduz a resposta de proteção alostática no ombro e braço. Isso permite que o ombro se mova mais de forma irrestrita e desprotegida. Em outras palavras, se o corpo está protegendo estruturas de maior prioridade, como sistemas cardiovasculares, haverá um aumento do nível de impulso simpático para os gânglios simpáticos T1-5. As respostas alostáticas do corpo não se limitam à dor. Em vez disso, várias respostas fisiológicas estão presentes após qualquer lesão ou patologia do tecido. Alterações motoras, do sistema endócrino, imunológico e autônomo fazem parte das respostas fisiológicas do corpo após lesão (Gifford e Butler, 1997). Portanto, é provável que tenha atividade muscular alterada na extremidade superior quando o corpo tenta proteger a região. Hipomobilidade na região torácica pode ser indicativo de alteração da atividade simpática. A manipulação permite ao terapeuta uma janela de oportunidades para treinar músculos em uma nova amplitude de movimento, reeducar o corpo em posições ideais e permite que se identifiquem os fatores anatômicos ou psicossociais que o corpo pode estar protegendo e tomar medidas para corrigir esses fatores. Se esses fatores puderem ser tratados, mudanças de longo prazo podem ser alcançadas.

### **III. OBJETIVOS E HIPÓTESES**

#### **3.1. Objetivo Geral**

Pesquisar quais os benefícios da MV nos jogadores de andebol.

#### **3.2. Objetivos específicos**

Comparar as variáveis pesquisadas entre atletas e não-atletas antes da intervenção. Pesquisar e descrever quais os efeitos imediatos da terapia manual vertebral (TMV) em parâmetros biomecânicos (SPA e ADM dorsal) e fisiológicos (FC e SpO2%) após a aplicação da TMV.

#### **3.3. Hipóteses**

Hipótese 1: A manipulação aumenta a ADM dorsal.

Hipótese 2: A manipulação melhora o SPA.

Hipótese 3: A manipulação aumenta a FC e a SpO2%

Hipótese 4: Os atletas possuem SPA, ADM e SpO2% mais elevados que os não-atletas.

A FC dos atletas é menor do que nos não-atletas

## **IV. METODOLOGIA**

Para dar resposta aos objetivos propostos foi conduzido um estudo intervenção, longitudinal, randomizado e controlado.

### **4.1. Participantes**

A amostra para este estudo foi constituída por 20 voluntários, 13 atletas de andebol do sexo feminino (escalão sénior do Clube Pedras Rubras) e 7 indivíduos não-praticantes de andebol ou de qualquer outra modalidade, com características biométricas equivalentes às dos praticantes de andebol.

Os participantes foram aleatoriamente distribuídos por dois grupos: o primeiro foi sujeito à técnica de MV e o segundo foi sujeito a um procedimento de placebo que simula a técnica do primeiro grupo.

Como critérios de inclusão foram considerados voluntários do sexo feminino com idades compreendidas entre os 18 e os 40 anos, praticantes de andebol e não-praticantes de qualquer modalidade desportiva. Como critérios de exclusão foram considerados voluntários que reportassem história de lesão na coluna torácica, coluna cervical e ombro no último mês, ou uma lesão major (ex. luxação, fratura) no último ano, história de cirurgia na coluna cervical, dorsal e ombro; voluntários que reportassem patologia que afete a função autonómica (hipertensão arterial, diabetes, patologia autoimune e de tireoide), patologia cardiorrespiratória, neurológica e óssea (ex. baixa densidade óssea); e voluntários que reportem a toma de medicação (analgésicos, AINE's, miorelaxantes, antibióticos) que possa afetar o controlo motor. Foram excluídos também os voluntários que apresentaram instabilidade ligamentar no ombro (testes de integridade articular do ombro positivos).

Foi também determinado qual o membro dominante de cada um dos participantes, questionando-os acerca de qual membro superior utilizam para arremessar a bola.

## **4.2. Recrutamento de voluntários**

Os participantes foram recrutados pelo aluno de Mestrado envolvido no projeto e ocorreu através de anúncios nas instalações do clube divulgando os objetivos e os critérios de inclusão e exclusão do estudo e por recrutamento direto em sala de aula dos alunos de Fisioterapia da Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa onde, após autorização dos docentes, o aluno envolvido apresentou o estudo e os seus objetivos.

## **4.3. Procedimentos Éticos**

Após a aprovação do projeto de investigação por parte da Comissão de Ética da Universidade Fernando Pessoa, a recolha de dados dos não-atletas foi efetuada no Edifício das Clínicas Pedagógicas de Fisioterapia da Universidade e dos atletas nas instalações do clube.

Todos os participantes foram informados acerca dos objetivos e procedimentos envolvidos e declararam por escrito a sua aceitação em participar no estudo, podendo desistir a qualquer momento sem qualquer prejuízo pessoal, de acordo com a declaração de Helsínquia (Anexo I). Foi assegurado aos participantes o anonimato e a confidencialidade sobre os dados recolhidos e garantido que os mesmos não seriam usados para outros fins que não esta investigação, e para tal, a cada participante foi atribuído um código numérico, não o identificando em nenhum dos instrumentos utilizados, e o formulário de consentimento informado foi separado dos restantes documentos. Após a utilização dos dados de imagem para os fins que se destinaram, estes foram apagados permanentemente do computador onde foram analisados.

## **4.4. Material e Instrumentos**

Para avaliação do peso e da altura foram necessários uma balança de marca Tanita e um estadiómetro de marca Seca.

Para a avaliação do SPA foi utilizado um sistema de videocâmara, para analisar o movimento e angulação articulares recorrendo a marcadores para o cálculo dos ângulos articulares e de reposicionamento. Para dar a referência da posição-alvo foi utilizado um

goniómetro universal. Para eliminar a informação visual, foi utilizada uma venda durante a avaliação do SPA.

Para avaliar a amplitude de movimento da coluna torácica durante o teste funcional de rotação foi utilizada a aplicação de smartphone *Clinometer*, e uma marquesa que também foi utilizada durante a MV.

Para avaliar a saturação parcial de oxigénio e FC foi utilizado um oxímetro de dedo portátil, marca QUIRUMED, modelo OXYM 2000.

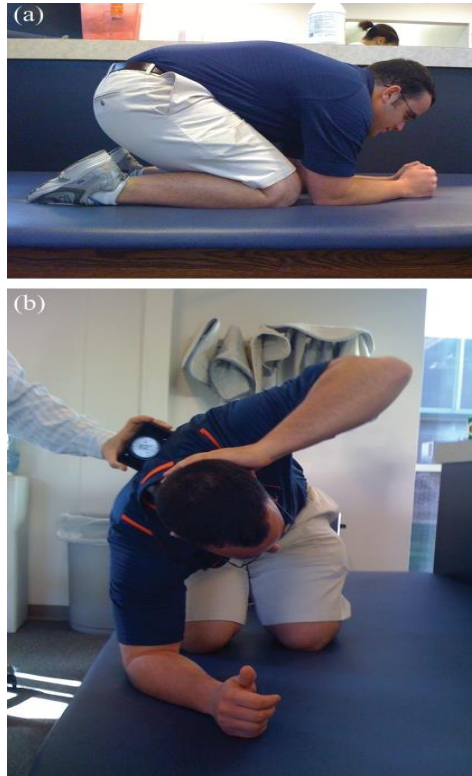
Para identificar potenciais critérios de exclusão, os participantes preencheram um questionário de caracterização da amostra (Anexo II).

#### **4.5. Aplicação dos critérios de elegibilidade**

Após preenchimento do questionário de caracterização da amostra e verificação dos critérios de elegibilidade, foram efetuados os testes de integridade articular para a articulação do ombro de gaveta anterior, teste de *fulcrum*, gaveta posterior e gaveta inferior.

#### **4.6. Protocolo de avaliação da amplitude de movimento de rotação dorsal**

A avaliação da amplitude de movimento de rotação foi efetuada de acordo com as indicações de Johnson e Grindstaff (Johnson e Grindstaff, 2010). O participante esteve em cima da marquesa sobre os joelhos e os punhos. Foi solicitado ao participante que se sente sobre os calcanhares e que coloque os cotovelos à frente e em contacto com os joelhos, com os antebraços apoiados na marquesa. Seguidamente, o inclinómetro foi colocado no espaço interespinhoso de T1-T2, sendo esta a posição inicial do teste. De seguida, o participante foi instruído a colocar uma das mãos no pescoço e a rodar o tronco para esse lado sem levantar a região glútea dos calcanhares e sem fazer extensão da coluna dorsal. A amplitude registada pelo inclinómetro foi registada e a avaliação foi repetida para o lado contrário.



**Figura 1:** Metodologia para avaliação da amplitude de movimento de rotação dorsal (Johnson e Grindstaff, 2010)

#### **4.7. Protocolo de avaliação do senso de posição articular**

Para avaliar o SPA o participante estava em posição bípede, com os pés afastados 30 cm da parede de referência. Com um goniómetro universal, foram definidas duas posições alvo: os 60° e os 120° de flexão. A ordem de avaliação das amplitudes foi randomizada. O membro dominante foi passivamente levado para a amplitude em teste e foi solicitado ao participante que ativamente mantenha a posição durante 5 segundos e, após esse tempo, volte à posição inicial e imediatamente após reposicione tentando reproduzir a amplitude alvo, mantendo igualmente a posição durante 5 segundos. O procedimento foi repetido três vezes (Rosa *et al.*, 2013; Haik *et al.*, 2014; Yang, Lee e Kim, 2015). Os participantes foram solicitados a manter um leve contato da ponta dos dedos com uma superfície plana para manter o posicionamento do braço no plano sagital. Eles também foram instruídos a manter a mão com o polegar apontando para o teto quando testados em cada elevação umeral (figura 14).



**Figura 2:** Metodologia para a avaliação cinemática. Eles foram solicitados a manter um leve contato da ponta do dedo com uma superfície plana para manter o posicionamento do braço no plano sagital.

Este procedimento foi gravado por câmara de vídeo que foi posicionada de forma a permitir a observação de todo o procedimento. A análise dos vídeos foi efetuada recorrendo ao software Kinovea e para facilitar a análise, foram colocados marcadores nos pontos anatómicos relevantes: epicôndilo lateral do úmero, acrômio e trocânter maior do fêmur. O software Kinovea 0.8.15, no qual foram analisados os últimos 7 frames (Salgado, Ribeiro e Oliveira, 2015) dos últimos três segundos de cada posicionamento/reposicionamento, para assim se proceder ao cálculo dos respetivos erros de reposicionamento. Para o cálculo dos mesmos, foram então utilizados três tipos de erros diferentes, após se calcular a média dos valores obtidos nas três tentativas, nomeadamente:

- o Erro Angular Absoluto (EAA), que diz respeito ao valor absoluto da diferença entre o valor da amplitude alvo e a amplitude alcançada pelo indivíduo (Bennell *et al.*, 2005);
- o Erro Angular Relativo (EAR), definido como a diferença aritmética entre o valor da amplitude alvo e a amplitude alcançada pelo indivíduo (valores negativos indicam que

ocorreu uma sobrestimação da amplitude alvo, enquanto que valores positivos significam que ocorreu uma subestimação da amplitude alvo) (Bennell *et al.*, 2005);

- o Erro Angular Variável (EAV), definido como o desvio padrão dos três reposicionamentos (Olsson *et al.*, 2004).

#### **4.8. Protocolo de avaliação dos parâmetros cardiovasculares**

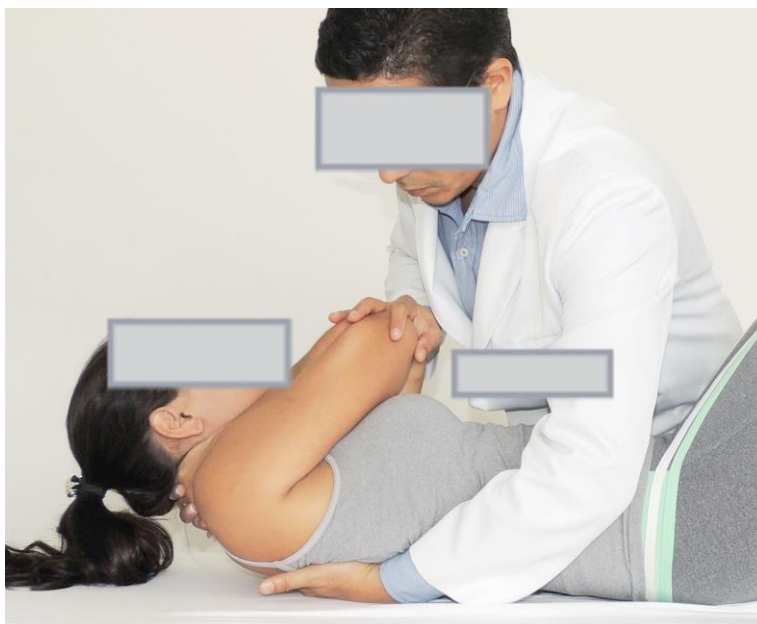
A saturação parcial de oxigênio (SPO2%) (Humphries *et al.*, 2013a; Rasul e Sajjad, 2015) e FC foram avaliadas com um oxímetro de dedo, colocado no dedo médio (Kingston, Claydon e Tumilty, 2014b; Fornari, Carnevali e Sgoifo, 2017; Araujo *et al.*, 2018).

Todas as medições descritas anteriormente foram realizadas antes, imediatamente após, 1 minuto após e 2 minutos após a MV.

#### **4.9. Protocolo de aplicação manipulação vertebral**

Foi realizada 1 única manipulação vertebral. O participante foi colocado em decúbito dorsal e foi instruído a colocar as mãos por trás do pescoço com dedos entrelaçados. Em seguida, o investigador auxiliou o participante para aduzir horizontalmente os ombros até os cotovelos se tocarem. O investigador instruiu o participante a rolar para um lado, para que o terapeuta possa colocar a mão manipuladora sob a região torácica (T4) do participante a ser manipulada. O participante foi então instruído a rolar de volta sobre a mão do investigador, que puxou para baixo o braço do participante para induzir a coluna vertebral a flexão e, posteriormente, inclinou-se sobre os braços do participante, instruiu o participante a respirar profundamente e executou a manipulação em alta velocidade e baixa amplitude, empurrando-se através do participante onde um “crack” foi ouvido.

Este procedimento foi realizado por um elemento da equipa de investigação com 5 anos de experiência no uso deste tipo de procedimento.



**Figura 03:** Participante em decúbito dorsal durante a manipulação torácica de T4 (Strunce *et al.*, 2009).

#### **4.10. Protocolo de aplicação das técnicas de placebo**

As técnicas placebo foram aplicadas com os mesmos princípios, mas sem aplicar força. Ou seja, o participante foi colocado em decúbito dorsal e foi instruído a colocar as mãos por trás do pescoço com os dedos entrelaçados. De seguida, o investigador auxiliou o participante para aduzir horizontalmente os ombros até os cotovelos se tocarem. O investigador então instruiu o participante a rolar para um lado para que o terapeuta possa colocar a mão sob a sua região torácica (T4), inclinou-se sobre os braços do participante, e instruiu o participante a respirar profundamente, mas não aplicou a TMV.

#### **4.11. Procedimentos Estatísticos**

A análise estatística envolveu medidas de estatística descritiva (frequências absolutas e relativas, medianas (Me) e amplitude interquartil (AIQ)) e estatística inferencial. O nível de significância para rejeitar a hipótese nula foi fixado em  $(\alpha) \leq 0.05$ . A normalidade de distribuição dos valores das variáveis foi analisada com o teste de Shapiro-Wilk. O teste de Mann-Whitney foi utilizado para comparar a idade, o peso, a altura e o IMC entre os participantes dos grupos placebo e intervenção, para comparar as variáveis FC, SatO<sub>2</sub>, ROM dorsal, erros absoluto, relativo e variável, entre atletas e não-atletas, a Anova de

Friedman foi utilizada para comparar os grupos placebo e intervenção, e o teste de Wilcoxon foi utilizado para comparar parâmetros de um mesmo participante. O teste de Dunn com correção de Bonferroni foi utilizado nas comparações par a par para detetar onde estavam localizadas as diferenças identificadas pela Anova de Friedman, utilizada para comparar dados amostrais vinculados. A análise estatística foi efectuada com o software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versão 27.0 para Windows.

## V. RESULTADOS

### 5.1. Caracterização da amostra

A tabela 1 discrimina as características gerais da amostra referente aos grupos placebo e intervenção, respetivamente, em relação às variáveis idade, peso, altura e IMC. É possível verificar que em termos de variáveis biológicas são grupos homogéneos, exceto a média do peso dos sujeitos do grupo Placebo é significativamente mais elevada ( $U = 22.500$ ,  $p = 0.038$ ). Foram 7 atletas no grupo intervenção e 6 no placebo, enquanto os não-atletas foram 4 no grupo intervenção e 3 no placebo.

**Tabela 1:** Caracterização geral da amostra ( $N = 20$ ) dos grupos placebo e intervenção para as variáveis idade, peso, altura e IMC.

	Placebo		Intervenção		<i>p</i>
	Me	AIQ	Me	AIQ	
Idade	29.0	8.0	26.0	7.0	0.503
Peso	71.0	12.5	60.0	11.0	0.038*
Altura	1.7	0.0	1.6	0.1	0.230
IMC	24.8	2.8	22.6	2.8	0.201

Me: Mediana; AIQ: Amplitude interquartil \*  $p < 0.05$  \*\*  $p < 0.01$  \*\*\*  $p < 0.001$

Na tabela 2 quando comparamos atletas e não-atletas antes da intervenção encontramos diferenças estatisticamente significativas nas variáveis *FC\_M0*, *AM ROM\_Dorsal\_Esq*, *AM ROM\_Dorsal\_Dta*, *EA\_AM\_Dom\_60°*, *EV\_AM\_Dom\_60°*, *ER\_AM\_Dom\_120°*.

Podemos perceber que, relativamente à *FC M0* os valores são significativamente superiores nos não-atletas ( $U = 3.000$ ,  $p < 0.001$ ). Na *AM ROM Dorsal Esq*, os valores são significativamente mais elevados nos atletas ( $U = 74.000$ ,  $p = 0.024$ ). Já na *AM ROM Dorsal Dta*, os valores são significativamente superiores nos atletas ( $U = 91.000$ ,  $p = 0.001$ ). O *EA AM Dom 60°*, os valores são significativamente superiores nos atletas ( $U = 80.000$ ,  $p = 0.005$ ). No *ER AM Dom 120°*, os valores são significativamente mais elevados nos atletas ( $U = 85.500$ ,  $p = 0.014$ ).

**Tabela 2:** Comparação das variáveis em estudo entre os grupos de atletas e não-atletas antes da intervenção.

	Não-atletas		Atletas		<i>p</i>
	Me	AIQ	Me	AIQ	
FC_M0	79.0	5.0	71.0	11.5	0.001***
SatO <sub>2</sub> _M0	99.0	1.0	98.0	1.0	0.211
AM ROM_Dorsal_Esq	39.0	3.0	51.0	30.5	0.024*
AM ROM_Dorsal_Dta	42.00	11.0	50.0	29.5	<0.001***
EA_AM_Dom_60°	0.56	0.8	2.37	3.5	0.005**
ER_AM_Dom_60°	-0.56	0.8	-2.37	5.3	0.211
EV_AM_Dom_60°	0.69	0.3	1.84	1.7	0.001***
EA_AM_Dom_120°	2.15	15.3	2.89	2.8	0.757
ER_AM_Dom_120°	-2.15	15.3	2.22	5.7	0.014*
EV_AM_Dom_120°	4.97	3.7	1.89	0.7	0.056

\*  $p < 0.05$  \*\*  $p < 0.01$  \*\*\*  $p < 0.001$

Na tabela 3 quando comparamos os grupos Placebo e Intervenção antes da intervenção não encontramos diferenças estatisticamente significativas nas variáveis pesquisadas.

**Tabela 3:** Comparação das variáveis em estudo entre os grupos Placebo x Intervenção antes da intervenção.

	Placebo		Intervenção		<i>p</i>
	Me	AIQ	Me	AIQ	
FC_M0	74.0	12.0	74.0	11.0	0.656
SatO <sub>2</sub> _M0	99.0	1.0	98.0	1.0	0.230
AM ROM_Dorsal_Esq	39.0	14.0	39.0	31.0	0.882
AM ROM_Dorsal_Dta	47.0	22.0	46.0	31.0	0.603
EA_AM_Dom_60°	1.15	3.0	2.22	2.1	0.456
ER_AM_Dom_60°	-0.56	3.8	-1.22	2.4	0.456
EV_AM_Dom_60°	1.17	2.3	1.17	1.0	0.824
EA_AM_Dom_120°	2.22	1.9	3.11	7.6	0.201
ER_AM_Dom_120°	1.0	5.5	-1.41	9.1	0.201
EV_AM_Dom_120°	2.4	3.2	1.89	3.9	0.175

Relativamente à FC, na tabela 4, quando comparamos os valores de FC no grupo Placebo, encontramos diferenças estatisticamente significativas entre os momentos ( $\chi^2$  Friedman (3) = 8.128,  $p = 0.043$ ). Nas comparações par a par verificou-se que essas diferenças se encontravam entre os momentos M0 e M3 ( $p = 0.037$ ).

**Tabela 4:** Comparação da frequência cardíaca no grupo placebo

	Me	AIQ	<i>p</i>
FC M0	74.0	12.0	
FC M1 Imed após	68.0	9.0	0.043*
FC M2 1min	71.0	10.0	
FC M3 2min	71.0	13.5	

\*  $p < 0.05$  \*\*  $p < 0.01$  \*\*\*  $p < 0.001$

Já quando comparamos os valores de FC no grupo Intervenção, tabela 5, encontramos uma diferença estatisticamente significativa entre os momentos ( $\chi^2$  Friedman (3) = 8.070,  $p = 0.045$ ). Nas comparações par a par verificou-se que essas diferenças se encontravam entre os momentos M0 e M3 ( $p = 0.021$ ).

**Tabela 5:** Comparação da frequência cardíaca grupo Intervenção.

	Me	AIQ	<i>p</i>
FC M0	74.0	11.0	
FC M1 Imed após	68.0	8.0	0.045*
FC M2 1min	72.0	3.0	
FC M3 2min	70.0	8.0	

\*  $p < 0.05$  \*\*  $p < 0.01$  \*\*\*  $p < 0.001$

No momento em que comparamos os valores de SatO<sub>2</sub> no grupo Placebo, não encontramos diferenças estatisticamente significativas entre os momentos de avaliação ( $\chi^2$  Friedman (3) = 5.333,  $p = 0.149$ ), tabela 6.

**Tabela 6:** Comparação da SatO<sub>2</sub> no grupo Placebo.

	Me	AIQ	<i>p</i>
SatO <sub>2</sub> M0	99.0	1.0	
SatO <sub>2</sub> Imed após	98.0	2.0	0.149
SatO <sub>2</sub> M1 após	99.0	1.0	
SatO <sub>2</sub> M2 após	99.0	1.0	

\*  $p < 0.05$  \*\*  $p < 0.01$  \*\*\*  $p < 0.001$

O mesmo aconteceu quando comparamos os valores de SatO<sub>2</sub> no grupo Intervenção, não encontramos diferenças estatisticamente significativas entre os momentos de avaliação ( $\chi^2$  Friedman (3) = 3.355,  $p = 0.340$ ), tabela 7.

**Tabela 7:** Comparação da SatO<sub>2</sub> no grupo Intervenção.

	Me	AIQ	<i>p</i>
SatO <sub>2</sub> M0	98.0	1.0	
SatO <sub>2</sub> Imed após	98.0	2.0	0.340
SatO <sub>2</sub> M1 após	98.0	1.0	
SatO <sub>2</sub> M2 após	98.0	0.0	

\* *p* < 0.05 \*\* *p* < 0.01 \*\*\* *p* < 0.001

Na tabela 8 relativamente à amplitude de movimento, no grupo Placebo os valores de AM (antes da manipulação) e DM (depois da manipulação) são significativamente mais elevados na rotação para a direita. Em ambos os grupos é possível observar um aumento significativo na amplitude de movimento das duas rotações após o procedimento intervenção.

**Tabela 8:** Comparação da ROM no grupo placebo e intervenção, antes e depois da manipulação: Esquerda x Direita.

	Esquerda		Direita		<i>p</i>
	Me	AIQ	Me	AIQ	
<i>Placebo</i>					
AM ROM Dorsal	39.0	14.0	47.0	22.0	0.020*
DM ROM Dorsal	43.0	17.5	54.0	25.00	0.050*
<i>p</i>	0.035*		0.009*		
<i>Intervenção</i>					
AM ROM Dorsal	39.0	31.00	46.0	31.0	0.504
DM ROM Dorsal	48.0	21.0	56.0	22.0	0.449
<i>p</i>	0.050*		0.016*		

\* *p* < .05 \*\* *p* < .01 \*\*\* *p* < .001

Na tabela 9 encontrámos as seguintes diferenças estatisticamente significativas, entre atletas e não-atletas depois da manipulação: DM ROM Dorsal Esq, os valores são significativamente superiores nos atletas (U = 12.000, *p* = 0.008); DM ROM Dorsal Direita, os valores são significativamente mais elevados nos atletas (U = 14.000, *p* = 0.001).

**Tabela 9:** Comparação da ROM dorsal entre Atletas x Não-atletas depois da manipulação.

	Não-atletas		Atletas		<i>p.</i>
	Me	AIQ	Me	AIQ	
DM ROM Dorsal Esq	41.1	3.3	58.2	15.5	0.008**
DM ROM Dorsal Dta	40.3	4.9	65.2	15.4	0.001***

\*  $p < 0.05$  \*\*  $p < 0.01$  \*\*\*  $p < 0.001$

Após a intervenção os valores de EA, ER e EV a 60° são significativamente mais elevados, seja no grupo Placebo ou no grupo Intervenção, exceto na variável EV DOM 60° no grupo placebo, tabela 10.

**Tabela 10:** Comparação do Senso de posição articular AM x DM a 60°. Os valores são mais elevados tanto no grupo Placebo quanto Intervenção.

	AM		DM		<i>p</i>
	Me	AIQ	Me	AIQ	
Placebo					
EA DOM 60°	1.15	3.0	8.15	3.6	0.011*
ER DOM 60°	-0.56	3.8	-8.15	3.6	0.011*
EV DOM 60°	1.17	2.3	1.58	3.2	0.139
Intervenção					
EA DOM 60°	2.22	2.1	7.93	8.2	0.023*
ER DOM 60°	-1.22	2.4	-7.93	8.2	0.037*
EV DOM 60°	1.17	1.0	2.26	3.9	0.007**

\*  $p < 0.05$  \*\*  $p < 0.01$  \*\*\*  $p < 0.001$

No grupo Placebo os valores de ER a 120° são significativamente mais elevados, como também negativos, no DM do que no AM e significativamente mais elevados no AM do que no DM no EV. No grupo intervenção as diferenças não são estatisticamente significativas, tabela 11.

**Tabela 11:** Comparação do Senso de posição articular AM x DM a 120° no grupo Placebo e Intervenção.

	AM		DM		<i>p</i>
	Me	AIQ	Me	AIQ	
Placebo					
EA DOM 120°	2.22	1.9	2.33	5.9	0.260
ER DOM 120°	1.0	5.5	-1.22	7.6	0.021*
EV DOM 120°	2.4	3.2	2.57	2.7	0.021*
Intervenção					
EA DOM 120°	3.11	7.6	4.33	6.8	0.929
ER DOM 120°	-1.41	9.1	-4.33	8.9	0.286
EV DOM 120°	1.89	3.9	2.0	2.1	0.286

\*  $p < 0.05$  \*\*  $p < 0.01$  \*\*\*  $p < 0.001$

## **VI. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Relembrando que o objetivo geral foi pesquisar quais os benefícios da MV nos jogadores de andebol, e os objetivos específicos foram comparar as variáveis pesquisadas entre atletas e não-atletas antes da intervenção. Pesquisar e descrever quais os efeitos imediatos da terapia manual vertebral (TMV) em parâmetros biomecânicos (SPA e ADM dorsal) e fisiológicos (FC e SpO<sub>2</sub>%) após a aplicação da TMV.

### **6.1. Comparação dos parâmetros de idade, peso, altura e IMC**

O objetivo desta análise foi identificar se a amostra era homogênea. Foi verificado que em termos de variáveis biológicas são grupos homogêneos, exceto a média do peso dos sujeitos do grupo Placebo é significativamente mais elevada, porém em termos do IMC é equivalente.

### **6.2. Comparação dos parâmetros FC, SatO<sub>2</sub>, ROM dorsal e SPA entre atletas e não-atletas antes da intervenção**

A FC e a ROM dorsal (tanto direita quanto esquerda) nos atletas obtiveram diferenças estatisticamente superiores quando comparadas aos não-atletas. Os erros angulares nos atletas obtiveram diferenças estatisticamente superiores quando comparadas aos não-atletas, ou seja, os não-atletas obtiveram melhor propriocepção. A SatO<sub>2</sub> não houve diferenças estatisticamente significativas, talvez pelo facto de todos os participantes serem indivíduos saudáveis e neste caso a taxa de saturação é quase uma constante em torno de 98 a 99%, sendo a partir de 95% já considerado normal..

### **6.3. Efeitos da MV na amplitude de movimento de rotação dorsal**

O objetivo desta análise foi perceber se a manipulação torácica aumentaria a ADM da rotação torácica. A hipótese proposta para esta análise foi de que se verificaria um aumento da ADM da torácica tanto nos atletas quanto nos não-atletas. Quando comparamos atletas e não-atletas antes da intervenção encontramos diferenças estatisticamente significativas nas variáveis AM ROM\_Dorsal\_Esquerda (ADM dorsal

esquerda) e AM ROM\_Dorsal\_Direita (ADM dorsal direita), o que já era esperado, já que teoricamente os atletas possuem maior flexibilidade e amplitude de movimento que os demais. O mesmo aconteceu após a intervenção, já que os atletas apresentaram diferenças estatisticamente significativas tanto no movimento para a direita quanto para a esquerda. No momento em que comparamos o grupo placebo x intervenção antes da intervenção encontramos diferenças estatisticamente significativas nas variáveis pesquisadas, como também na comparação grupo placebo x intervenção depois da intervenção são estatisticamente significativas. A questão é até onde a MV é eficaz, já que o grupo placebo também apresentou melhora da ADM. Até a data não foram encontradas publicações que tivessem estudado este tópico. Porém, há estudos realizados que mostram os efeitos da manipulação torácica na ADM da cervical: grande aumento da flexão e rotação cervical (Boyles *et al.*, 2011; Karas e Olson Hunt, 2014; Galindez-Ibarbengoetxea, Setuain, Eersen, *et al.*, 2017; Galindez-Ibarbengoetxea, Setuain, González-Izal, *et al.*, 2017). Este estudo é corroborado por Nansel *et al.* (1990), que conduziram um estudo no qual resultou num aumento da ADM cervical e torácica após a MV torácica. Em outro estudo, Muth *et al.* (2012), pesquisaram o efeito da MV torácica sobre a cinemática escapular em pacientes com síndrome do impacto, e descobriu que houve um pequeno, porém, significativo aumento da rotação superior escapular associada à abdução do ombro. Embora neste estudo o alvo da avaliação fosse a cinemática escapular, eles também perceberam que não houve alteração de outras ADM's, como a cervical e torácica. Já Lehman e McGill (1999, 2001), não encontraram mudanças na ADM lombar em pacientes com dor após a manipulação lombar.

#### **6.4. Efeitos da MV no senso de posição articular**

O objetivo desta análise foi perceber se a manipulação torácica aumentaria o SPA da flexão do ombro. A hipótese proposta para esta análise foi de que se verificaria uma melhoria do SPA. A literatura existente sugere que a MV altera várias atividades neurofisiológicas, tais como reflexos medulares e respostas musculares, fadiga neuromuscular (Niazi *et al.*, 2015), processo cognitivo (Kelly, Murphy e Backhouse, 2000), tempo de reação (Lersa, Stinear e Lersa, 2005), estímulo cortical muscular (Niazi *et al.*, 2015), processamento somatossensorial cortical e integração sensoriomotora (Haavik-Taylor e Murphy, 2007). A literatura sugere ainda que os receptores de

propriocepção, como mecanorreceptores e terminações nervosas livres, são encontrados na pele, músculos, tendões, cápsulas articulares e ligamentos e que, quando ocorre movimento ativo ou passivo, os receptores transmitem a informação do movimento ao sistema nervoso central (Guyton e Hall, 2021). A manipulação de alta velocidade e baixa amplitude estimula os mecanorreceptores localizados nos músculos, ligamentos e cápsulas articulares, melhorando suas respostas na transmissão para o SNC, assim, auxiliando na recuperação da propriocepção (Taylor e Murphy, 2010). Sabe-se que a manipulação estimula mecanicamente as cápsulas articulares e, assim, leva ao aumento da mobilidade dos segmentos espinhais e aumenta a ADM (Hartstein *et al.*, 2018). No entanto, a literatura a analisar o efeito da MV na acuidade proprioceptiva é escassa. No presente estudo, nos grupos Placebo e Intervenção, a 60°, antes da intervenção não encontramos diferenças estatisticamente significativas nas variáveis pesquisadas. Já após a intervenção houve aumento do EA e ER no grupo placebo, e no grupo intervenção houve aumento do EA, ER e EV. No grupo Placebo os valores de ER a 120° são significativamente mais elevados DM do que AM e significativamente mais elevados no AM do que no DM no EV. Todas essas alterações nos erros angulares sugerem que a MV afeta negativamente o SPA. A 120° a importância dos mecanorreceptores articulares é superior uma vez que estamos próximos da amplitude de movimento extrema, sendo expectável que a MV levasse a alterações nesta amplitude uma vez que estimula, teoricamente, os mecanorreceptores articulares. A 60°, uma ADM intermédia, avaliamos principalmente os recetores musculares. No grupo intervenção as diferenças não são estatisticamente significativas. Porém, evidência anterior sugere que após a MV existe um menor erro de reposicionamento articular e significativa redução da dor (Yang, Lee e Kim, 2015) . Talvez a diferença entre os resultados da presente investigação e os resultados deste artigo possa ser justificada pela ausência de dor nos participantes do presente estudo. Possivelmente, na presença de dor, a acuidade proprioceptiva possa estar mais comprometida, melhorando após a intervenção. Adicionalmente, alguns estudos avaliaram que os efeitos imediatos da MV em participantes assintomáticos não têm mostrado consenso nos resultados do SPA (Fernández-de-las-Peñas *et al.*, 2008; Orakifar *et al.*, 2012; Rosa *et al.*, 2013).

## 6.5. Efeitos da MV na avaliação dos parâmetros cardiovasculares

A FC nos atletas já era esperado que possuísse valores mais baixos antes da MV, pois possuem um músculo cardíaco mais eficiente, capaz de bombear mais sangue a cada batimento e, por isso, bate menos vezes para garantir a mesma quantidade de sangue, tanto em repouso quanto durante o exercício (Ribeiro *et al.*, 2015). A mobilização da coluna, especialmente a coluna torácica, não apenas ativa os mecanorreceptores, mas também tem alguma influência em ativar o sistema nervoso simpático (SNS) (Welch and Boone, 2008). Como sabemos, o componente simpático do sistema nervoso autônomo (SNA) regula a frequência cardíaca, pressão arterial, frequência respiratória, temperatura corporal, sudorese, motilidade e secreção gastrointestinal, bem como outras atividades viscerais que mantêm a homeostase (Goldstein e McEwen, 2002). Estudos anteriores demonstram que a mobilização torácica entre T1 e T4 provoca uma elevação súbita da FC e SpO<sub>2</sub> (Rasul e Sajjad, 2015). Existe inclusivamente evidência forte, de uma revisão sistemática, que sugere a existência de excitação do SNS, após a MV, em população saudável, demonstrando alterações na FC, consistentes com excitação do SNS (Kingston, Claydon e Tumilty, 2014).

O objetivo deste estudo foi perceber se a manipulação torácica aumentaria a FC e a SpO<sub>2</sub>. A hipótese proposta para esta análise foi de que se verificaria um aumento da FC e SpO<sub>2</sub>, tendo em conta a evidência anterior. Ao contrário dos estudos citados acima, no nosso estudo houve uma diminuição na FC tanto no grupo placebo quanto no grupo intervenção, principalmente quando comparadas as variáveis M0 (antes da MV) e M3 (2 minutos após a MV), corroborado pelo estudo de (Shiguemi and Salgado, 2012). Na SpO<sub>2</sub> não se verificaram alterações significativas ao comparar os diferentes momentos de avaliação, em nenhum dos grupos em estudo. Resultados semelhantes foram encontrados por Ward *et al.* (2015) em que 50 participantes hipertensos foram submetidos à mesma MV utilizada no presente estudo e o resultado foi que a MV apresenta um impacto mínimo nas variáveis cardiovasculares pesquisadas (Ward *et al.*, 2015). Outro estudo com participantes normotensos revelou que as variáveis cardiovasculares avaliadas não sofreram alteração após a MV nos momentos em estudo (1 minuto após, 10 minutos após e 24 horas após) (Ward *et al.*, 2013).

## **Limitações do estudo**

Podem ser apontadas algumas limitações neste estudo. Em primeiro lugar, o tamanho amostral tanto de atletas quanto não-atletas foi muito reduzido, provavelmente por conta de ter coincido com a época de pandemia do Coronavírus. Em segundo lugar, a recolha dos dados foi realizada no inverno, mesmo que a sala tivesse temperatura relativamente controlada e houvesse aclimatação das participantes durante 20 minutos, o ambiente externo era muito frio à noite. Em terceiro lugar, o facto de avaliarmos parâmetros controlados pelo SNA que podem ser alterados por qualquer variação emocional do participante no momento da recolha. Em quarto lugar, o facto de as atletas já estarem na metade da temporada, o que poderia justificar um cansaço e fadiga física.

## **VII. CONCLUSÃO**

No presente estudo não foi possível confirmar as hipóteses previamente defendidas, exceto a hipótese relativa às alterações na ADM dorsal, embora esta variável também foi aumentada no grupo placebo. Após a apresentação e discussão dos resultados do presente estudo é possível concluir que a MV não sustenta os objetivos defendidos. Talvez por conta do fato dos participantes não possuírem quadro ou queixa de dor e/ou limitação funcional, já que pesquisas anteriores de um modo geral são feitas em participantes com estas particularidades. Porém foi observado que as respostas à MV dependem de indivíduo a indivíduo, uns não apresentam nenhuma alteração, enquanto outros apresentam alterações significativas.

A manipulação vertebral é uma ferramenta fisioterapêutica, aplicada a quase todas as condições de reabilitação humana, porém ainda necessita de mais pesquisas para que os seus efeitos sejam amplamente definidos e validados tanto em populações sintomáticas quanto assintomáticas. Nesse sentido, recomenda-se estudos longitudinais com amostras mais robustas que permitam analisar com mais confiança a relação entre o controle neuromotor, a cinemática segmentar da coluna e a MV, e como isso contribuirá para melhoria da performance atlética.

## VIII. REFERÊNCIAS

Aagaard, P. *et alii.* (2002). *Neural adaptation to resistance training: Changes in evoked V-wave and H-reflex responses.* Journal of Applied Physiology. American Physiological Society, 92(6), pp. 2309–2318.

Araujo, F. *et alii.* (2018). *Autonomic function and pressure pain threshold following thoracic mobilization in asymptomatic subjects: A randomized controlled trial.* Journal of Bodywork and Movement Therapies, 22(2).

Baarbé, J. *et alii.* (2016). *Influence of Subclinical Neck Pain on the Ability to Perform a Mental Rotation Task: A 4-Week Longitudinal Study with a Healthy Control Group Comparison.* Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. Mosby Inc., 39(1), pp. 23–30.

Baarbé, J. *et alii.* (2018). *Subclinical recurrent neck pain and its treatment impacts motor training-induced plasticity of the cerebellum and motor cortex.* PLoS ONE, 13(2).

Bang, M. e Deyle, G. (2000). *Comparison of supervised exercise with and without manual physical therapy for patients with shoulder impingement syndrome.* Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. Movement Science Media, 30(3), pp. 126–137.

Baron, R. e Jänig, W. (1998). *Schmerzsyndrome Mit Kausaler Beteiligung Des Sympathikus.* Anaesthesist. Anaesthesist, pp. 4–23.

Barrack, R., Skinner, H. e Buckley, S. (1989). *Proprioception in the anterior cruciate deficient knee.* The American Journal of Sports Medicine, 17(1), pp. 1–6.

Bennell, K. *et alii.* (2005). *Effects of intervençãoly-induced anterior knee pain on knee joint position sense in healthy individuals.* Journal of Orthopaedic Research, 23(1), pp. 46–53.

Bergman, G. *et alii.* (2010). *Manipulative Therapy in Addition to Usual Care for Patients With Shoulder Complaints: Results of Physical Examination Outcomes in a Randomized Controlled Trial.* Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. Mosby, 33(2), pp. 96–101.

- Bolton, P., Budgell, B. e Kimpton, A. (2006). *Influence of innocuous cervical vertebral movement on the efferent innervation of the adrenal gland in the rat*. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, 124(1–2), pp. 103–111.
- Botelho, M. e Andrade, B. (2012). *Effect of Cervical Spine Manipulative Therapy on Judo Athletes' Grip Strength*. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 35(1), pp. 38–44.
- Boyles, R. *et alii*. (2011). *Effectiveness of manual physical therapy in the treatment of cervical radiculopathy: a systematic review*. *The Journal of manual & manipulative therapy*. Taylor & Francis, 19(3), pp. 135–42.
- Boyles, R. *et alii*. (2009). *The short-term effects of thoracic spine thrust manipulation on patients with shoulder impingement syndrome*. *Manual Therapy*. Churchill Livingstone, 14(4), pp. 375–380.
- Braun, S., Kokmeyer, D. e Millett, P. (2009). *Shoulder Injuries in the Throwing Athlete. The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*. *Journal of Bone and Joint Surgery Inc.*, 91(4), pp. 966–978.
- Bronfort, G. *et alii*. (2010). *Effectiveness of manual therapies: The UK evidence report*. *Chiropractic and Osteopathy*. BioMed Central, pp. 1–33.
- Brutsaert, T. e Parra, E. (2006). *What makes a champion?. Explaining variation in human athletic performance*. *Respiratory Physiology and Neurobiology*. Elsevier, 151(2–3), pp. 109–123.
- Budgell, B. e Hirano, F. (2001). *Innocuous mechanical stimulation of the neck and alterations in heart-rate variability in healthy young adults*. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*. Elsevier, 91(1–2), pp. 96–99.
- Budgell, B. e Polus, B. (2006). *The Effects of Thoracic Manipulation on Heart Rate Variability: A Controlled Crossover Trial*. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 29(8), pp. 603–610.
- Budgell, B. (2000). *Reflex effects of subluxation: The autonomic nervous system*. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. Mosby, 23(2), pp. 104–106.
- Byers, M. e Bonica, J. (2001). *Peripheral pain mechanisms and nociceptor plasticity*.

Lippincott Williams & Wilkins.

Camilleri, M. *et alii.* (1984). *Effect of somatovisceral reflexes and selective dermatomal stimulation on postcibal antral pressure activity.* American Journal of Physiology - Gastrointestinal and Liver Physiology, 10(6).

De Cássia, M. *et alii.* (2007). *Sistema sensório-motor articular: revisão da literatura.* Fisioterapia e Pesquisa, 14(3), pp. 82–90.

Chapman, C., Tuckett, R. e Song, C. (2008). *Pain and Stress in a Systems Perspective: Reciprocal Neural, Endocrine, and Immune Interactions.* The Journal of Pain, 9(2), pp. 122–145.

Chilibeck, P. *et alii.* (2011). *The effect of spinal manipulation on imbalances in leg strength.* The Journal of the Canadian Chiropractic Association. The Canadian Chiropractic Association, 55(3), pp. 183–92.

Christiansen, T. *et alii.* (2018). *The effects of a single session of spinal manipulation on strength and cortical drive in athletes.* European Journal of Applied Physiology. Springer Verlag, 118(4), pp. 737–749.

Colloca, C. *et alii.* (2000). *Neurophysiologic response to intraoperative lumbosacral spinal manipulation.* Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. Mosby, 23(7), pp. 447–457.

Craig, A. (2003). *A new view of pain as a homeostatic emotion.* Trends in Neurosciences. Elsevier Ltd, 26(6), pp. 303–307.

Craig, A. (2003). *Labeled Lines Versus Convergence in Central Processing.* Annual Review of Neuroscience, 26(1), pp. 1–30.

Cramer, G. *et alii.* (2002). *The Effects of Side-Posture Positioning and Spinal Adjusting on the Lumbar Z Joints.* Spine, 27(22), pp. 2459–2466.

Crosbie, J. *et alii.* (2008). *Scapulohumeral rhythm and associated spinal motion.* Clinical Biomechanics, 23(2), pp. 184–192.

Daligadu, J. *et alii.* (2013). *Alterations in cortical and cerebellar motor processing in subclinical neck pain patients following spinal manipulation.* Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. Mosby, 36(8), pp. 527–537.

- Dishman, J., Ball, K. e Jeanmarie, B. (2002). *Central motor excitability changes after spinal manipulation: A transcranial magnetic stimulation study*. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. Mosby, 25(1), pp. 1–9.
- Dishman, J. e Bulbulian, R. (2000). *Spinal Reflex Attenuation Associated With Spinal Manipulation*. Spine, 25(19), pp. 2519–2525.
- Dishman, J., Cunningham, B. e Burke, J. (2002). *Comparison of tibial nerve H-reflex excitability after cervical and lumbar spine manipulation*. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. Mosby, 25(5), pp. 318–325.
- Driscoll, M. e Hall, M. (2000). *Effects of spinal manipulative therapy on autonomic activity and the cardiovascular system: A case study using the electrocardiogram and arterial tonometry*. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. Mosby, 23(8), pp. 545–550.
- Drummond, P. (2010). *Sensory disturbances in complex regional pain syndrome: clinical observations, autonomic interactions, and possible mechanisms*. Pain medicine (Malden, Mass.). Blackwell Publishing Inc., 11(8), pp. 1257–66.
- Duff, S. (2005). *Impact of Peripheral Nerve Injury on Sensorimotor Control*. Journal of Hand Therapy, 18(2), pp. 277–291.
- Ebaugh, D., McClure, P. e Karduna, A. (2006). *Effects of shoulder muscle fatigue caused by repetitive overhead activities on scapulothoracic and glenohumeral kinematics*. Journal of Electromyography and Kinesiology, 16(3), pp. 224–235.
- Ebaugh, D. e Spinelli, B. (2010). *Scapulothoracic motion and muscle activity during the raising and lowering phases of an overhead reaching task*. Journal of Electromyography and Kinesiology. Elsevier, 20(2), pp. 199–205.
- Evans, D. (2002). *Mechanisms and effects of spinal high-velocity, low-amplitude thrust manipulation: Previous theories*. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. Mosby Inc., 25(4), pp. 251–262.
- Excoffon, S. e Wallace, H. (2006). *Chiropractic and rehabilitative management of a patient with progressive lumbar disk injury, spondylolisthesis, and spondyloptosis*. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. Mosby, pp. 66–71.

- Fernández-de-las-Peñas, C. *et alii.* (2008). *Changes in Pressure Pain Thresholds Over C5-C6 Zygapophyseal Joint After a Cervicothoracic Junction Manipulation in Healthy Subjects.* Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 31(5), pp. 332–337.
- Fisk, J. (1979). *A controlled trial of manipulation in a selected group of patients with low back pain favouring one side.* The New Zealand medical journal, 90(645), pp. 288–91.
- Flynn, T., Wainner, R. e Fritz, J. (2006). *Spinal Manipulation in Physical Therapist Professional Degree Education: A Model for Teaching and Integration Into Clinical Practice.* Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. Movement Science Media, 36(8), pp. 577–587.
- Fornari, M., Carnevali, L. e Sgoifo, A. (2017). *Single osteopathic manipulative therapy session dampens acute autonomic and neuroendocrine responses to mental stress in healthy male participants.* Journal of the American Osteopathic Association, 117(9).
- Fryer, G., Morris, T. e Gibbons, P. (2004). *Paraspinal Muscles and Intervertebral Dysfunction: Part One.* Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 27(4), pp. 267–274.
- Galindez-Ibarbengoetxea, X. *et alii.* (2017). *Effects of Cervical High-Velocity Low-Amplitude Techniques on Range of Motion, Strength Performance, and Cardiovascular Outcomes: A Review.* The Journal of Alternative and Complementary Medicine.
- Galindez-Ibarbengoetxea, X. *et alii.* (2017). *Randomised controlled pilot trial of high-velocity, low-amplitude manipulation on cervical and upper thoracic spine levels in asymptomatic subjects.* International Journal of Osteopathic Medicine. Elsevier Ltd, 25, pp. 6–14.
- Gavin, D. (1999). *The Effect of Joint Manipulation Techniques on Active Range of Motion in the Mid-Thoracic Spine of Asymptomatic Subjects.* Journal of Manual & Manipulative Therapy, 7(3), pp. 114–122.
- George, S. Z. *et alii.* (2006). *Immediate effects of spinal manipulation on thermal pain sensitivity: An intervenção study.* BMC Musculoskeletal Disorders. BioMed Central, 7(1), p. 68.
- Gifford, L. e Butler, D. (1997). *The integration of pain sciences into clinical practice.*

Journal of Hand Therapy. Hanley and Belfus Inc., 10(2), pp. 86–95.

Goldstein, D. e McEwen, B. (2002). *Allostasis, Homeostats, and the Nature of Stress*. Stress, 5(1), pp. 55–58.

González-Iglesias, J. *et alii*. (2009). *Inclusion of thoracic spine thrust manipulation into an electro-therapy/thermal program for the management of patients with acute mechanical neck pain: A randomized clinical trial*. Manual Therapy, 14(3), pp. 306–313.

González-Iglesias, J., Fernández-de-las-Peñas, C., Cleland, J. A. e del Rosario Gutiérrez-Vega, M. (2009). *Thoracic Spine Manipulation for the Management of Patients With Neck Pain: A Randomized Clinical Trial*. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 39(1), pp. 20–27.

Graven-Nielsen, T. *et alii*. (2002). *Inhibition of maximal voluntary contraction force by intervenção muscle pain: A centrally mediated mechanism*. Muscle & Nerve. John Wiley & Sons, Ltd, 26(5), pp. 708–712.

Green, S., Buchbinder, R. e Hetrick, S. (2003). *Physiotherapy interventions for shoulder pain*. Cochrane Database of Systematic Reviews. John Wiley and Sons Ltd, 2003(2).

Grimm, D., Cunningham, B. e Burke, J. (2005). *Autonomic Nervous System Function Among Individuals With Acute Musculoskeletal Injury*. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. Mosby, 28(1), pp. 44–51.

Grindstaff, T. *et alii*. (2009). *Effects of lumbopelvic joint manipulation on quadriceps activation and strength in healthy individuals*. Manual Therapy, 14(4), pp. 415–420.

Guyton, A. e Hall J. (2007). *Tratado de Fisiologia Médica*. Editora Elsevier. 13ª edição.

Haavik-Taylor, H. e Murphy, B. (2007). *Cervical spine manipulation alters sensorimotor integration: A somatosensory evoked potential study*. Clinical Neurophysiology. Elsevier, 118(2), pp. 391–402.

Haavik, H. e Murphy, B. (2011). *Subclinical Neck Pain and the Effects of Cervical Manipulation on Elbow Joint Position Sense*. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 34(2), pp. 88–97.

Haavik, H. e Murphy, B. (2012). *The role of spinal manipulation in addressing disordered sensorimotor integration and altered motor control*. Journal of

Electromyography and Kinesiology. Elsevier, pp. 768–776.

Haik, M. *et alii.* (2014). *Scapular kinematics pre- And post- Thoracic thrust manipulation in individuals with and without shoulder impingement symptoms: A randomized controlled study.* Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, 44(7), pp. 475–487.

Hanrahan, S. *et alii.* (2005). *The short-term effects of joint mobilizations on acute mechanical low back dysfunction in collegiate athletes.* Journal of Athletic Training. National Athletic Trainers Association, 40(2), pp. 88–93.

Harries, S., Lubans, D. e Callister, R. (2012). *Resistance training to improve power and sports performance in adolescent athletes: A systematic review and meta-analysis.* Journal of Science and Medicine in Sport. Elsevier, pp. 532–540.

Hartstein, A. *et alii.* (2018). *Immediate Effects of Thoracic Spine Thrust Manipulation on Neurodynamic Mobility.* Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics.

Hillermann, B. *et alii.* (2006). *A pilot study comparing the effects of spinal manipulative therapy with those of extra-spinal manipulative therapy on quadriceps muscle strength.* Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. Elsevier, 29(2), pp. 145–149.

Huber, A., Suter, E. e Herzog, W. (1998). *Inhibition of the quadriceps muscles in elite male volleyball players.* Journal of Sports Sciences, 16(3), pp. 281–289.

Humphries, K. *et alii.* (2013). *Immediate effects of lower cervical spine manipulation on handgrip strength and free-throw accuracy of asymptomatic basketball players: a pilot study.* Journal of Chiropractic Medicine. Elsevier, 12(3), pp. 153–159.

Johnson, K. e Grindstaff, T. (2010). *Thoracic rotation measurement techniques: clinical commentary.* North American journal of sports physical therapy : NAJSPT. The Sports Physical Therapy Section of the American Physical Therapy Association, 5(4), pp. 252–6.

Jones, D., Jones, D. e Newham, D. (1987). *Chronic knee effusion and aspiration: The effect on quadriceps inhibition.* Rheumatology. Oxford Academic, 26(5), pp. 370–374.

Jowsey, P. e Perry, J. (2010). *Sympathetic nervous system effects in the hands following a grade III postero-anterior rotatory mobilisation technique applied to T4: A randomised,*

- placebo-controlled trial*. *Manual Therapy*. Churchill Livingstone, 15(3), pp. 248–253.
- Karas, S. e Olson Hunt, M. (2014). *A randomized clinical trial to compare the immediate effects of seated thoracic manipulation and targeted supine thoracic manipulation on cervical spine flexion range of motion and pain*. *Journal of Manual and Manipulative Therapy*. *Journal of Manual and Manipulative Therapy Inc.*, 22(2), pp. 108–114.
- Kawashima, T. (2005). *The autonomic nervous system of the human heart with special reference to its origin, course, and peripheral distribution*. *Anatomy and Embryology*. Springer, 209(6), pp. 425–438.
- Keller, T. e Colloca, C. (2000). *Mechanical force spinal manipulation increases trunk muscle strength assessed by electromyography: A comparative clinical trial*. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. Elsevier, 23(9), pp. 585–595.
- Kelly, D., Murphy, B. e Backhouse, D. (2000). *Use of a mental rotation reaction-time paradigm to measure the effects of upper cervical adjustments on cortical processing: A pilot study*. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. Mosby Inc., 23(4), pp. 246–251.
- Kingett, M. *et alii*. (2019). *Increased voluntary activation of the elbow flexors following a single session of spinal manipulation in a subclinical neck pain population*. *Brain Sciences*, 9(6).
- Kingston, L., Claydon, L. e Tumilty, S. (2014). *The effects of spinal mobilizations on the sympathetic nervous system: A systematic review*. *Manual Therapy*, 19(4), pp. 281–287.
- Kockum, B. e Heijne, A. (2015). *Hop performance and leg muscle power in athletes: Reliability of a test battery*. *Physical Therapy in Sport*. Churchill Livingstone, 16(3), pp. 222–227.
- Kokjohn, K. *et alii*. (1992). *The effect of spinal manipulation on pain and prostaglandin levels in women with primary dysmenorrhea*. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 15(5), pp. 279–285.
- Korte, S. *et alii*. (2005). *The Darwinian concept of stress: benefits of allostasis and costs of allostatic load and the trade-offs in health and disease*. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. Elsevier Ltd, 29(1), pp. 3–38.

- Langevin, H. e Sherman, K. (2007). *Pathophysiological model for chronic low back pain integrating connective tissue and nervous system mechanisms*. Medical Hypotheses. Churchill Livingstone, 68(1), pp. 74–80.
- Lee, H., Nicholson, L. e Adams, R. (2004). *Cervical Range of Motion Associations With Subclinical Neck Pain*. Spine, 29(1), pp. 33–40.
- Lee, H. et alii. (2008). *Association between cervicocephalic kinesthetic sensibility and frequency of subclinical neck pain*. Manual Therapy. Churchill Livingstone, 13(5), pp. 419–425.
- Lehman, G. e McGill, S. (1999). *The influence of a chiropractic manipulation on lumbar kinematics and electromyography during simple and complex tasks: A case study*. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. Mosby Inc., 22(9), pp. 576–581.
- Lehman, G. e McGill, S. (2001). *Spinal manipulation causes variable spine kinematic and trunk muscle electromyographic responses*. Clinical Biomechanics. Elsevier, 16(4), pp. 293–299.
- Lephart, S. et alii. (1997). *The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries*. The American journal of sports medicine. SAGE Publications Inc., 25(1), pp. 130–7.
- Lersa, L., Stinear, C. e Lersa, R. (2005). *The relationship between spinal dysfunction and reaction time measures*. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. Elsevier, 28(7), pp. 502–507.
- Lin, C. et alii. (2003). *Depressor effect on blood pressure and flow elicited by electroacupuncture in normal subjects*. Autonomic Neuroscience. Elsevier, 107(1), pp. 60–64.
- Maigne, J. e Vautravers, P. (2003). *Mechanism of action of spinal manipulative therapy*. Joint Bone Spine. Elsevier Masson SAS, pp. 336–341.
- Mansilla-Ferragut, P. et alii. (2009). *Immediate Effects of Atlanto-Occipital Joint Manipulation on Active Mouth Opening and Pressure Pain Sensitivity in Women With Mechanical Neck Pain*. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 32(2), pp. 101–106.

- Marshall, P. *et alii.* (2014). *Hamstring Muscle Fatigue and Central Motor Output during a Simulated Soccer Match*. PLoS ONE. Edited by F. Hug. Public Library of Science, 9(7), p. e102753.
- McEwen, B. (2004). *Protection and Damage from Acute and Chronic Stress: Allostasis and Allostatic Overload and Relevance to the Pathophysiology of Psychiatric Disorders*. Annals of the New York Academy of Sciences. New York Academy of Sciences, 1032(1), pp. 1–7.
- McEwen, B. e Wingfield, J. (2010). *What is in a name? Integrating homeostasis, allostasis and stress*. Hormones and Behavior. Academic Press Inc., 57(2), pp. 105–111.
- McGuinness, J., Vicenzino, B. e Wright, A. (1997). *Influence of a cervical mobilization technique on respiratory and cardiovascular function*. Manual Therapy. Churchill Livingstone, 2(4), pp. 216–220.
- McManus, A. e Armstrong, N. (2010). *Physiology of Elite Young Female Athletes*. Medicine and Sport Science. Karger Publishers, pp. 23–46.
- Melzack, R. (2005). *Evolution of the neuromatrix theory of pain*. The Prithvi Raj Lecture: Presented at the Third World Congress of World Institute of Pain, Barcelona 2004. in *Pain Practice*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 85–94.
- Murphy, B., Dawson, N. e Slack, J. (1995). *Sacroiliac joint manipulation decreases the H-reflex*. Electromyography and Clinical Neurophysiology, 35(2), pp. 87–94.
- Muth, S. *et alii.* (2012). *The effects of thoracic spine manipulation in subjects with signs of rotator cuff tendinopathy*. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. Movement Science Media, 42(12), pp. 1005–1016.
- Nansel, D. *et alii.* (1990). *Time course considerations for the effects of unilateral lower cervical adjustments with respect to the amelioration of cervical lateral-flexion passive end-range asymmetry*. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 13(6), pp. 297–304.
- Niazi, I. *et alii.* (2015). *Changes in H-reflex and V-waves following spinal manipulation*. Intervenção Brain Research. Springer Verlag, 233(4), pp. 1165–1173.
- Nielsen, N. *et alii.* (1995). *Chronic asthma and chiropractic spinal manipulation: a*

- randomized clinical trial*. *Intervenção Allergy*, 25(1), pp. 80–88.
- Nishijo, K. *et alii*. (1997). *Decreased heart rate by acupuncture stimulation in humans via facilitation of cardiac vagal activity and suppression of cardiac sympathetic nerve*. *Neuroscience Letters*, 227(3), pp. 165–168.
- Nogueira, A., Sabatino, J. e Giraldo, P. (2010). *Effects of High-Velocity, Low-Amplitude Spinal Manipulation on Strength and the Basal Tonus of Female Pelvic Floor Muscles*. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 33(2), pp. 109–116.
- Nook, D., Nook, E. e Nook, B. (2016). *Utilization of Chiropractic Care at the World Games 2013*. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. Mosby Inc., 39(9), pp. 693–704.
- Olsson, L. *et alii*. (2004). *Test-retest reliability of a knee joint position sense measurement method in sitting and prone position*. *Advances in Physiotherapy*. Taylor & Francis, 6(1), pp. 37–47.
- Orakifar, N. *et alii*. (2012). *Sacroiliac Joint Manipulation Attenuates Alpha-Motoneuron Activity in Healthy Women: A Quasi-Intervenção Study*. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(1), pp. 56–61.
- Ortega-Cebrián, S. *et alii*. (2019). *Shoulder muscle onset timing during clinical assessment movements is the same in elite andebol players as non-athletes: Implications for clinical assessment*. *Physical Therapy in Sport*. Churchill Livingstone, 37, pp. 64–68.
- Panjabi, M. (2006). *A hypothesis of chronic back pain: Ligament subfailure injuries lead to muscle control dysfunction*. *European Spine Journal*. Springer, 15(5), pp. 668–676.
- Paungmali, A. *et alii*. (2003). *Hypoalgesic and Sympathoexcitatory Effects of Mobilization With Movement for Lateral Epicondylalgia*. *Physical Therapy*. Narnia, 83(4), pp. 374–383.
- Perry, J. e 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), pp. 492–499.
- Petersen, N., Vicenzino, B. and Wright, A. (1993). *The effects of a cervical mobilisation technique on sympathetic outflow to the upper limb in normal subjects*. *Physiotherapy*

Theory and Practice. Taylor & Francis, 9(3), pp. 149–156.

Pickar, J. (1999). *An in vivo preparation for investigating neural responses to controlled loading of a lumbar vertebra in the anesthetized cat*. Journal of Neuroscience Methods, 89(2), pp. 87–96.

Pickar, J. (2002). *Neurophysiological effects of spinal manipulation*. Spine Journal. Elsevier Inc., pp. 357–371.

Pickar, J. e Wheeler, J. (2001). *Response of muscle proprioceptors to spinal manipulative-like loads in the anesthetized cat*. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. Mosby Inc., 24(1), pp. 2–11.

Pikula, J. (1999). *The effect of spinal manipulative therapy (SMT) on pain reduction and range of motion in patients with acute unilateral neck pain: a pilot study*. The Journal of the Canadian Chiropractic Association. The Canadian Chiropractic Association, 43(2), p. 111.

Potter, L., McCarthy, C. e Oldham, J. (2005). *Physiological effects of spinal manipulation: a review of proposed theories*. Physical Therapy Reviews. Taylor and Francis Ltd., pp. 163–170.

Puentedura, E. *et alii*. (2011). *Thoracic Spine Thrust Manipulation Versus Cervical Spine Thrust Manipulation in Patients With Acute Neck Pain : A Randomized Clinical Trial*. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 41(4), pp. 208–220.

Raney, N., Teyhen, D. e Childs, J. (2007). *Observed Changes in Lateral Abdominal Muscle Thickness After Spinal Manipulation: A Case Series Using Rehabilitative Ultrasound Imaging*. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. Movement Science Media, 37(8), pp. 472–479.

Rasul, A. e Sajjad, A. (2015). *Effects of Thoracic Spine Mobilization on Vitals and Blood Oxygen Level in Healthy Individuals*. ORIGINALARTICLE, 11(December), pp. 163–166.

Ribeiro, V. *et alii*. (2015). *Variabilidade da frequência cardíaca em atletas e não-atletas saudáveis - diferenças e alterações provocadas pelo treinamento físico de endurance*. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício (RBPFE), ISSN-e 1981-9900,

Vol. 9, Nº. 54, 2015, págs. 446-456. Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício (IBPEFEX), 9(54), pp. 446–456.

Riemann, B. e Lephart, S. (2002). *The sensorimotor system, part I: The physiologic basis of functional joint stability*. Journal of Athletic Training. National Athletic Trainers Association, pp. 71–79.

Rosa, D. et alii. (2013). *Effect of seated thoracic manipulation on changes in scapular kinematics and scapulohumeral rhythm in young asymptomatic participants: A randomized study*. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. National University of Health Sciences, 36(8), pp. 546–554.

Sato, A. e Swenson, R. (1984). *Sympathetic nervous system response to mechanical stress of the spinal column in rats*. Journal of manipulative and physiological therapeutics, 7(3), pp. 141–7.

Schleip, R. (2003). *Fascial plasticity – a new neurobiological explanation: Part 1*. Journal of Bodywork and Movement Therapies. Churchill Livingstone, 7(1), pp. 11–19.

Senbursa, G., Baltacı, G. e Atay, A. (2007). *Comparison of conservative treatment with and without manual physical therapy for patients with shoulder impingement syndrome: A prospective, randomized clinical trial*. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. Springer Verlag, 15(7), pp. 915–921.

Shambaugh, P. (1987). *Changes in electrical activity in muscles resulting from chiropractic adjustment: a pilot study*. Journal of manipulative and physiological therapeutics, 10(6), pp. 300–4.

Shiguemi, A. e Salgado, I. (2012). *Mobilization of the nervous system in low back pain* “Photobiomodulation for Brain” Worldwide Consortium View project.

Sillevis, R. et alii. (2010). *Immediate effects of a thoracic spine thrust manipulation on the autonomic nervous system: a randomized clinical trial*. The Journal of manual & manipulative therapy. Taylor & Francis, 18(4), pp. 181–90.

Sterling, M., Jull, G. e Wright, A. (2001). *Cervical mobilisation: concurrent effects on pain, sympathetic nervous system activity and motor activity*. Manual Therapy. Churchill Livingstone, 6(2), pp. 72–81.

- Strunce, J. *et alii.* (2009). *The immediate effects of thoracic spine and rib manipulation on subjects with primary complaints of shoulder pain.* Journal of Manual and Manipulative Therapy. Maney Publishing, 17(4), pp. 230–236.
- Sueki, D. e Chaconas, E. (2011). TSueki, D. e Chaconas, E. (2011). *The effect of thoracic manipulation on shoulder pain: a regional interdependence model.* Physical Therapy Reviews. Taylor and Francis Ltd., 16(5), pp. 399–408.
- Suter, E. *et alii.* (1999). *Decrease in quadriceps inhibition after sacroiliac joint manipulation in patients with anterior knee pain.* Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. Mosby Inc., 22(3), pp. 149–153.
- Suter, E. *et alii.* (2000). *Conservative lower back treatment reduces inhibition in knee-extensor muscles: A randomized controlled trial.* Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. Mosby Inc., 23(2), pp. 76–80.
- Suter, E., Herzog, W. e Bray, R. (1998). *Quadriceps inhibition following arthroscopy in patients with anterior knee pain.* Clinical Biomechanics. Elsevier Sci Ltd, 13(4–5), pp. 314–319.
- Suter, E. e McMorland, G. (2002). *Decrease in elbow flexor inhibition after cervical spine manipulation in patients with chronic neck pain.* Clinical Biomechanics. Elsevier, 17(7), pp. 541–544.
- Suter, E., McMorland, G. e Herzog, W. (2005). *Short-term effects of spinal manipulation on H-reflex amplitude in healthy and symptomatic subjects.* Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. Mosby, 28(9), pp. 667–672.
- Taylor, H. e Murphy, B. (2010). *Altered Central Integration of Dual Somatosensory Input After Cervical Spine Manipulation.* Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. Mosby, 33(3), pp. 178–188.
- Taylor, H. e 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(4), pp. 261–272.
- Theodoridis, D. e Ruston, S. (2002). *The effect of shoulder movements on thoracic spine 3D motion.* Clinical Biomechanics, 17(5), pp. 418–421.

- Topp, K. e Byl, N. (1999). *Movement dysfunction following repetitive hand opening and closing: Anatomical analysis in owl monkeys*. *Movement Disorders*. John Wiley & Sons, Ltd, 14(2), pp. 295–306.
- Tripp, B. *et alii*. (2006). *A comparison of individual joint contributions to multijoint position reproduction acuity in overhead-throwing athletes*. *Clinical Biomechanics*. Clin Biomech (Bristol, Avon), 21(5), pp. 466–473.
- Tsertsvadze, A. *et alii*. (2014). *Cost-effectiveness of manual therapy for the management of musculoskeletal conditions: A systematic review and narrative synthesis of evidence from randomized controlled trials*. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. Mosby Inc., 37(6), pp. 343–362.
- Ulrich-Lai, Y. e Herman, J. (2009). *Neural regulation of endocrine and autonomic stress responses*. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(6), pp. 397–409.
- Vicenzino, B. *et alii*. (1998). *An investigation of the interrelationship between manipulative therapy-induced hypoalgesia and sympathoexcitation*. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 21(7), pp. 448–53.
- Vicenzino, B. *et alii*. (1998). *Cardiovascular and respiratory changes produced by lateral glide mobilization of the cervical spine*. *Manual Therapy*. Churchill Livingstone, 3(2), pp. 67–71.
- Vicenzino, B., Collins, D. e Wright, T. (1994). *Sudomotor Changes Induced by Neural Mobilisation Techniques in Asymptomatic Subjects*. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*. Taylor & Francis, 2(2), pp. 66–74.
- Vila-Chã, C. *et alii*. (2012). *Changes in H reflex and V wave following short-term endurance and strength training*. *Journal of Applied Physiology*. American Physiological Society Bethesda, MD, 112(1), pp. 54–63.
- Vila, H. e Ferragut, C. (2019). *Throwing speed in team andebol: a systematic review*. *International Journal of Performance Analysis in Sport*. Routledge, pp. 724–736.
- Wagner, H. *et alii*. (2014). *Upper-body kinematics in team-andebol throw, tennis serve, and volleyball spike*. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. Blackwell Munksgaard, 24(2), pp. 345–354.

- Wainner, R. *et alii.* (2007). *Regional Interdependence: A Musculoskeletal Examination Model Whose Time Has Come*. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. Movement Science Media*, 37(11), pp. 658–660.
- Wall, J., Xu, J. e Wang, X. (2002). *Human brain plasticity: An emerging view of the multiple substrates and mechanisms that cause cortical changes and related sensory dysfunctions after injuries of sensory inputs from the body*. *Brain Research Reviews*. Elsevier, pp. 181–215.
- Ward, J. *et alii.* (2013). *Immediate effects of anterior upper thoracic spine manipulation on cardiovascular response*. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. Mosby, 36(2), pp. 101–110.
- Ward, J. *et alii.* (2015). *Immediate effects of upper thoracic spine manipulation on hypertensive individuals*. *Journal of Manual and Manipulative Therapy*. Maney Publishing, 23(1), pp. 43–50.
- Wassinger, C. *et alii.* (2016). *Cervical & thoracic manipulations: Acute effects upon pain pressure threshold and self-reported pain in intervençãoly induced shoulder pain*. *Manual Therapy*, 21.
- Welch, A. e Boone, R. (2008). *Sympathetic and parasympathetic responses to specific diversified adjustments to chiropractic vertebral subluxations of the cervical and thoracic spine*. *Journal of Chiropractic Medicine*, 7(3), pp. 86–93.
- Whelan, T. *et alii.* (2002). *The effect of chiropractic manipulation on salivary cortisol levels*. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 25(3), pp. 149–153.
- Wirth, B. *et alii.* (2019). *Neurophysiological Effects of High Velocity and Low Amplitude Spinal Manipulation in Symptomatic and Asymptomatic Humans: A Systematic Literature Review*. *Spine*. Lippincott Williams and Wilkins, pp. E914–E926.
- Worsley, P. *et alii.* (2013). *Motor control retraining exercises for shoulder impingement: effects on function, muscle activation, and biomechanics in young adults*. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 22(4), pp. e11–e19.
- Yang, J., Lee, B. e Kim, C. (2015). *Journal of Physical Therapy Science*, 27(3), pp. 795–798.

Zhu, Y. *et alii.* (2000). *Do cerebral potentials to magnetic stimulation of paraspinal muscles reflect changes in palpable muscle spasm, low back pain, and activity scores?* *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 23(7), pp. 458–464.

## IX. ANEXOS

### 9.1. Anexo I - Formulário de Consentimento Informado

*Considerando a “Declaração de Helsínquia” da Associação Médica Mundial (Helsínquia 1964; Tóquio 1975; Veneza 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996 e Edimburgo 2000)*

#### **Efeitos imediatos da manipulação vertebral em parâmetros biomecânicos e fisiológicos**

Eu, abaixo-assinado,

\_\_\_\_\_,  
compreendi a explicação que me foi fornecida acerca da minha participação na investigação que se tenciona realizar, bem como do estudo em que serei incluído. Foi-me dada oportunidade de fazer as perguntas que julguei necessárias e de todas obtive resposta satisfatória.

Tomei conhecimento de que, de acordo com as recomendações da Declaração de Helsínquia, a informação ou explicação que me foi prestada versou os objetivos e os métodos e, se ocorrer uma situação de prática clínica, os benefícios previstos, os riscos potenciais e o eventual desconforto. Além disso, foi-me afirmado que tenho o direito de recusar a todo o tempo a minha participação no estudo, sem que isso possa ter como efeito qualquer prejuízo pessoal.

Por isso, consinto que me seja aplicado o método ou o tratamento, se for caso disso, propostos pelo investigador.

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura do voluntário são:

\_\_\_\_\_

O Investigador responsável:

Nome:

Assinatura: \_\_\_\_\_

Comissão de Ética da Universidade Fernando Pessoa

**9.2. Anexo II – Questionário de Caracterização da A mostra****Dados Pessoais**

Idade: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_kg

Altura: \_\_\_\_\_m

IMC: \_\_\_\_\_kg/m<sup>2</sup>Praticante de Voleibol Não-Praticante 

- Teve uma lesão na coluna cervical, dorsal ou no ombro **no último ano**?  
Sim  Não 
  - Se sim, por favor, indique qual: \_\_\_\_\_
  - Se sim, por favor, indique quantas vezes: \_\_\_\_\_
  
- Teve uma lesão na coluna cervical, dorsal ou no ombro **no último mês**?  
Sim  Não 
  - Se sim, por favor, indique qual: \_\_\_\_\_
  - Se sim, por favor, indique quantas vezes: \_\_\_\_\_
  
- Foi submetido a cirurgia na coluna cervical, dorsal ou ombro? - Sim  Não 
  - Se sim, por favor, indique qual: \_\_\_\_\_
  
- Tem hipertensão arterial, diabetes, patologia autoimune ou de tireoide? -Sim  Não 
  - Se sim, por favor, indique qual: \_\_\_\_\_
  
- Tem disfunção cardiorrespiratória, neurológica ou óssea? -Sim  Não 
  - Se sim, por favor, indique qual: \_\_\_\_\_

**A preencher pelo investigador**Membro dominante: Esquerdo  Direito 

Testes de integridade articular do ombro: