

Revisão

Transmissão de força miofascial: uma revisão sistemática dos fundamentos e implicações para a Fisioterapia

Myofascial force transmission: a systematic review of fundamentals and implications to Physical therapy

Melina Baquit Correia*, Paulo Henrique Caetano de Sousa*, Bruno Ricarth Domiciano*,
Raimunda Hermelinda Maia Macena, D.Sc.***, Francisco Fleury Uchoa Santos-Júnior, D.Sc.***

.....
Graduandos de Fisioterapia da Universidade Federal do Ceará (UFC), **Profª. do Curso de Fisioterapia da UFC, *Prof. do Curso de Fisioterapia da Faculdade Maurício De Nassau - Fortaleza/CE, Docente do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário Estácio do Ceará*

Resumo

A tensão produzida em um músculo pode ser transferida para estruturas distantes através de uma rede de tecido conectivo que se encontra ao longo do corpo: a fáscia. Entretanto, a transmissão de força miofascial em humanos ainda é pouco investigada. O objetivo deste artigo é identificar e analisar os principais achados e as implicações da transmissão de força miofascial para a Fisioterapia. Trata-se de uma revisão sistemática que contempla as bases de dados virtuais Bireme, Science Direct, Pedro e Pubmed fazendo uso das palavras-chave "transmissão de força miofascial", "fisioterapia" e "humanos" com suas variantes em português e inglês. Foram selecionados, ao final, 11 artigos, disponibilizados na íntegra, entre 2003 e 2013, sobre transmissão de força muscular via fáscia em humanos e/ou animais. Estudos em laboratório demonstram acréscimo de força transmitida para o ventre muscular ou para o tendão via tecido conectivo. Dessa forma, tecidos adjacentes estão sendo influenciados via transmissão miofascial. Estudos posteriores mostraram que a verificação desse acréscimo de força se mostra substancial, principalmente em grupos musculares saudáveis ou sem danos aparentes. Diversos estudos confirmam esta hipótese também em humanos, podendo ter relação com a aplicabilidade de técnicas globais como Osteopatia, Pilates e Reeducação Postural Global, dentre outros. Portanto, não há dúvidas sobre a ocorrência da transmissão de força miofascial, contudo é necessária a realização de estudos que elucidem o modo na qual ela ocorre.

Palavras-chave: tecido conjuntivo, fáscia, força muscular, Fisioterapia.

Abstract

Tension produced in a muscle may be transferred to distant structures through a connective tissue's network that extends along the body: the fascia. However, myofascial force transmission in humans is still poorly investigated. The purpose of this article is to identify and analyze the major findings and implications of myofascial force transmission for Physical Therapy. This is a systematic review that includes the virtual databases Bireme, Science Direct and Pubmed making use of the key-words "myofascial force transmission", "fascia" and "force transmission and human" with their variants in Portuguese, English and Spanish. Eleven articles, available in full text, from 2003 to 2013, on muscular force transmission via fascia in humans and/or animals were selected. Studies in the lab have shown that increases in strength are transmitted to the muscle or tendon of samples via connective tissue. Thus, adjacent tissues, even without being directly stimulated, have been influenced via myofascial transmission. Later studies showed that the verification of this addition of strength shows itself as being substantial, mainly in healthy or apparently undamaged muscle groups. There is also the difficulty in functional projection of this effect, but results that confirm this hypothesis have been obtained in humans. Therefore, it is concluded that there is no doubt about the occurrence of myofascial force transmission, but it is necessary to perform further studies to elucidate the manner in which it occurs.

Key-words: connective tissue, fascia, muscle strength, Physical Therapy.

Recebido em 14 de abril de 2014; aceito em 25 de novembro de 2014.

Endereço de correspondência: Raimunda Hermelinda Maia Macena, Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências da Saúde/CCS, Faculdade de Medicina/FAMED, Curso de Fisioterapia, Rua Alexandre Baraúna, 949 Rodolfo Teófilo 60430-110 Fortaleza CE, E-mail: drfleuryjr@gmail.com

Introdução

O músculo esquelético apresenta três níveis de envoltórios formados por tecido conectivo: o endomísio, que envolve a fibra muscular; o perimísio, que abrange os fascículos; e o epimísio, que engloba toda a porção externa do tecido. Uma fibra muscular solta, fora desse invólucro, não possui função. Assim, podemos considerar a fásia muscular como o elemento mecânico de transmissão da força gerada pelos sarcômeros [1].

A tensão produzida em um músculo pode ser transferida para estruturas anatomicamente distantes através de uma rede de tecido conectivo que se encontra ao longo do corpo [2-4]. A transmissão de força ao longo desse tecido pode ser subdividida em três formas: intra, inter e extramuscular. Esta transmissão entre o tecido conectivo de um músculo e tecidos conectivos extramusculares, tais como fâscias e tratos neurovasculares, é denominada transmissão de força miofascial extramuscular [5,6].

Estudos realizados na última década com animais indicaram que, além da transmissão de força miotendínea, também ocorre transmissão de forças através de percursos alternativos entre músculos e outros tecidos [7,8]. Para os seres humanos, tal fato está sendo investigado, porém ainda é pouco estudado. Assim, o objetivo desta revisão sistemática descritiva é identificar e analisar os fundamentos e implicações da Transmissão de Força Miofascial (TFM) para a Fisioterapia.

Material e métodos

Foi realizada uma busca sistemática de estudos publicados sobre TFM nas seguintes bases de dados eletrônicas: Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), que abriga artigos das bases Lilacs, Ibecs, Medline, Cochrane e Scielo, Pubmed, Pedro, Portal Periódicos CAPES e Science Direct. As buscas foram realizadas por dois pesquisadores cegos, ao fim comparando os achados. Os descritores utilizados foram “fisioterapia”, “transmissão de força miofascial” e “humano” nas línguas portuguesa e inglesa de forma combinada. As buscas foram estreitadas por data de publicação, de 2003 até 2013.

Tipo de estudo, intervenções e desfechos clínicos de interesse

Foram incluídos estudos de revisão e experimentais com intervenções em humanos ou animais realizados com objetivos explicitamente de avaliar a existência de TFM e sua relação com a fisioterapia. Os desfechos clínicos de interesse foram transmissão de força via fásia e fisioterapia.

Inclusão e avaliação metodológica dos estudos

Da obtenção e distribuição dos artigos por dois pesquisadores cegos, procedeu-se a sua classificação em potencialmente

relevantes ou não relevantes pela leitura do *título e resumo*, tendo-se excluído os últimos.

Os quatro critérios utilizados na seleção dos artigos incluíam: 1) estudos de revisão ou experimentais que abordassem o tema de estudo – TFM e fisioterapia –; 2) realizados em humanos ou animais; 3) disponibilizados na íntegra; e 4) nos idiomas português ou inglês. Os artigos que se enquadravam nestes critérios foram considerados potencialmente relevantes.

Extração dos dados

Foram extraídos dados relevantes para a compreensão dos estudos. Esses se encontram alistados na tabela I.

Resultados

Uma busca sistemática na literatura nacional e internacional foi efetuada utilizando os descritores decididos conforme a referência literária para TFM em Português e Inglês. Contudo, a literatura nacional referente ao tema mostrou-se escassa, sem representação científica reconhecida em indexações contidas na Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde (BVS).

Quanto às indexações internacionais presentes na Plataforma Pedro, não houve representação de nenhum material científico. No portal da Pubmed, inicialmente, foram encontrados 55 trabalhos. Entretanto, esse número foi decaindo conforme eram filtrados os estudos com humanos e/ou animais relacionados à Fisioterapia. Assim, foram incluídos 23 artigos.

Fluxograma 1 - Etapas da eleição dos artigos.

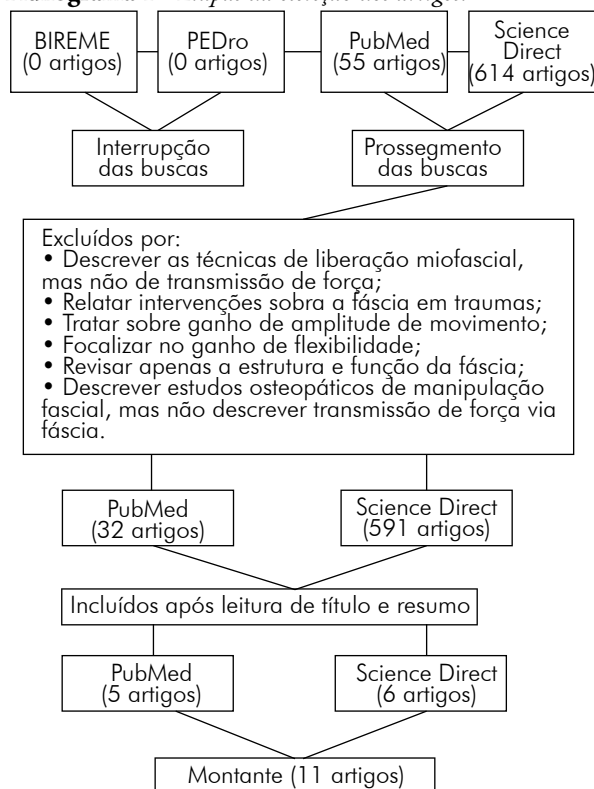


Tabela I - Dados extraídos dos artigos oriundos da Pubmed.

Título	Tipo de artigo	Autor	Ano	Amostra	Formas da TMF
Biomechanical effects of dissection flexor carpi ulnaris	Experimental	Kreulen M, Smeulders MJ, Hage JJ, Huijing PA	2003	4 garotos e 6 garotas portadores de paralisia cerebral.	TMF após tenotomia do músculo flexor ulnar do carpo.
Effects of knee joint angle on global and local strains within human triceps surae muscle: MRI analysis indicating in vivo myofascial force transmission between synergistic muscle	Experimental	Huijing PA, Yaman A, Ozturk C	2011	Cadáveres de 4 homens e de 3 mulheres; 5 indivíduos vivos do sexo masculino.	TMF entre músculos sinergistas em humanos visto em imagens de ressonância magnética.
Flexor carpi ulnaris tenotomy alone does not eliminate its contribution to wrist torque	Experimental	De Bruin M, Smeulders MJ, Kreulen M	2011	7 homens e 5 mulheres hemiplégicos com paralisia cerebral submetidos a uma tenotomia do músculo flexor ulnar do carpo.	Após tenotomia distal, o músculo flexor ulnar do carpo ainda contribui para o torque de flexão no punho através de TMF.
Force transmission between synergistic skeletal muscles through connective tissue linkage	Revisão narrativa	Maas H, Sandercock TG	2010	---	TFM intramuscular, extramuscular e epimuscular.
Myofascial force transmission between human soleus and gastrocnemius muscle during passive knee motion	Experimental	Tian M, Herbert RD, Hoang P, Gandevia C, Bilston LE	2012	15 indivíduos saudáveis.	A TFM foi quantificada entre o movimento do joelho e a força passiva do músculo sóleo em 5 N.

TMF = Transmissão de Força Miofascial

Referente à busca no Portal Science Direct, encontraram-se 883 artigos. Ao serem combinados os descritores, reduziram-se para 614 artigos. Este último número prosseguiu para a análise. Dessa forma, então, encontrou-se um montante de 637 artigos, sendo excluídos 626 (melhor detalhado no Fluxograma 1), e eleitos 11 artigos conforme os critérios de elegibilidade.

Discussão

Pesquisas confirmam que apenas uma parte das fibras musculares percorre todo o comprimento do músculo, ligando-se de forma linear com os tendões de origem e de inserção e criando forças longitudinais; e revelam ainda a existência de outras miofibrilas que se inserem e agem no tecido conjuntivo intramuscular (TFM intramuscular) ou na fibra muscular adjacente (TFM extramuscular) [10,11,13]. Descobriu-se ainda que 30 a 40% da força gerada por um músculo não é transmitida pelo seu tendão, mas sim pelo seu tecido conjuntivo [9,10,12]. Evidências desses circuitos são indicadas por medições de força na origem e inserção do músculo, assim como pela demonstração de que as mudanças de comprimento de um músculo podem afetar as forças nos músculos vizinhos mantidos a um comprimento constante. Mesmo quando não inserida em um dos dois extremos, uma

miofibrila pode gerar uma tensão de cerca de 75% do total devido às suas ligações com as fibras de colágeno dispostas em paralelo [13]. A força de um músculo depende da sua anatomia e do ângulo em que as suas fibras são ligadas ao epimísio e ao tendão e da pressão gerada durante o recrutamento dos músculos em relação à pressão interna muscular [10]. Estes achados sugerem que o músculo morfológicamente definido não é a unidade funcional, pois características como força-comprimento musculares são variáveis dependendo das condições de outras entidades [11,12,14].

No trabalho dos pesquisadores brasileiros Carvalhais *et al.* [9], as amplas conexões da lâmina superficial da fáscia tóraco-lombar (FTL) para os músculos latíssimo do dorso (LD) e glúteo máximo (GMáx) sugerem a ocorrência de TFM extramuscular entre essas estruturas em humanos. Em cadáveres, o tensionamento direto dos músculos LD ou GMáx *in situ* desloca significativamente a FTL contralateral, sugerindo que tal estrutura age como uma unidade funcional. Para evidenciar se a FTL é também responsável pela TFM entre os músculos LD e GMáx *in vivo*, foi avaliado o torque passivo dos quadris de indivíduos saudáveis, quando em rotação medial, por meio de um dinamômetro isocinético em posição neutra e em tensionamento passivo e ativo do LD com o uso da eletromiografia. Foi mostrado que o tensionamento passivo do LD alterou a posição de repouso do quadril no

sentido da rotação lateral, mas não alterou a rigidez passiva. Já o tensionamento ativo do LD mudou a posição de repouso do quadril em direção à rotação lateral e aumentou a rigidez passiva. Assim, demonstrou-se que a manipulação da tensão do LD modifica as variáveis passivas do quadril, fornecendo evidências significativas da TFM *in vivo*.

Kreulen *et al.* [17] demonstraram que em pré-adolescentes com sequelas de paralisia cerebral (PC) há uma redução do comprimento muscular do flexor ulnar do carpo (FUC). Nesse estudo, os adolescentes tiveram o comprimento do FUC verificado antes e após a retirada do tendão e da fásia, e durante uma contração tetânica estimulada por eletrodos. Desta forma, constataram que há transmissão de força pelo tecido conjuntivo, pois houve redução do comprimento muscular após sua retirada, mostrando que o tecido intra e extramuscular são capazes de transmitir força. Além disso, após a dissecação, a amplitude de movimento (ADM) passiva pela goniometria reduziu de 18° para 16°, fazendo-os concluir que os tecidos adjacentes (conectivo) transmitiam força para o FUC após a dissecação, porém, houve quatro avaliados sem alteração na ADM.

Nesse sentido, Bruin *et al.* [18], em suas análises com pacientes com PC submetidos a tenotomia e retirada da fásia do FUC, puderam verificar uma redução estatística do pico de torque entre a mensuração inicial e após a retirada da fásia. Ou seja, a fásia transmitiu de músculos vizinhos força suficiente para preservar o torque do FUC durante a estimulação do nervo ulnar, visto que o pico de torque inicial reduziu 82% com a retirada do tendão e 64% após a retirada da fásia.

Para examinar a relação entre força de preensão manual isométrica (FPMI) e momento isocinético (MI) da musculatura do ombro, Mandalidis e O'Brien [14] mediram em ambos os membros a FPMI a 0°, 90° e 180° de flexão do ombro, e o pico médio do MI dos rotadores e abdutores do ombro e flexores do cotovelo a 60°s⁻¹ em 18 voluntários sem afecções no ombro ou presença de dor no ombro/pescoço. Os dados revelaram relações estatisticamente positivas entre a FPMI e o MI dos rotadores externos do ombro, abdutores do ombro e os flexores do cotovelo, independente da dominação de mão. Para os autores, tais resultados provavelmente decorrem de mecanismos que proporcionam estabilidade ao cotovelo e articulações do ombro, obtidos por meio da transmissão de força pela via miotendínea (ativada pelos anexos tendíneos proximais dos extensores longos e flexores do punho para o úmero) e pela via miofascial através de três sequências miofasciais – formadas por miofibrilas inseridas na fásia sobrejacente e septos dos componentes da membrana fibrosa – localizadas na porção anterior do membro superior que ligam os músculos palmares e a fásia da mão aos do ombro [15]. Igualmente, podem ocorrer por “excesso” de atividade muscular por meio de circuitos neurais, sugerindo que a transmissão de forças para as regiões proximais do membro superior também acontece ao longo de uma via miofascial, o que, em parte, confirma o Modelo dos Trilhos Anatômicos, proposto por Myers em 1997, pelo qual seria possível ocorrer transmissão de força

utilizando duas cadeias miofasciais (trilhos) que correm na parte da frente e de trás do membro superior conectando regiões proximais àquelas mais distais [16].

Findley *et al.* [13] discutiram, ainda, as características funcionais encontradas na fásia lata da coxa, apresentando-a como uma estrutura relativamente autônoma, no que diz respeito ao plano muscular subjacente. Em outro trabalho [11], evidenciou-se que a fásia tem um papel na transmissão de tensão mecânica dinâmica e que ela pode ser capaz de estimular o músculo liso de uma maneira semelhante, o que hipoteticamente se deve à presença de células contráteis dentro da fásia.

Rijkelijhuizen *et al.* [19] identificaram em ratos com o tendão do calcâneo seccionado, permitido apenas a geração de força do gastronêmio medial (GM), um aumento de 1N na contração tetânica dos outros músculos com ação no tornozelo, além de uma relação entre o comprimento do GM e a geração de força. Isso foi atribuído à transmissão de força pelo tecido epitendíneo; porém, segundo os autores, não há relevância funcional em tais achados. Já em humanos, Tian *et al.* [20] mostraram que manipulando apenas o joelho, há uma redução do comprimento do ventre muscular tanto do gastrocnêmio quanto do sóleo. Embora esse último não tenha ação no joelho. Assim, ao verificar a existência da redução do comprimento do sóleo, que tem ação apenas no tornozelo e que no experimento foi mantido a 90°, identificou-se que tal processo viria da interação entre os músculos. Foi nessa linha que Huijing *et al.* [21], em uma série de testes em cadáveres e humanos vivos, descobriram que a angulação do joelho influi no comprimento dos gastrocnêmios e sóleo ainda que esses não tenham uma ação sinérgica no joelho. Contudo, apesar de o tornozelo ter estado em inalterada posição de 90°, houve alteração do comprimento e da pressão interna do sóleo durante a angulação do joelho, sugerindo que tal alteração é explicada pela TFM durante a flexão do joelho.

Maas e Sandercoch [22] questionam a importância dos achados da TFM na melhor compreensão de afecções e a possibilidade de tal incremento de força ser relevante durante o movimento humano normal. Embora a TFM seja objeto de estudo de alguns pesquisadores [10,11,13,22], a aplicabilidade de tais evidências para a Fisioterapia ainda se mostra deficiente. Quando estudos mais abrangentes forem realizados, poderão se aplicar os achados a indivíduos sequelados de Acidente Vascular Encefálico e PC, tendo em vista que a redução de placas motoras que ocasionam a inatividade muscular poderia ser substituída pela força emanada de estruturas vizinhas ou sinérgicas, favorecendo a contratilidade e trofia muscular, redução de deformidades, utilização de próteses e órteses e, o mais importante, à função somente via fásia. Com a progressão das descobertas, outros indivíduos poderão ser beneficiados, como os portadores de sequelas neurológicas cuja integridade muscular está preservada [17,18].

Portanto, os princípios da TFM poderão ser incorporados à fisioterapia, desde a avaliação da mobilidade fascial até a

dinâmica do atendimento do fisioterapeuta, seja com técnicas clássicas, seja com técnicas que envolvem a globalidade da ação muscular como a Osteopatia, o Pilates e a Reeducação Postural Global. Contudo, será necessário o aprofundamento dos fatores envolvidos na TFM e de formas de treino muscular que possam incrementar e tornar mais substancial a força transmitida entre grupos musculares [22].

Conclusão

Os estudos têm comprovado a existência de transmissão de força miofascial, porém, ainda necessita-se de mais estudos para elucidar com precisão sua forma de atuação fisiológica e patológica. Além disso, a TFM pode ser de extrema importância para a Fisioterapia, pois vai desde um elemento de fundamentação para técnicas até a construção de cadeias lesionais na formulação de diagnósticos e condutas terapêuticas.

Referências

1. Bienfait M. FásCIAS e Pompages: estudo e tratamento do esqueleto fibroso. São Paulo: Manole; 1999.
2. Bogduk N, Johnson G, Spalding D. The morphology and biomechanics of latissimus dorsi. *Clin Biomech* 1998;13(6):377-85.
3. Maas H, Sandercock TG. Are skeletal muscles independent actuators? Force transmission from soleus muscle in the cat. *J Appl Physiol* 2008;104(6):1557-67.
4. Herbert RD, Hoang PD, Gandevia SC. Are muscles mechanically independent? *J Appl Physiol* 2008;104(6):1549-50.
5. Huijing PA. Muscular force transmission necessitates a multi-level integrative approach to the analysis of function of skeletal muscle. *Exerc Sport Sci Rev* 2003; 31(4):167-75.
6. Huijing PA. Muscular force transmission: a unified, dual or multiple system? A review and some explorative experimental results. *Arch Physiol Biochem* 1999;107(4): 292-311.
7. Huijing PA. Epimuscular myofascial force transmission between antagonistic and synergistic muscles can explain movement limitation in spastic paresis. *J Electromyogr Kinesiol* 2007;17:708-24.
8. Huijing PA. Epimuscular myofascial force transmission: a historical review and implications for new research. International Society of Biomechanics Muybridge Award Lecture, Taipei, 2007. *J Biomech* 2009; 42:9-21.
9. Carvalhais VOC, Ocarino JM, Araújo VL, Souza TR, Silva PLP, Fonseca ST. Myofascial force transmission between the latissimus dorsi and gluteus maximus muscles: an in vivo experiment. *J Biomech* 2013;46(5)1003-7.
10. Turrina A, Martínez-González MA, Stecco C. The muscular force transmission system: role of the intramuscular connective tissue. *J Bodyw Mov Ther* 2013; 17:95-102.
11. Findley TW, Shalwala M. Fascia Research Congress: evidence from the 100 years perspective of Andrew Taylor Still. *J Bodyw Mov Ther* 2013;17:356-64. 2013.
12. Huijing PA, van de Langenberg RW, Meesters JJ, Baan GC. Extramuscular myofascial force transmission also occurs between synergistic muscles and antagonistic muscles. *J Electromyograph Kinesiol* 2007;17:680-9.
13. Findley TW, Chaudhry H, Stecco A, Roman M. Fascia research – a narrative review. *J Bodyw Mov Ther* 2012;16:67-75.
14. Mandalidis D, O'Brien M. Relationship between hand-grip isometric strength and isokinetic moment data of the shoulder stabilizers. *J Bodyw Mov Ther* 2010;14:19-26.
15. Stecco L. Fascial Manipulation for Musculoskeletal Pain. *Piccin* 2004;123-130.
16. Myers T. The anatomy trains: part 2. *J Bodyw Mov Ther* 1997;1:91-101.
17. Kreulen M, Smeulders MJ, Hage JJ, Huijing PA. Biomechanical effects of dissection flexor carpi ulnaris. *J Bone Joint Surg* 2003; 85-B:856-59.
18. Bruin M, Smeulders MJ, Kreulen M. Flexor carpi ulnaris tenotomy alone does not eliminate its contribution to wrist torque. *Clin Biomech* 2011;26:725-8.
19. Rijkkelijkhuizen JM, Baan GC, Haan A, Ruiter CJ, Huijing PA. Extramuscular myofascial force transmission for in situ rat medial gastrocnemius and plantaris muscles in progressive stages of dissection. *J Experim Biol* 2004;208:129-40.
20. Tian M, Herbert RD, Hoang P, Gandevia SC, Bilston LE. Myofascial force transmission between human soleus and gastrocnemius muscle during passive knee motion. *J Appl Physiol* 2012;113:517-23.
21. Huijing PA, Yaman A, Ozturk C. Effects of knee joint angle on global and local strains within human triceps surae muscle: MRI analysis indicating in vivo myofascial force transmission between synergistic muscle. *Surg Radiol Anat* 2011; 33:869-79.
22. Mass H, Sandercock TG. Force transmission between synergistic skeletal muscles through connective tissue linkage. *J Biomed Biotech* 2010;1-9.