

Revisão

Neurofisiologia da terapia manual

Neurophysiology of manual therapy

Leandro Alberto Calazans Nogueira, M. Sc.

.....
Fisioterapeuta do Hospital Universitário Gaffrée e Guinle; Professor da Universidade Gama Filho – RJ

Resumo

Introdução: A neurofisiologia vem evoluindo enormemente nas últimas décadas, possibilitando o melhor entendimento de técnicas utilizadas na reabilitação de pacientes com disfunção de movimento e dor. 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. *Objetivo:* Revisar os mecanismos neurofisiológicos da aplicação das técnicas de terapia manual. *Métodos:* O estudo baseia-se na revisão de literatura especializada sobre o tema, composta de livros e artigos publicados em revistas indexadas nacionais e internacionais. *Conclusão:* Os principais efeitos da aplicação das técnicas são: hipotalgesia, inibição do espasmo muscular por influência na excitabilidade do motoneurônio, melhora do controle motor e repercussões no sistema nervoso autônomo. Os benefícios parecem estar mais envolvidos com o efeito hipotalgésico, tanto por mecanismos periféricos quanto centrais.

Palavras-chave: fisioterapia, manipulação ortopédica, neurofisiologia.

Abstract

Introduction: Neurophysiology has been largely developing in the last decades allowing a better understanding of the techniques used in the rehabilitation of patients with movement impairment and pain. Manual therapy techniques have become more popular with quite positive results. The application of these techniques are developed mostly in the clinical setting, showing, comparatively, the benefits of their application. *Aim:* To review the neurophysiological mechanisms of the application of manual therapy techniques. *Methods:* This study is a literature review, consisting of books and papers published in national and international journals. *Conclusion:* The main effects of the application of the techniques are: hypoalgesia, inhibition of muscle spasm by influence on the motoneuronal excitability, motor control improvement and repercussions on the autonomic nervous system. The benefits seem to be more related to the hypoalgesic effect in as much by peripheral mechanisms as central ones.

Key-words: physical therapy, manipulation, orthopedic, neurophysiology.

Recebido 12 de novembro de 2008; aceito em 20 de novembro de 2008.

Endereço para correspondência: Leandro Alberto Calazans Nogueira, Hospital Universitário Gaffrée e Guinle, Departamento de Neurologia, Rua Mariz e Barros, 775, 20270-004 Rio de Janeiro RJ, Tel: (21) 8797-5050, E-mail: lcalazansnogueira@gmail.com

Introdução

A neurofisiologia vem evoluindo enormemente nas últimas décadas, possibilitando o melhor entendimento de técnicas utilizadas na reabilitação de pacientes com disfunção de movimento e dor. As novas descobertas no campo da genética e imunologia e os avanços dos métodos de avaliação por imagem tem proporcionado o desenvolvimento de novas teorias acerca do movimento humano.

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. As modalidades de terapia manual estão ilustradas na figura 1.

Uma das premissas fundamentais da quiropraxia e da osteopatia é que a disfunção somática, particularmente na coluna vertebral, resulta em aferência nociceptiva que influencia o sistema nervoso autônomo [1].

A evidência clínica da disfunção articular inclui sensibilidade na palpação articular, arco de movimento restrito intersegmentar, tensão muscular intervertebral assimétrica palpável, artrocinemática, sensibilidade final de movimento anormal ou alterado e alterações sensoriomotores [2,3]. Sendo que o fator preditivo mais confiável é a sensibilidade à palpação da articulação em disfunção [4,5].

O objetivo deste estudo foi revisar os mecanismos neurofisiológicos da aplicação das técnicas de terapia manual.

Material e métodos

A busca na literatura foi realizada com as palavras-chave na língua inglesa: *neurophysiology* ou *neurophysiological effect* e *manual therapy* no site *Pubmed/Medline*, com data limite de publicação em outubro de 2008. O resultado desta pesquisa retornou 4 artigos sendo que um era relacionado a Fibromialgia [6] e outro a Síndrome da Fadiga Crônica [7] que são assuntos não relacionados ao tema, assim como o trabalho de Preuss e Fung [8]. Os outros dois trabalhos estão incluídos nesta revisão [9,10].

Esta mesma busca foi realizada no banco de dados Bireme com as mesmas palavras-chave na língua portuguesa e não foi encontrada nenhuma referência. Já na língua inglesa retornou um estudo [9].

Tendo em vista a escassez de estudos sobre o assunto, foram coletadas referências aleatoriamente de pesquisas experimentais isoladas e de revisões preliminares da literatura internacional pertinentes ao assunto, uma vez que não existe tal revisão na literatura nacional até o presente momento.

Figura 1 - Modalidades de terapia manual.

Terapia Manual						
Mobilização Articular	Mobilização Articular	Manobras Miofasciais	Manobras Neuromeningeas	Cadeias Musculares	Terapia Cranio-sacral	Técnicas viscerais

Neurofisiologia da disfunção medular

Lesões (aderências) 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 (SNC) [11]. A presença de dor musculoesquelética altera a atividade e o controle motor, incluindo aumento de atividade em alguns grupos musculares e inibição ou fraqueza de outros [12]. As lesões periféricas do sistema nervoso podem ocorrer por traumas abruptos ou por agressões mecânicas e químicas [13].

A maioria dos nervos periféricos é composto predominantemente de fibras sensitivas (cerca de 75%) e desta porção sensitiva cerca de 80% transmitem impulsos oriundos de receptores tipo III e IV [14]. As aferências tipo III e IV (mecanorreceptores e nociceptores) têm influência importante em motoneurônios gama [15]. A ativação da musculatura cervical é influenciada por mecanorreceptores capsulares da articulação facetária, que são predominantes do tipo III e IV [16]. Assim como é sugerido que a sobrecarga de tensão em ligamentos e cápsulas da articulação facetária produza um disparo neuronal alterado indicativo de lesão e nocicepção gerando dor lombar [17,18].

A lesão do sistema neural é proporcional ao tempo de exposição e à magnitude do agente agressor [19]. Assim como a recuperação funcional de neurônios do gânglio da raiz dorsal é dependente do tempo de comprometimento [20].

Kobayashi *et al.* [21] mostraram que a lesão (compressão) na raiz nervosa causada por uma aderência de hérnia discal, pode resultar em reação inflamatória intra-neural, causando assim distúrbios do fluxo sanguíneo intraradicular (quebra da barreira sangue-nervo), e conseqüentemente edema e desmielinização. Alguns autores acreditam que o edema intraradicular causado pela alteração da barreira sangue-nervo é o fator mais importante na disfunção radicular causado pela compressão crônica [22]. Estudos experimentais em animais já evidenciaram que após uma compressão nervosa crônica ocorre hiperalgesia térmica, disfunção motora, alterações na concentração de substância P na medula e no gânglio da raiz dorsal [23], além de tecido cicatricial na raiz nervosa com proliferação de fibroblastos [22,24], redução da velocidade de condução nervosa, dano neuronal, sinais de inflamação e edema neural [24].

A fim de identificar a proporção entre tempo e magnitude da compressão com a recuperação do nervo, Dahlin e McLean [25] bloquearam o transporte axonal com pressão de 50 mmHg por 2 horas e observaram que a repercução

deste bloqueio apenas se reverteu em 24 horas; enquanto duas horas de compressão a 200 mmHg se reverteu em 3 dias e duas horas de compressão a 400 mmHg. Tanto os transportes anterógrados como retrógrados podem ser interrompidos por uma compressão suave de 30-50 mmHg [25,26]. Desta forma, alguns autores já identificaram que a pressão endoneural local do nervo e do gânglio da raiz dorsal aumenta proporcionalmente com a sobrecarga mecânica [27,28]. O efeito de desmielinização ocorre no sentido do fluxo axoplasmático, ou seja, uma compressão na raiz ventral gera uma desmielinização no sentido distal enquanto uma compressão na raiz dorsal gera uma desmielinização no sentido proximal. A reação inflamatória como a degeneração Walleriana, interrupção na barreira vaso-nervorum e o surgimento de macrófagos podem estar profundamente relacionados com a radiculite por compressão mecânica [21].

A sobrecarga na raiz nervosa produz uma alteração na propagação do impulso elétrico e na velocidade de condução [24,29] e um disparo neuronal repetitivo na coluna dorsal medular [29], o que é sugestivo de liderar a sensibilização da dor.

Todo esse mecanismo poderá gerar uma cascata no sistema imunológico, com presença de infiltrado celular imune na medula, havendo assim perpetuação da dor crônica [30]. A ativação imune com produção de citocina pode indiretamente induzir a expressão de vários mediadores de dor como o glutamato, óxido nítrico e prostaglandinas no SNC, levando a uma sensibilização medular [31]. Alguns dos mediadores químicos que estão envolvidos neste processo são: os aminoácidos excitatórios, óxido nítrico, bradicinina, prostaglandina, substância P e histamina [32,33]. Já na modulação pós-sináptica os mediadores mais frequentemente encontrados são: o Glutamato e a substância P.

A ativação de quimioceptores periféricos e intramusculares aumenta a aferência de fibras intra-fusais Ia e II o que, reflexamente, aumenta a atividade do motoneurônio gama, gerando aumento do tônus muscular [15]. A ativação destas aferências causa dor, alteração proprioceptiva e distúrbio do controle motor via efeitos no sistema gama [34].

Mecanismos de sensibilização central

Os primeiros autores a introduzir o conceito de Sensibilização Central foram McKenzie, Head e Sherrington com o termo facilitação central. O modelo atual que descreve estes efeitos neuromodulatórios, chamado de sensibilização central, tem sido demonstrado em animais e humanos na presença de dor neuropática, dor crônica, dor visceral e distrofia simpática reflexa [35]. É sugerido que um aumento multissegmentar e difuso da atividade eletromiográfica pode representar uma alteração motora da sensibilização central. Estas alterações podem incluir aumento da excitabilidade do motoneurônio alfa e aumento da excitabilidade da musculatura intrafusar via motoneurônio gama [36].

Uma lesão inicial ativa nociceptores locais. As fibras nervosas A beta e C se tornam sensibilizadas e ambas apresentam baixos limiares de disparos [32,36]. Lesões teciduais do sistema musculoesquelético resultam em intensificação das aferências dos nociceptores sensibilizados e de outros neurônios sensitivos, remodelam o gânglio dorsal da coluna [1,12]. Células do gânglio da raiz dorsal podem se tornar a causa tanto de disparos ectópicos espontâneos quanto de atividade anormal, evocado por estimulação simpática e/ou mediadores químicos endógenos [20] e por estímulos como temperatura, citocinas, catecolaminas e estímulos metabólicos e mecânicos [37]. Se tal atividade anormal ocorre em neurônios nociceptivos aferentes, isto pode manter um estado de sensibilização central de neurônios nociceptivos na região dorsal da medula e, como consequência, causa dor crônica e hiperalgesia cutânea [20]. A dor persistente no tecido normal lidera o fenômeno de sensibilização central e isto acompanha mecanismos de plasticidade celular [38].

Neuroplasticidade e subsequente sensibilização central do SNC incluem alteração da função do sistema químico, eletrofisiológico, e farmacológico [30]. Exemplos de respostas sensibilizadas de neurônios da região dorsal da medula incluem aumento da área receptiva, disparos espontâneos e amplificação da resposta a estímulos evocados [38]. Song *et al.* [20] demonstraram que o aumento da excitabilidade dos neurônios do gânglio da raiz dorsal está relacionado com a geração e manutenção da hiperalgesia.

Modificações patológicas crônicas de aferências sensoriomotoras periféricas induzem alterações nos potenciais medulares e cerebrais associados com alterações de potenciais corticais [39]. Tinazzi *et al.* [39] evidenciaram através de SEP que a estimulação do nervo ulnar sadio ipsilateral ao nervo mediano comprometido gera uma alteração cortical que não é observada na estimulação do nervo ulnar contralateral.

Estudos in vivo e in vitro têm observado uma modulação deste processo de neuroplasticidade por manipulação vertebral através da estimulação de mecanoreceptores (tipo III) [38].

Manipulação articular

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 [40].

Clinicamente a manipulação vertebral já se mostrou bastante eficaz. Um estudo realizado na Inglaterra comprovou que o acréscimo de técnicas de manipulação na prática geral do tratamento de pacientes com dor lombar é efetiva e custo-efetiva [41]. Já na região torácica, Cleland *et al.* [42] realizaram um estudo randomizado com manipulação torácica em pacientes com cervicalgia mecânica. Os autores observaram um efeito hipotalgésico imediato após a manipulação, que não foi observado no grupo placebo.

A eficácia clínica da inibição da atividade do motoneurônio induzida pela MV para dor cervical e lombar de origem mecânica está relacionada com a quebra do ciclo dor-espasmo-dor [43].

Boal e Gillette [38] propuseram que a manipulação vertebral estimula fibras A (gama), iniciando o processo de supressão da dor. Após a manipulação vertebral, ocorrem alterações na sensibilidade dolorosa em pacientes com dor lombar e aumento da tolerância de dor pós manipulação da coluna torácica [44]. Boal e Gillette [38] citam em sua revisão de literatura a capacidade da manipulação vertebral em gerar alterações de mecanismos reflexos e modulação da dor por vias ascendentes e descendentes.

Evidências indicam que a manipulação vertebral pode liderar alterações na excitabilidade reflexa [45-47], alterar o processamento sensitivo [43], e alterar a excitabilidade reflexa [49-51].

Pacientes com dor lombar crônica apresentam uma resposta muscular exagerada local no nível da disfunção vertebral em resposta ao estímulo doloroso [35]. As respostas na musculatura paraespinal após a MV apresentam latências muito curtas (de 50 a 200 ms) e de curta duração (de 100 a 400 ms), o que sugere uma base reflexógena [35].

A fim de testar a hipótese reflexógena, alguns autores têm monitorado o reflexo de Hoffmann (reflexo H) para medir alterações na aferência Ia. A técnica do reflexo H envolve estimulação periférica da aferência Ia para avaliar as vias de excitabilidade do motoneurônio alfa. A amplitude do reflexo H é facilmente quantificada medindo a resposta eletromiográfica pico-a-pico [43]. Ao comparar efeitos locais e globais da MV, apenas são alcançados efeitos locais, uma vez que a manipulação cervical não alterou o reflexo H do nervo tibial. Assim como os efeitos da manipulação lombar são transitórios (até 60 segundos) [43,50,52-55].

Maigne e Vautravers [54] em sua revisão sobre o mecanismo de ação da terapia manipulativa destacam que o efeito relaxante na musculatura paravertebral, após a manipulação, ocorre devido à inibição pré-sináptica de fibras aferentes Ia e por consequência inibe o motoneurônio alfa.

Efeitos no sistema nervoso autônomo, principalmente relacionados com diminuição de pressão arterial, são observados na manipulação vertebral da coluna cervical e torácica superior [56].

Quando comparamos a MV com outras modalidades, o *thrust* causa uma ativação eletromiográfica reflexa, que não é observada em mobilizações de baixa velocidade [45]. Num estudo comparativo entre MV e massagem, foi observado que a MV atenuou a atividade do motoneurônio alfa enquanto não foi observado nenhum efeito com a massagem [53].

A fim de demonstrar alterações ocorridas no SNC após manipulação vertebral, Taylor e Murphy [39] conduziram um estudo com mapeamento cortical através de potencial evocado (SEP), antes e por até 30 minutos após uma única manipulação cervical. E encontraram os seguintes resulta-

dos: as aferências musculares (provavelmente tipo Ia) são os principais mediadores dos efeitos neurológicos centrais da manipulação vertebral (MV); a MV pode alterar o processamento da aferência Ia devido às alterações encontradas na região frontal (componente N30 - SEP).

Herzog *et al.* [49] comprovaram não ser necessário ocorrer o fenômeno de cavitação durante a manipulação vertebral para ocorrer os efeitos neurofisiológicos.

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 [57].

Um estudo comparou os efeitos imediatos da técnica de MV com a técnica de mobilização articular em pacientes com dor cervical mecânica e observou que os resultados da MV foram superiores tanto para o arco de movimento quanto para dor [58], assim como na comparação de MV com placebo em pacientes com distúrbios cervicais [59].

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 [59].

Outro possível mecanismo pode ser proveniente do bombardeamento aferente de receptores articulares e miofasciais provocado pelo procedimento manipulativo que produz uma inibição pré-sináptica da dor segmentar e possivelmente ativação do sistema opioide endógeno [61]. Colloca *et al.* [62] em estudo intraoperatório, analisaram os efeitos neurofisiológicos da aplicação da técnica de *thrust* 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. De qualquer forma, o autor sugere que o mecanismo neurofisiológico predominante é o mesmo descrito por Pickar [61].

Pickar *et al.* [63] destacam que existe suficiente evidência a favor dos efeitos neurofisiológicos da MV, uma vez que altera os disparos dos mecanorreceptores Ia e II; influencia na sensibilização central; afeta o sistema neuroendócrino e impacta no controle dos reflexos do músculo-esquelético.

Mobilização articular

Assim como técnicas de manipulação vertebral em pacientes com dor lombar, também já foi demonstrado ser mais efetivo e apresentar menor custo o tratamento da dor cervical com mobilização vertebral [64]. Evidências clínicas da eficácia de técnicas de mobilização articular já foram demonstradas em

estudos randomizados em pacientes com artrose de quadril [60] e em capsulite adesiva do ombro [65].

Técnicas de mobilização da coluna, com baixa velocidade de movimentos passivos repetidos, diminuem a rigidez articular, libera aderências em torno das articulações facetárias e estão envolvidas com a neuromodulação da dor [9,10,67]. Vicenzino [9] acrescenta que o efeito hipalgésico das técnicas de mobilização articular está associado ao aumento da atividade do sistema nervoso simpático. Estes achados ocorrem em paralelo à estimulação da Substância Periaquedutal (PAG) em animais [36,38].

Já foi demonstrado que mobilização e manipulação articular resultam em hipalgesia imediata [9,36,69]. É especulado que este efeito ocorra devido à estimulação de mecanismos inibitórios descendentes [9], além de efeitos no sistema nervoso autônomo [36,68].

Manobras miofasciais

Diversas técnicas manuais têm o sistema miofascial como principal abordagem, tais como: Técnica de Jones *strain and counterstrain*; Relaxamento Posicional Facilitado *Facilitated Positional Release*, Técnica Funcional *Functional Technique*; Técnica Neuromuscular *Neuromuscular Technique*; Pontos Gatilhos *Trigger Points*; *Rolfing* e outras [70].

Técnicas de energia muscular, tais como as descritas por Greenman [71], são baseadas no efeito inibitório do motoneurônio alfa, porém achados contraditórios eletromiográficos têm evidenciado aumento da ativação muscular após a realização da técnica, mesmo com o aumento da amplitude de movimento articular [72,73].

Guissard, Duchateau e Hainaut [74] documentaram os efeitos neurofisiológicos do alongamento muscular passivo. Para isto utilizaram eletromiografia e a metodologia baseada no reflexo H, além da estimulação magnética transcraniana. Os autores dicotomizaram os efeitos no reflexo H em: mecanismos pré-sinápticos – diminuição autogênica da aferência Ia e uma capacidade alterada para transmissão sináptica durante ativação repetitiva –, e mecanismos pós-sinápticos – inibição autogênica pela aferência dos órgãos tendinosos de Golgi, inibição recorrente via ciclo de Renshaw e inibição devido a aferências de receptores cutâneos e articulares. Ao final concluíram que os efeitos de inibição do reflexo H estão mais relacionados com os mecanismos pré-sinápticos, principalmente em alongamentos de baixa amplitude. Os autores ainda acrescentam que a inibição pelo Órgão Tendinoso de Golgi (OTG) ocorre preferencialmente com contração muscular e que apenas o alongamento muscular extremo pode estimular esta via (fibras Ib), causando repercussão no reflexo H.

A Técnica de Jones foi originalmente descrita em 1981, por Lawrence Jones, que recomendou a colocação de posições de conforto para tecidos em disfunção que exibem pontos sensíveis *Tender Points* [75]. Meseguer *et al.* [76] demonstraram eficácia da Técnica de Jones na redução da dor em

pontos sensíveis na porção superior do trapézio. Neste estudo os autores compararam a aplicação da técnica com grupo controle e observou significativa diferença na redução da dor nos grupos tratados. Assim como estes autores, outros pesquisadores já encontraram os mesmos efeitos em outras regiões com a mesma técnica, tais como: quadril [77]; cervical [78] e lombar [79]. Os mecanismos ainda permanecem incertos, mas é sugerido que o efeito analgésico da técnica se deve a estimulação de fibras A delta [76].

As técnicas de tratamento para pontos-gatilho (PG - "*Trigger Points*") se baseiam na aplicação de pressão manual sobre o PG. Hodgson e Fryer [80], em um estudo randomizado, demonstraram a eficácia desta técnica na redução de dor na porção superior do trapézio.

Efeitos no sistema nervoso autônomo

Paungmali *et al.* [68] encontraram alterações na frequência cardíaca, pressão arterial e temperatura da pele após mobilizações articulares do cotovelo. Estes efeitos associados ao efeito de hipalgesia têm sido mencionados como uma resposta de vias descendente centrais. Manobras de mobilização cervical também já evidenciaram achados semelhantes de hipalgesia e alterações no sistema nervoso autônomo simpático (condutância e temperatura da pele) [36].

Mecanorreceptores têm sido encontrados abundantemente em ligamentos viscerais assim como na Dura-máter. Os efeitos autonômicos das técnicas da osteopatia craniana e visceral podem ser explicados por esta relação anatômica e neurofisiológica [14].

Evidências experimentais demonstram uma relação entre estruturas somáticas e sistema nervoso autônomo, principalmente por mecanismos reflexos neurológicos [1]. Grimm, Cunningham e Burke [1] 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.

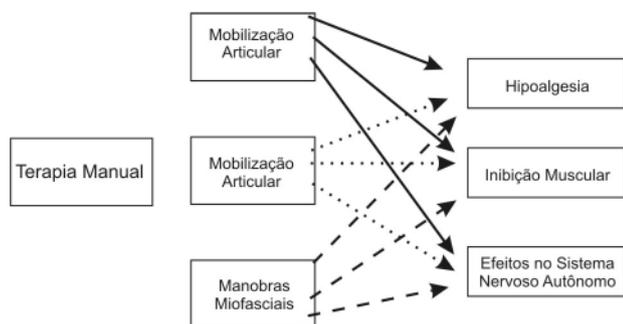
De acordo com Beyers e Bonica *apud* Danto [81] apenas 25% da inervação sensitiva provém de receptores musculares sensíveis ao estiramento. Os outros 75% são oriundos de receptores livres contidos na fáscia muscular, entre fibras musculares, na parede de vasos sanguíneos e tendões. Os estímulos destes receptores livres são transmitidos por axônios mielinizados A delta (grupo III) e amielinizados tipo C (grupo IV).

Os efeitos neurofisiológicos da terapia manual dependem da técnica aplicada, pois cada receptor responde a um determinado estímulo e gera um efeito específico. Schleip [14] descreveu que os receptores de Pacini são encontrados nas junçõesmiotendíneas, fibras capsulares profundas e ligamentos vertebrais e respondem a mudanças bruscas de pressão e vibrações, influenciando na propriocepção e controle de movimento, além de atuarem com respostas no sistema nervoso autônomo. As manipulações vertebrais tipo *thrust*

(alta velocidade) podem estimulá-los. Os receptores de Ruffini são ativados com técnicas de tecidos moles lentas e profundas enquanto os receptores de Golgi (tipo Ib) que são encontrados em tecido conjuntivo denso, ligamentos, cápsulas articulares e junções miotendíneas respondem ao alongamento ativo e lento influenciando motoneurônios alfa via medula espinal diminuindo sua excitação.

Outras modalidades de terapia manual são realizadas durante a prática clínica, tais como, terapia cranio-sacral, técnicas viscerais, métodos de reeducação postural e cadeias musculares, técnicas neuromeníngeas, mas os seus efeitos neurofisiológicos ainda não são adequadamente descritos. As modalidades que já dispõem de evidências científicas dos efeitos neurofisiológicos estão ilustradas na Figura 2.

Figura 2 - Técnicas manuais com evidências científicas dos efeitos neurofisiológicos.



Efeitos neurofisiológicos da mobilização articular

Efeitos neurofisiológicos da manipulação articular

Efeitos neurofisiológicos das manobras miofasciais

Conclusão

Diversos mecanismos neurofisiológicos estão envolvidos com os efeitos das técnicas de terapia manual. Os principais efeitos da aplicação das técnicas são: hipoalgesia, inibição do espasmo muscular por influência na excitabilidade do motoneurônio, melhora do controle motor e repercussões no sistema nervoso autônomo. Os benefícios parecem estar mais envolvidos com o efeito hipoalésgico, tanto por mecanismos periféricos quanto centrais.

Referências

1. Grimm DR, Cunningham BM, Burke JR. Autonomic nervous system function among individuals with acute musculoskeletal injury. *J Manipulative Physiol Ther* 2005;28:44-51.
2. Fryer G, Morris T, Gibbons P. Paraspinal muscles and intervertebral dysfunction: part one. *J Manipulative Physiol Ther* 2004;27(4):267-74.
3. Hestboek L, Leboeuf-Y C. Are chiropractic tests for the lumbopelvic spine reliable and valid? A systematic critical literature review. *J Manipulative Physiol Ther* 2000;23(4):258-75.
4. Hubka MJ, Phelan SP. Interexaminer reliability of palpation for cervical spine tenderness. *J Manipulative Physiol Ther* 1994;17(9):591-5.

5. Jull G, Bogduk N, Marsland A. The accuracy of manual diagnosis for cervical zygapophysial joint pain syndromes. *Med J Aust* 1988;148(5):233-6.
6. Nijs J, Van Houdenhove B. From acute musculoskeletal pain to chronic widespread pain and fibromyalgia: Application of pain neurophysiology in manual therapy practice. *Man Ther* 2008. In Press May 1-10.
7. Nijs J, Meeus M, De Meirleir K. Chronic musculoskeletal pain in chronic fatigue syndrome: recent developments and therapeutic implications. *Man Ther* 2006;11(3):187-91.
8. Preuss R, Fung J. Can acute low back pain result from segmental spinal buckling during sub-maximal activities? A review of literature. *Man Ther* 2006;10(1):14-20.
9. Vicenzino B, Collins D, Benson D, Wright A. An investigation of the interrelationship between manipulative therapy-induced hypoalgesia and sympathoexcitation. *J Manipulative Physiol Ther* 1998;21(7):448-53.
10. Wright A. Hypoalgesia post-manipulative therapy; a review of potential neurophysiological mechanisms. *Man Ther* 1995;1:11-6.
11. Duff S. Impact of peripheral nerve injury on sensorimotor control. *J Hand Ther* 2005;18:277-291.
12. Sterling M, Jull G, Whight A. The Effect of musculoskeletal pain on motor activity and control. *J Pain* 2001;2(3):135-145.
13. Butler D. *Mobilização do Sistema Nervoso*. 1ª ed. São Paulo: Manole; 2003.
14. Schleip R. Fascial plasticity – a new neurobiological explanation: part I. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 2003;1(1):11-19.
15. Knutson, G A. The role of the gamma-motor system in increasing muscle tone and muscle pain syndromes: a review of the Johansson/Sojka Hypothesis. *J Manipulative Physiol Ther* 2000; 23:564-72.
16. Evans DW. Mechanisms and effects of spinal high-velocity, low-amplitude thrust manipulation: previous theories. *J Manipulative Physiol Ther* 2002;25: 251-62.
17. Avramov AI, Cavanaugh JM, Ozaktay AC, Getchell TV, King AI. Effects of controlled mechanical loading on group II, III, and IV afferents from the lumbar facet: an in vitro study. *Journal of Bone & Joint Surgery* 1992;74A:1464-71.
18. Cavanaugh JM, el-Bohy A, Hardy WN, Getchell TV, Getchell ML, King AI. Sensory innervations of soft tissues of the lumbar spine in the rat. *J Orthop Res* 1989;7(3):378-88.
19. Delamarter RB, Bohlman HH, Dodge LD, Biro B. Experimental lumbar spine stenosis. Analysis of the cortical evoked potentials, microvasculature, and histopathology. *J Bone Joint Surg Am* 1990;72:110-20.
20. Song XJ, Xu DS, Vizcarra C, Rupert RL. Onset and recovery of hyperalgesia and hyperexcitability of sensory neuron following intervertebral foramen volume reduction and restoration. *J Manipulative Physiol Ther* 2003;26:426-36.
21. Kobayashi S, Shizu N, Suzuki Y, Asai T, Yoshizawa H. Changes in nerve root motion and intraradicular blood flow during an intraoperative straight-leg-raising test. *Spine* 2003;28(13):1427-34.
22. Yoshizawa H, Kobayashi S, Morita T. Chronic nerve root compression: Pathophysiologic mechanism of nerve root dysfunction. *Spine* 1995;20:397-407.
23. Kawakami M, Weinstein JN, Spratt KF, Chatani K, Traub RJ, Meller ST, et al. Experimental lumbar radiculopathy:

- Immunohistochemical and quantitative demonstrations of pain induced by lumbar nerve root irritation of the rat. *Spine* 1994;19(16):1780-94.
24. Corneford M, Sato K, Olmarker K, Rydevik B, Nordborg C. A model for chronic nerve root compression studies. Presentation of a porcine model for controlled slow-onset compression with analyses of anatomic aspects, compression onset rate, and morphologic and neurophysiologic effects. *Spine* 1997;22:946-57.
 25. Dahlin LB, McLean WG. Effects of graded experimental compression on slow and fast axonal transport in rabbit vagus nerve. *J Neurol Sci* 1986;72(1):19-30.
 26. Rydevik B, McLean WG, Sjöstrand J, Lundborg G. Blockage of axonal transport induced by acute, grade compression of the rabbit vagus nerve. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1980;43(8):690-8.
 27. Lundborg G, Myers R, Powell H. Nerve compression injury and increased endoneurial fluid pressure: a "miniature compartment syndrome." *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1983;46(12):1119-24.
 28. Rydevik B, Myers R, Powell H. Pressure increase in the dorsal root ganglion following mechanical compression. Closed compartment syndrome in nerve roots. *Spine* 1989;14:574-6.
 29. Hanai F, Matsui N, Hongo N. Changes in responses of wide dynamic range neurons in the spinal dorsal horn after dorsal root or dorsal root ganglion compression. *Spine* 1996;21:1408-15.
 30. Winkelstein BA. Mechanisms of central sensitization, neuroimmunology & injury biomechanics in persistent pain: implications for musculoskeletal disorders. *J Electromyogr Kinesiol* 2004;14(1):87-93.
 31. DeLeo J, Winkelstein B. Physiology of chronic spinal pain syndromes: From animal models to biomechanics. *Spine* 2002;27(22):2526-37.
 32. Cavanaugh JM. Neurophysiology and neuroanatomy of neck pain. In: Yoganandan N, Pintar FA, eds. *Frontiers in Whiplash Trauma: Clinical and Biomechanical*. Amsterdam: IOS Press; 2000;79-96.
 33. Kawakami M, Weinstein JN. Associated neurogenic and nonneurogenic pain mediators that probably are activated and responsible for nociceptive input. In: Weinstein J, Gordon S, eds. *Low back pain: A scientific and clinical overview*. Rosemont: AAOS; 1986. p.265-73.
 34. Johansson H, Sokja P. Pathophysiological mechanisms involved in genesis and spread of muscle tension in occupational muscle pain and in chronic musculoskeletal pain syndromes. A hypothesis. *Med Hypotheses* 1991;35:49-57.
 35. Lehman GJ, Vernon H, McGill SM. Effects of a mechanical pain stimulus on erector spinae activity before and after a spinal manipulation in patients with back pain: a preliminary investigation. *J Manipulative Physiol Ther* 2001;24:402-6.
 36. Sterling M, Jull G, Wright A. Cervical mobilization: concurrent effects on pain, sympathetic nervous system activity and motor activity. *Man Ther* 2001; 6(2):72-81.
 37. Walsh MT. Upper limb neural tension testing and mobilization: Fact, friction, and a practical approach. *J Hand Ther* 2005;18:241-258.
 38. Boal RW e Gillette RG. Central neuronal plasticity, low back pain and spinal manipulative therapy. *J Manipulative Physiol Ther* 2004;27:314-26.
 39. Tinazzi M, Zanette G, Volpato D, Testoni R, Bonato C, Manganotti P, Miniussi C, Fiaschi A. Neurophysiological evidence of neuroplasticity at multiple levels of the somatosensory system in patients with carpal tunnel syndrome. *Brain* 1998;121:1785-94.
 40. Taylor HH, Murphy B. Cervical spine manipulation alters sensorimotor integration: A somatosensory evoked potential study. *Clin Neurophysiol* 2007;118 (2):391-402.
 41. UK BEAM Trial Team. United Kingdom back pain exercise and manipulation (UK BEAM) randomised trial: cost effectiveness of physical treatments for back pain in primary care. *BMJ* 2004;329:1381.
 42. Cleland JA, Childs JD, McRae M, Palmer JA, Stowell T. Immediate effects of thoracic manipulation in patients with neck pain: a randomized clinical trial. *Man Ther* 2005;10:127-35.
 43. Dishman JD, Cunningham BM, Burke JR. comparison of tibial nerve h-reflex excitability after cervical and lumbar spine manipulation *J Manipulative Physiol Ther* 2002;25:318-25.
 44. Terrett ACJ, Vernon HT. Manipulation and pain tolerance: a controlled study of the effect of spinal manipulation on paraspinal cutaneous pain tolerance levels. *Am J Phys Med* 1984;63:217-25.
 45. Herzog W, Conway PJ, Zhang YT, Gail J, Guimaraes ACS. Reflex responses associated with manipulative treatments on the thoracic spine: a pilot study. *J Manipulative Physiol Ther* 1995;18:233-4.
 46. Murphy BA, Dawson NJ, Slack JR. Sacroiliac joint manipulation decreases the H-reflex. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1995;35(2):87-94.
 47. Symons BP, Herzog W, Leonard T, Nguyen H. Reflex responses associated with activator treatment. *J Manipulative Physiol Ther* 2000;23(3):155-9.
 48. Zhu Y, Haldeman S, Hsieh CY, Wu P, Starr A. Do cerebral potentials to magnetic stimulation of paraspinal muscles reflect changes in palpable muscle spasm, low back pain, and activity scores?[comment]. *J Manipulative Physiol Ther* 2000;23(7):458-64.
 49. Herzog W, Scheele D, Conway PJ. Electromyographic responses of back and limb muscles associated with spinal manipulative therapy. *Spine* 1999;24(2):146-53.
 50. Dishman JD, Ball KA, Burke J. Central motor excitability changes after spinal manipulation: a transcranial magnetic stimulation study. *J Manipulative Physiol Ther* 2002;25(1):1-9.
 51. Suter E, McMorland G, Herzog W, Bray R. Conservative lower back treatment reduces inhibition in knee-extensor muscles: a randomized controlled trial. *J Manipulative Physiol Ther* 2000;23(2):76-80.
 52. Dishman JD, Bulbulian R. Spinal reflex attenuation associated with spinal manipulation. *Spine* 2000;25:2519-25.
 53. Dishman JD, Bulbulian R. Comparison of effects of spinal manipulation and massage on motoneuron excitability. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 2001;41:97-106.
 54. Maigne JY, Vautraves P. Mechanism of action of spinal manipulative therapy. *Joint Bone Spine* 2003;70(5):336-41.
 55. Dishman JD, Dougherty PE, Burke JR. Evaluation of the effect of postural perturbation on motoneuronal activity following various methods of lumbar spinal manipulation. *Spine J* 2005;5:650-659.
 56. Driscoll MD, Hall MJ. Effects of spinal manipulative therapy on autonomic activity and the cardiovascular system: a case study using the electrocardiogram and arterial tonometry. *J Manipulative Physiol Ther* 2000;23:545-50.

57. Colloca CJ, Keller TS, Gunzburg R. Neuromechanical characterization of in vivo lumbar spinal manipulation. Part II. Neurophysiological Response. *J Manipulative Physiol Ther* 2003;26:579-91.
 58. Martínez-Segura R, Fernández-de-las-Peñas C, Ruiz-Sáez M, López-Jiménez C, Rodríguez-Blanco C. Immediate effects on neck pain and active range of motion after a single cervical high-velocity low-amplitude manipulation in subjects presenting with mechanical neck pain: a randomized controlled trial. *J Manipulative Physiol Ther* 2006;29:511-7.
 59. Pikula JR. The effect of spinal manipulative therapy on pain reduction and range of motion in patients with acute unilateral neck pain: a pilot study. *J Can Chiropr Assoc* 1999;43:111-9.
 60. Buerger AA. Experimental neuromuscular models of spinal manual techniques. *Man Med* 1983;1:10-7.
 61. Pickar JG. An in vivo preparation for investigating neural responses to controlled loading of a lumbar vertebra in the anesthetized cat. *J Neurosci Methods* 1999;89:87-96.
 62. Colloca CJ, Keller TS, Gunzburg R, Vandeputte K, Fuhr A. Neurophysiologic Response to Intraoperative Lumbosacral Spinal Manipulation. *J Manip Phys Ther* 2000;23(7):447-457.
 63. Pickar JG. Neurophysiological effects of spinal manipulation. *Spine J* 2002;2:357-71.
 64. Kurthals-de-Bos IB, Hoving JL, van Tulder MW, Rutten-van Möeken MP, Adèr HJ, de Vet HC, et al. Cost effectiveness of physiotherapy, manual therapy, and general practitioner care for neck pain: economic evaluation alongside a randomised controlled trial. *BMJ* 2003;326(7395):9111.
 65. Hoeksma HL, Dekker J, Ronday HK, Heering A, van der Lubbe N, Vel C, et al. Comparison of manual therapy and exercise therapy in osteoarthritis of the hip: a randomized clinical trial. *Arthritis Rheum* 2004;51(5):722-9.
 66. Vermeulen HM, Rozing PM, Obermann WR, Cessie S, Vliet Vlieland TP. Comparison of high-grade and low-grade mobilization techniques in the management of adhesive capsulitis of the shoulder: randomized controlled trial. *Phys Ther* 2006;86(3):355-68.
 67. Vicenzino B, Collins D, Wright A. The initial effects of a cervical spine manipulative physiotherapy treatment on the pain and dysfunction of lateral epicondylalgia. *Pain* 1996;68:69-74.
 68. Paungmali A, O'Leary S, Souvlis T, Vicenzino B. Hypoalgesic and sympathoexcitatory effects of mobilization with movement for lateral epicondylalgia. *Phys Ther* 2003;83(4):374-83.
 69. Dishman JD, Burke J. Spinal reflex excitability changes after cervical and lumbar spinal manipulation: a comparative study. *Spine J* 2003;3:204-12.
 70. Downling D. Progressive inhibition of neuromuscular structures (PINS) technique. *J Am Osteopath Assoc* 2000;100(5):285-298.
 71. Greenman PE. *Princípios da Medicina Manual*. São Paulo: Manole; 2001.
 72. Condon SM, Hutton RS. Soleus muscle electromyographic activity and ankle dorsiflexion range of motion during four stretching procedures. *Phys Ther* 1987; 67(1):24-30.
 73. Olivo SA, Magee DJ. Electromyographic assessment of the activity of the masticatory using the agonist contract-antagonist relax technique (AC) and contract-relax technique (CR). *Man Ther* 2006;11:136-45.
 74. Guissard N, Duchateau J, Hainaut K. Mechanisms of decreased motoneurone excitation during passive muscle stretching. *Exp Brain Res* 2001;137:163-9.
 75. Jones LN. *Strain and counterstrain*. Newark: American Academy of Osteopathy; 1981.
 76. Meseguer AA, Fernandez-de-las-Peñas C, Navarro-Poza J, Rodríguez-Blanco C, Gandia JJB. Immediate effects of the strain/counterstrain technique in local pain evoked by tender points in the upper trapezius muscle. *Clin Chiropractic* 2006;9:112-8.
 77. Wong CK, Schauer-Alvarez C. Effect of strain/counterstrain on pain and strength in hip musculature. *J Man Manip Ther* 2004;12:215-23.
 78. Walko EJ, Janouschek C. Effects of osteopathic treatment in patients with cervicothoracic pain: pilot study in thermography. *J Am Osteopath Assoc* 1994;94:135-41.
 79. Lewis C, Flynn TW. The use of strain/counterstrain in the treatment of patients with low back pain. *J Man Manip Ther* 2001;9:92-8.
 80. Hodgson L, Fryer G. The effect of manual pressure release on myofascial trigger points in the upper trapezius muscle. *Int J Osteopathic Med* 2006;9:27-46.
 81. Danto JB. Review of integrated neuromusculoskeletal release and novel application of segmental anterior/posterior approach in the thoracic, lumbar, and sacral regions. *J Am Osteopath Assoc* 2003;103(12):583-96.
-