

**NORTON NOGUEIRA DE ALMEIDA  
IRIS DE DEUS CARDOSO**

**A REDE INTEGRADORA FASCIAL E A ACUPUNTURA COMO TERAPIA  
MECÂNICA:**  
anatomia, tensegridade e mecanotransdução.

**Belo Horizonte**  
**Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional / UFMG**  
**2012**

**NORTON NOGUEIRA DE ALMEIDA  
IRIS DE DEUS CARDOSO**

**A REDE INTEGRADORA FASCIAL E A ACUPUNTURA COMO TERAPIA  
MECÂNICA:  
anatomia, tensegridade e mecanotransdução.**

Monografia apresentada à Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Teixeira da Fonseca  
Co-orientadora: Me. Luciana De Michelis  
Mendonça

**Belo Horizonte**  
**Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional / UFMG**  
**2012**

## RESUMO

A fáscia é composta por tecido conjuntivo mole não-especializado, com predominância de fibras colágenas e que forma uma matriz tridimensional, continuamente distribuída por todo o corpo. A fáscia interliga, anatomicamente, diversas estruturas corporais, integrando as estruturas do sistema musculoesquelético, órgãos, glândulas, vasos e nervos. Além disso, as vias fasciais podem transmitir forças tenses. Essa distribuição de tensão no corpo humano se assemelha àquela de uma estrutura de tensegridade, que interconecta e redistribui forças por toda a estrutura, desde o nível macroscópico até o nível celular. Desta forma, forças mecânicas são adequadamente transmitidas à célula e promovem mudanças na bioquímica celular, expressão gênica e desenvolvimento tecidual. Os pontos e meridianos de acupuntura possuem relação anatômica com o trajeto fascial. Assim, a acupuntura se apresenta como uma das técnicas capazes de estimular a fáscia, através de um acoplamento biomecânico entre as fibras colágenas e a agulha, que distende o tecido e promove modificações no citoesqueleto. Estas alterações celulares têm sido relacionadas a efeitos de mecanotransdução, bem como outras possibilidades de alteração na fisiologia celular em resposta ao estímulo de acupuntura. A estimulação de mecanorreceptores intrafasciais e a continuidade fascial podem transmitir o estímulo de acupuntura, proporcionando efeitos distantes do local estimulado. Outras possibilidades têm sido sugeridas para a produção e transmissão dos efeitos de acupuntura, como modificações no fluxo intersticial e a estimulação de nervos e mastócitos presentes nas fáscias. As conexões e as capacidades fisiológicas da fáscia fazem com que ela seja uma estrutura importante não somente para o movimento e postura corporal. A rede de tecido conjuntivo fascial pode gerar e transmitir informações mecânicas e químicas, constituindo um sistema de integração paralelo e integrado aos sistemas vascular e nervoso. Estudos futuros devem ser realizados para aumentar o entendimento sobre a fisiologia e anatomia fascial, além de guiar a prática clínica, esclarecendo como terapias mecânicas estimulam a fáscia e quais as melhores formas de intervenções devem ser utilizadas.

**Palavras-chave:** Fáscia. Tecido Conjuntivo. Anatomia. Biomecânica. Mecanotransdução. Tensegridade. Terapias Mecânicas. Acupuntura. Meridianos.

## ABSTRACT

The Fascia consists of a non-specialized connective tissue with a predominance of collagen fibers, which forms a continuous whole-body tridimensional matrix. The fascia anatomically connects various body structures, integrating the musculoskeletal system, organs, glands, vessels and nerves. The fascial pathways is capable to transmit tensile forces. The stress distribution in the human body is similar to that of a tensegrity structure, which interconnects structures and redistributes forces from the macroscopic level to the cellular level. Thus, these mechanical forces are adequately transmitted to the cell and promote changes in cellular biochemistry, gene expression and tissue development. The acupuncture points and meridians have an anatomical relationship with the fascial pathways. Therefore, acupuncture is presented as one of the techniques to stimulate the fascia, by means of the biomechanical coupling between the collagen fibers and the needle, which stretches the tissue and promotes cytoskeleton's changes. These cellular changes has been related to effects of mechanotransduction, as well as other possible changes in cellular physiology in response to stimulation of acupuncture. Stimulation of mechanoreceptors and fascial continuity can transmit the stimulation of acupuncture, providing distant effects in relation to the stimulated site. Other possibilities has been suggested for the production and transmission of the effects of acupuncture, such as changes in interstitial flow and the mechanical stimulation of nerves and mast cells present in fascia. The connections and the physiological capabilities of the fascia make it an important structure in addition to its well know contributions to movement and body posture. The fascial network can generate and transmit mechanical and chemical information, forming a parallel integrating system to the vascular and nervous systems. Further studies should be conducted to increase the understanding of the physiology and fascial anatomy. In addition studies are still necessary to clarify how mechanical therapies act by stimulating the fascia and the best interventions to be used.

**Keywords:** Fascia, Connective Tissue. Anatomy. Biomechanics. Mechanotransduction. Tensegrity. Mechanical Therapy. Acupuncture. Meridians.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1.....	13
FIGURA 2.....	16
FIGURA 3.....	19
FIGURA 4.....	20
FIGURA 5.....	20
FIGURA 6.....	24
QUADRO 1.....	22

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>2 A REDE DE TECIDO CONJUNTIVO FASCIAL.....</b>	<b>10</b>
<b>3 TENSEGRIDADE E MECANOTRANSDUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>4 ACUPUNTURA COMO TERAPIA MECÂNICA .....</b>	<b>18</b>
4.1. A Rede de Tecido Conjuntivo Fascial e os Pontos e Meridianos de Acupuntura .....	18
4.2. Descrição do Processo de Estimulação Mecânica Através da Acupuntura.....	19
4.3. A Propagação dos Estímulos da Acupuntura.....	22
4.4. Fluxo Intersticial, Estimulação Mecânica de Mastócitos e Estruturas Nervosas Envolvidos na Acupuntura .....	23
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>26</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>29</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O tecido conjuntivo fascial é capaz de transmitir, gerar e responder a sinais mecânicos e físico-químicos, uma vez que integra as estruturas do sistema musculoesquelético (e.g. músculos, tendões, ossos, ligamentos e cápsulas articulares) a outros sistemas fisiológicos (WEBER, 1995; HO; KNIGHT, 1998; MYERS, 2003; SCHLEIP, 2005; LANGEVIN, 2006a; LANGEVIN *et al.*, 2006b; INGBER, 2008; LANGEVIN *et al.*, 2010;). A fáscia pode ser definida como um componente tecidual do sistema conjuntivo que forma uma matriz tridimensional de suporte estrutural, continuamente distribuída por todo o corpo (FINDLEY *et al.*, 2012). Nesse sentido, as implicações funcionais do comportamento das fáscias frente ao movimento deve ser parte integrante do raciocínio clínico do fisioterapeuta. O reconhecimento da contribuição das fáscias para o desempenho motor e funcional humano pode ser considerado recente, pois, classicamente, o entendimento de sua função era restrito à proteção dos órgãos e dos músculos. Infelizmente, por muito tempo, as fáscias foram negligenciadas tanto no ensino quanto em pesquisas científicas. No entanto, o interesse em relação ao estudo da fáscia vem crescendo nas últimas duas décadas. (MYERS, 2003; STECCO; DUPARC, 2011).

Existem duas propriedades inerentes ao tecido conjuntivo fascial que definem seu papel de integração: sua contribuição para a mecanotransdução e sua arquitetura de tensegridade. A mecanotransdução é o processo pelo qual as células captam e respondem a estímulos mecânicos. Esses estímulos, ou forças mecânicas, têm sido continuamente reconhecidos como reguladores críticos da bioquímica celular, expressão gênica e desenvolvimento tecidual. (INGBER, 2003; FUNG, 2009). A arquitetura de tensegridade permite a distribuição contínua e uniforme de tensão a partir das propriedades de triangulação geodesic e pré-estresse, as quais equilibram forças tensionais e compressivas. A absorção e distribuição de forças mecânicas ocorrem no corpo humano em nível macroscópico (fáscias, músculos, tendões, ossos), microscópico (junções intercelulares, componentes da membrana celular e citoesqueleto) e entre esses dois níveis (INGBER, 2008). Dessa forma, mecanotransdução e tensegridade são propriedades que caracterizam o sistema como uma unidade integral (MYERS, 2003). O entendimento sobre o comportamento dessa unidade, sobre disfunções do sistema musculoesquelético, sobre a eficácia de algumas ferramentas terapêuticas utilizadas pelo fisioterapeuta (e.g. acupuntura, bandagens elásticas funcionais)

requer um melhor conhecimento sobre a arquitetura desta rede de distribuição fascial e suas inúmeras conexões.

Forças mecânicas são aplicadas pelo fisioterapeuta com o objetivo de reabilitar o paciente, seja com técnicas ativas, como a energia muscular, ou passivas, como as mobilizações articulares. Dentre as diversas ferramentas que podem ser utilizadas pelo fisioterapeuta com propósitos terapêuticos, a acupuntura vem se destacando como uma terapia eficaz e que promove efeitos mecânicos. Langevin *et al.*, (2001a; 2001b; 2002a; 2006; 2007) demonstraram que a estimulação por acupuntura gera acoplamento biomecânico entre a agulha e o tecido, promovendo efeitos de mecanotransdução. Além disso, alguns estudos demonstraram que existe uma relação anátomo-histológica entre pontos e/ou meridianos de acupuntura e o tecido conjuntivo fascial (HO; KNIGHT, 1998; LANGEVIN *et al.*, 2001b; LANGEVIN *et al.*, 2002b; MYERS, 2003; LANGEVIN, 2006a; FUNG, 2009; LANGEVIN *et al.*, 2010; WANG *et al.*, 2010; BAI *et al.*, 2011;). Nesse sentido, compreender o comportamento do tecido conjuntivo fascial e aplicar esse conhecimento na prática clínica, seja através de exercícios terapêuticos ou de técnicas como a acupuntura, poderia potencializar os efeitos da conduta do fisioterapeuta. Portanto, o objetivo do presente estudo foi discutir o papel de integração do tecido conjuntivo fascial nos aspectos anatômicos e funcionais e analisar o efeito mecânico da acupuntura nesse tecido.



## 2 A REDE DE TECIDO CONJUNTIVO FASCIAL

O termo *fáscia* possui diversas aplicações na literatura e pode, inclusive, se referir a estruturas anatômicas distintas (LANGEVIN; HUIJING, 2009; STECCO; DUPARC, 2011). A *fáscia*, no latim clássico, significa *banda de material* e essa definição remete a inespecificidade do termo (LANGEVIN; HUIJING, 2009). Um dos fatores que dificultam sua definição ocorre devido aos vários epônimos existentes e a literatura indica a necessidade de sua especificação (LANGEVIN; HUIJING, 2009). Nesse sentido, o Congresso Internacional de Pesquisa sobre *Fáscia* do ano de 2007 definiu *fáscia* como sendo o componente mole do sistema de tecido conjuntivo não-especializado que forma uma matriz de continuidade por todo o corpo e que penetra e envolve todos os órgãos, músculos, ossos e fibras nervosas (LANGEVIN; HUIJING, 2009; FINDLEY *et al.*, 2012;).

O tecido conjuntivo é composto por três tipos de componentes: o celular, o fibroso e a substância fundamental (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2004). A porção não-celular do tecido conjuntivo é composta pelo interstício e a matriz extracelular (MEC), que possui fibras colágenas, proteoglicanos e outras proteínas como elastinas, lamininas e fibronectinas (MYERS, 2003; FUNG, 2009;). A fibra colágena é a proteína predominante no corpo humano e constitui o principal componente do tecido conjuntivo fascial (MYERS, 2003). Histologicamente, o tecido conjuntivo fascial pode, ainda, ser classificado em denso e o não-denso. O tecido conjuntivo denso é predominantemente composto pelas fibras, que confere a ele alta força tênsil e alta rigidez (*stiffness*) (LANGEVIN; HUIJING, 2009). O tecido conjuntivo não-denso possui menor concentração de fibras, grande variedade de tipos celulares e contém a maior parte do fluido intersticial (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2004). A literatura sugere que a propriedade biomecânica do conjuntivo não-denso, apesar da menor concentração fibrosa, é a capacidade de suportar forças tensesis em situações fisiológicas e transmitir tais forças (LANGEVIN; HUIJING, 2009; MAAS; SANDERCOCK, 2010). Uma outra característica fisiologicamente importante do conjuntivo não-denso é conter células como fibroblastos, mastócitos, leucócitos e células-tronco. A composição dos diferentes tipos de *fáscia* é influenciada pelas características biomecânicas locais e, conseqüentemente, ocorrem disposições distintas dos tecidos conjuntivo denso e não-denso.

Existem diferentes tipos de *fáscia* classificadas a partir de características macroscópicas e histológicas das *fascias*, dentre elas: *fáscia* superficial ou profunda; *fáscia* visceral; *septo* intermuscular; *trato* neurovascular; *periósteo*; *membrana* interóssea;

aponeurose intra e extramuscular; e epi- peri- ou endomísio. Os tipos de fáscia que mais requerem distinções são a fáscia superficial e a fáscia profunda. A fáscia superficial é uma camada membranosa na hipoderme, largamente distribuída pelo corpo e predominantemente constituída pelo conjuntivo não-denso (ABU-HIJLEH *et al.*, 2006; LANCEROTTO *et al.*, 2011; FINDLEY *et al.*, 2012). A fáscia superficial se comunica à derme e à fáscia profunda através dos septos fibrosos superficial e profundo, respectivamente (LANCEROTTO *et al.*, 2011). A fáscia profunda recobre todos os músculos (FINDLEY *et al.*, 2012), sendo composta por subcamadas de tecido conjuntivo denso regular, interpostas por tecido conjuntivo não-denso. Cada subcamada do tecido denso da fáscia profunda possui alinhamento distinto das subcamadas adjacentes (STECCO *et al.*, 2008; STECCO *et al.*, 2009a; BENETAZZO *et al.*, 2011; FINDLEY *et al.*, 2012). Tanto a fáscia superficial quanto a fáscia profunda possuem interconexões fibrosas entre suas subcamadas (STECCO *et al.*, 2008; STECCO *et al.*, 2009a; LANCEROTTO *et al.*, 2011; BENETAZZO *et al.*, 2011; FINDLEY *et al.*, 2012). Essas distinções são, ainda, pouco conhecidas, mesmo pelos profissionais que atuam com intervenções mecânicas. A composição do tecido fascial está relacionada à capacidade fisiológica e biomecânica desse tecido e é, portanto, fundamental para o fisioterapeuta entender seu comportamento e como ele responde às intervenções na prática clínica.

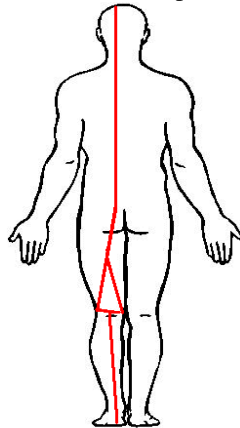
A composição nervosa da fáscia vem sendo estudada e pode aprimorar a compreensão sobre capacidades fisiológicas atribuídas a esse tecido. As fáscias profundas dos membros possuem fibras nervosas, homogeneamente distribuídas através de seus componentes fibrosos (STECCO *et al.*, 2008). O estudo de Stecco *et al.* (2008) identificou nervos intrafasciais dispostos perpendicularmente às fibras colágenas, corpúsculos de Rufini e de Pacini e algumas fibras com característica morfológica similar às fibras autonômicas. Sendo assim, é possível que essas estruturas sofram estimulação mecânica ao alongamento dos feixes de colágeno (STECCO *et al.*, 2008). Além disso, mecanorreceptores presentes nas fáscias profundas podem atuar como nociceptores em indivíduos com síndromes de dor miofascial (STECCO *et al.*, 2009 B). A estimulação de mecanorreceptores da fáscia pode, ainda, influenciar o tônus muscular e promover alterações autonômicas, diminuindo o tônus simpático e promovendo vasodilatação (SCHLEIP, 2003). Desse modo, é possível que as intervenções que estimulem mecanicamente os receptores e fibras nervosas intrafasciais possam ter diversos desfechos sobre o sistema musculoesquelético e outros sistemas, como o sistema nervoso.

Diferentes graus de conexões foram encontrados entre as fáscias profundas e musculares (STECCO *et al.*, 2008; STECCO, 2009b). Os autores demonstraram que as fáscias peitoral e braquial possuem grande aderência via septos fibrosos aos músculos peitoral maior e deltóide (STECCO *et al.*, 2008). Por outro lado, a fáscia da coxa pode ser facilmente dissociada da fáscia epimisial dos músculos da coxa. Desse modo, as interconexões das estruturas do sistema musculoesquelético apresentam variações anatômicas entre as regiões, que podem estar relacionadas à demanda e à função local. Por exemplo, uma lombalgia associada à anteversão pélvica que contribua para o encurtamento muscular de reto femoral talvez não necessite do alongamento da fáscia profunda da coxa. Entretanto, em uma alteração da postura escapular, associada ao encurtamento dos músculos peitorais, provavelmente necessite de alongamento da fáscia profunda que recobre estes músculos, devido à grande conexão existente entre essa musculatura e a fáscia profunda. Além disso, Van Der Wal (2009) demonstrou que os ligamentos extracapsulares colaterais ulnar e radial da articulação do cotovelo são expansões aponeuróticas dos músculos que possuem inserção distal ou proximal nessa articulação. Essa continuidade do conjuntivo fascial modifica a maneira de pensar a estabilização articular, uma vez que as interações músculo-fáscia fazem com que, tanto o alongamento quanto a contração da musculatura, tensionem as estruturas articulares e contribuam para a estabilidade articular. (WAN DER WAL, 2009). Essas evidências revelam a função de integração do tecido conjuntivo fascial, que promove a distribuição de forças em todo o sistema.

As conexões fasciais longitudinais em toda sua variedade possibilitam a condução da tensão linearmente entre as diversas estruturas interligadas. Isso foi demonstrado por Stecco *et al.*, (2009b) investigando as continuidades miofasciais da região anterior dos membros superiores (MMSS). Esses investigadores observaram que, ao tracionar manualmente o ventre muscular, a força produzida era transmitida através das fibras miofasciais. Existem vários exemplos na literatura de conexões fasciais longitudinais. Diversos autores investigam e defendem modelos específicos dessas conexões ao longo do corpo, como as cadeias musculares, os trilhos miofasciais e as continuidades miofasciais (MYERS, 2003; STECCO, 2009b). Em estudo sobre a fáscia toracolombar e a ãponeuroseõ vertebral foram demonstradas conexões desde o músculo trapézio até os músculos eretores da espinha e o ligamento sacrotuberoso (LOUKAS *et al.*, 2007). Stecco (2009b) demonstrou continuidade miofascial que se estende do músculo peitoral para a região anterior de todo o membro superior até a fáscia profunda que recobre os músculos hipotenares (STECCO *et al.*, 2008 B). Myers (2003) chamou de õtrilhos miofasciaisõ a continuidade fascial observada em

várias regiões do corpo. Por exemplo, este autor descreveu a Linha Superficial Posterior como uma estrutura fascial que começa abaixo das pontas dos dedos dos pés e segue longitudinalmente por toda a região posterior dos membros inferiores (MMII) e tronco até a aponeurose epicrânica, subindo ao ápice da cabeça e se fixando na margem supraorbital (FIGURA 1). Essa continuidade, descrita por Myers (2003), exemplifica a dimensão da distribuição fascial e mostra como essas interconexões ligam o corpo de cranial a caudal, tornando todo o sistema uma só unidade. A existência de continuidades miofasciais e a comunicação existente entre o retináculo lateral da patela e o trato iliotibial sugerem que o aumento de forças tenses deste trato pode alterar o alinhamento e a mecânica patelar (PUNIELLO, 1993; MENDONÇA, 2011). Puniello (1993) demonstrou uma associação entre a rigidez aumentada do trato iliotibial, através do teste de Ober, e a hipomobilidade patelar em translação medial. A rede de comunicação mecânica formada pelos tipos de fáscia e suas interconexões propicia um meio anatômico para a transmissão de forças bidirecional, tanto interno-externamente quanto próximo-distalmente. Assim, o fisioterapeuta deve ser capaz de investigar e intervir globalmente no equilíbrio de forças desse sistema integrado a ponto de identificar e corrigir alterações em uma estrutura que desencadeia modificações negativas em estruturas interligadas.

FIGURA 1 6 Linha Superficial Posterior descrita por Myers.



Fonte: <http://desenhoscolorir.org/partes-do-corpo-humano/> (modificado).

Estímulos mecânicos sobre o tecido conjuntivo fascial influenciam o comportamento não somente de estruturas do sistema musculoesquelético, mas de vasos sanguíneos, glândulas e órgãos. (STECCO *et al.*, 2008 B). O trato neurovascular possui inúmeras conexões com a rede de conjuntivo intramuscular (PAYRAU *et al.*, 2011). Artérias

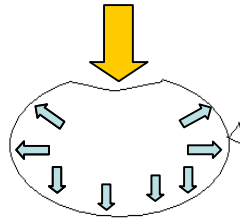
são cobertas pelo conjuntivo da adventícia, que permeia a camada média e íntima (PAYRAU *et al.*, 2011). Veias superficiais são ancoradas aos compartimentos fibrosos da fáscia superficial através de septos que se prendem à parede desses vasos (ABU-HIJLEH *et al.*, 2006). Existem interconexões entre fáscia visceral e fáscia profunda que revelam que a fáscia compõe uma rede fibrosa que protege e conecta órgãos e glândulas. Cornu *et al.*, (2010) demonstrou que a fáscia prostática possui continuidade fibrosa com a fáscia endopélvica, as quais se conectam aos ligamentos puboprostáticos e à fáscia epimisial do músculo levantador do ânus. (CORNU *et al.*, 2010). Dessa forma, a rede de tecido conjuntivo fascial desempenha o papel de interconexão entre tecidos e pode, através de estímulos mecânicos, integrar as forças do corpo e influenciar a função fisiológica de um ou vários sistemas.

### 3 TENSEGRIDADE E MECANOTRANSDUÇÃO

Forças compressivas exercidas pelos ossos se equilibram com forças tensionais contínuas impostas pelos músculos e pelo tecido conjuntivo fascial (MYERS, 2003; FINDLEY *et al.*, 2012). Segundo Ingber (2008), toda rede estrutural que se autoestabiliza através de equilíbrio entre forças mecânicas é caracterizado como um modelo arquitetônico de tensegridade. (INGBER, 2008). Esse equilíbrio permite rápida adaptação do sistema e maior capacidade de absorção das forças impostas, o que reduz, por exemplo, sobrecargas articulares e a dependência da ação contínua dos músculos estabilizadores posturais. Dessa forma, a estabilidade de uma estrutura integrada em rede depende da propriedade de seus materiais, da organização das peças e da relação entre esses componentes (INGBER, 2008). A forma como as forças tenses são distribuídas no corpo humano revela que o sistema musculoesquelético pode ser entendido como um modelo de tensegridade. Entretanto, este modelo somente é aplicável caso o sistema musculoesquelético seja pré-estressado. Recentemente, demonstrou-se que a posição de repouso articular do tornozelo é uma posição de equilíbrio entre torques elásticos passivos opostos gerados pela tensão passiva de estruturas que se antagonizam (SOUZA, 2009). Dessa forma, a existência de co-tensão indica que as estruturas que cruzam a articulação do tornozelo são pré-estressadas (SOUZA, 2009).

A transmissão de forças é uma característica do modelo de tensegridade, ou seja, todos os elementos estruturais conectados em um modelo de tensegridade se adaptam em resposta a um estresse local. Foi demonstrado que o tecido conjuntivo fascial é submetido tanto a forças compressivas quanto tenses, contudo a resultante de forças é sempre a tensão (FINDLEY *et al.*, 2012). Desse modo, a estrutura fascial funciona como um balão (FIGURA 2), sofrendo compressão local, mas a resultante é o aumento de tensão sobre todo o sistema (FINDLEY *et al.*, 2012). De acordo com um modelo de tensegridade, a lesão tecidual ocorre em pontos onde há alguma fraqueza, independentemente se esses pontos sofram a aplicação direta da sobrecarga ou não (MYERS, 2003). Assim, cada componente de uma rede de tensegridade, além de ser capaz de suportar forças tenses, deve estar posicionado para melhor suportar o estresse e distribuí-lo pela cadeia cinética.

FIGURA 2 ó Forças compressivas atuando em um balão. A figura representa a capacidade da rede fascial pré-estressada redistribuir forças pelo tecido, funcionando como um balão.



A arquitetura típica da tensegridade existe em nível macroscópico e microscópico. Ao movimentar uma parte do corpo, a MEC se estende, as células sofrem tração e as moléculas interconectadas, que constituem o arcabouço celular, sentem a mudança de tensão (MYERS, 2003). Órgãos, tecidos, células e moléculas utilizam esta forma de arquitetura para estabilizar mecanicamente sua forma (INGBER, 2008). Partindo de uma perspectiva macroscópica para microscópica: os membros superiores são formados por órgãos (músculos e ossos), que por sua vez são constituídos por tecidos (ósseo, muscular, conjuntivo, vascular, etc.), esses tecidos são formados por células que se mantêm unidas através da matriz extracelular, constituída por colágeno, glicoproteínas e proteoglicanos. Dessa forma, o corpo humano é constituído por diferentes níveis estruturais, cada nível com um comportamento mecânico particular e, portanto, as deformações mecânicas provocam mudanças e adaptações estruturais de formas distintas (INGBER, 2008). Por exemplo, a célula responde às forças mecânicas através de interações no citoesqueleto que utilizam essas forças para transportar organelas no citoplasma, mover cromossomos durante a mitose e promover contratilidade celular (INGBER, 2003). Segundo Ingber (2008), através da utilização desse sistema onde há equilíbrio de tensão, as forças mecânicas aplicadas produzem mudança em macroescala e, também, em nível celular. Essa estrutura fornece uma base teórica para explicar como a aplicação de intervenções mecânicas pode influenciar a bioquímica celular e a fisiologia do tecido (INGBER, 2008).

O modo como intervenções mecânicas exercem mudanças na fisiologia celular e do tecido ocorre através da mecanotransdução. A mecanotransdução celular é o processo que permite às células, através de reações bioquímicas, perceberem e responderem a estímulos mecânicos (INGBER, 2003). A tensão pré-existente da célula sofre influência de forças aplicadas na MEC, percebidas através de integrinas (proteínas transmembrana), que transmitem essas informações de tensão e compressão ao citoesqueleto. A MEC se conecta

ao citoesqueleto das células por meio das integrinas e as informações enviadas por elas provocam respostas celulares como mudanças no formato, migração, proliferação e diferenciação (MYERS, 2003). Foi demonstrado que, ao se modificar o formato da célula para uma forma mais plana, por exemplo, ocorria a divisão celular (MYERS, 2003). Provavelmente, células muito planas, com seu citoesqueleto alongado, indicam que mais células seriam necessárias para recobrir a área em que estão dispostas (MYERS, 2003). Nesse sentido, ao se gerar forças tensesis que são transmitidas ao citoesqueleto, podemos influenciar a mecânica e a fisiologia celular. Por meio de diversas técnicas terapêuticas, o fisioterapeuta estimula mecanicamente seu paciente. Dentre as diversas ferramentas que podem ser utilizadas pelo fisioterapeuta com propósitos terapêuticos, a acupuntura vem se destacando como importante terapia mecânica. Uma vez que a acupuntura possui relações com o tecido conjuntivo fascial, a mesma passa a ser objeto do presente estudo e será descrita a seguir.



## 4 ACUPUNTURA COMO TERAPIA MECÂNICA

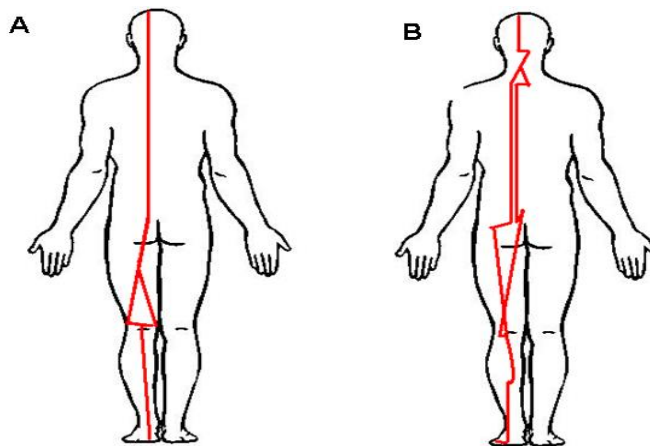
### 4.1. A Rede de Tecido Conjuntivo Fascial e os Pontos e Meridianos de Acupuntura

Um pré-requisito para a existência de um sistema de intercomunicação corporal é um meio contínuo através do qual os sinais podem ser transmitidos (HO; KINGTH, 1998). O tecido conjuntivo fascial cumpre esse requisito no corpo humano (HO; KINGTH, 1998; MYERS, 2003; LANGEVIN, 2006 A). Esse sistema integrador foi descrito pelos chineses há cerca de dois milênios, representado pelos meridianos de acupuntura. (LANGEVIN *et al.*, 2006 B). Tradicionalmente, os meridianos são uma rede de conexões superficiais e profundas por onde flui energia vital (sentido simplificado de  $\text{Qi}$ ) e que interconecta as vísceras aos membros e a superfície ao interior do corpo (HO; KINGTH, 1998).

Os meridianos de acupuntura tendem a ser localizados ao longo de extensões fasciais entre músculos ou entre estes e ossos ou tendões (LANGEVIN *et al.*; 2002b). Wang *et al.*, (2010) em artigo de revisão, demonstrou que, histologicamente, os meridianos de acupuntura seguem, em grande parte, regiões ricas em tecido conjuntivo não-especializado e que possuem um alinhamento específico de fibras colágenas. Zhang *et al.*, (2009) encontraram um alinhamento específico dos vasos capilares e das fibras colágenas contidas nas membranas interósseas que se situavam sob a localização dos acupontos analisados. Além disso, outros autores identificaram formas lineares de tecido conjuntivo fascial no tronco e membros os quais possuíam trajetos e comprimentos similares à localização clássica de meridianos e pontos de acupuntura (BAI *et al.*, 2010). Segundo Yuan (2011), os pontos de acupuntura se localizam principalmente em septos intermusculares dos membros, terminações nervosas somáticas, órgãos internos com rica inervação sensorial e septos dos órgãos. Um estudo de dissecação, conduzido por Langevin e Yandow (2002), revelou que 80% dos pontos de acupuntura e 50% das interseções de meridianos pareciam coincidir com tecido conjuntivo intermuscular ou intramuscular (LANGEVIN; YANDOW, 2002b). A chance de um ponto de acupuntura, posicionado ao acaso, se localizar sobre um plano fascial seria muito pequena (8,3%). Dessa forma, as autoras sugerem uma importante relação entre o trajeto de meridianos e o trajeto fascial. (LANGEVIN; YANDOW, 2002b). Assim, existe uma maior concentração de fibras colágenas fasciais nos acupontos, o que potencializa a

estimulação mecânica do tecido através da manipulação da agulha de acupuntura (LANGEVIN; YANDOW, 2002 B). Finando (2011) exemplifica a relação anatômica entre meridianos de acupuntura e fáscias, relacionando alguns trilhos miofasciais propostos por Myers (2003) com o trajeto de meridianos (FIGURA 3). Dessa forma, a natureza física do Qi pode estar associada à distribuição de forças e à sinalização mecânica pelo tecido conjuntivo fascial (HO; KNIGHT, 1998; FUNG, 2009; BAI *et al.*, 2011).

FIGURA 3 é Comparação entre a Linha Superficial Posterior de Myers (A) e o Meridiano Principal da Bexiga proposto pela Medicina Tradicional Chinesa (B).



Fonte: <http://desenhoscolorir.org/partes-do-corpo-humano/> (modificado).

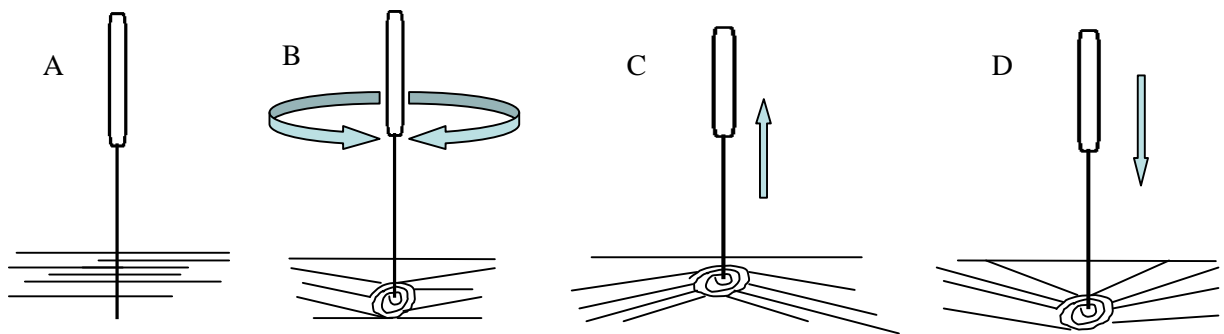
#### 4.2. Descrição do processo de estimulação mecânica através da acupuntura

Estudos por meio de microscopia mostraram que são as rotações da agulha que promovem a deformação do tecido conjuntivo (LANGEVIN *et al.*, 2001 A). Nesse sentido, ocorre um espessamento do tecido devido à formação de um espiral progressivo de fibras colágenas ao redor da agulha (LANGEVIN *et al.*, 2001 A). Por outro lado, a derme e camadas musculares não apresentam mudanças estruturais significativas (LANGEVIN; YANDOW, 2002 B). Dessa forma, a aplicação da acupuntura com o objetivo de promover estimulação mecânica envolve a manipulação da agulha após a sua inserção. Tradicionalmente, após a inserção da agulha de acupuntura no corpo, o acupunturista realiza movimentos rotatórios ou de pistonamento nas agulhas com o objetivo de obtenção do Qi (FIGURA 4). Qi é qualquer sensação diferente, que pode ser desconfortável ou

dolorosa, no local da inserção da agulha. O acupunturista pode identificar o *deqi* através de uma sensação de resistência súbita percebida durante a manipulação da agulha. A presença desse fenômeno durante a aplicação da acupuntura está relacionada com melhores resultados terapêuticos (LANGEVIN; YANDOW, 2002b).

Alguns estudos indicaram que o "DeQi" era obtido apenas quando a agulha de acupuntura estimulava o tecido conjuntivo fascial (BAI *et al.*, 2010). Langevin *et al.*, (2001 B, 2002a) mensuraram o acoplamento mecânico entre a agulha e o tecido conjuntivo e indicaram que uma força 18% maior era necessária para retirar a agulha em acupontos quando comparados com os pontos controle. Além disso, a força necessária para continuar imprimindo rotação na agulha aumenta gradualmente de acordo com a quantidade de rotações já realizadas (LANGEVIN *et al.*, 2001b). Portanto, o acoplamento entre a agulha e o tecido conjuntivo fascial é que permite a deformação significativa do tecido conjuntivo adjacente e a transmissão de forças tensesis (LANGEVIN *et al.*, 2002a; 2004) (FIGURA 4). A literatura, ao sugerir que a acupuntura estimula o tecido conjuntivo fascial, posiciona esta técnica como terapia mecânica.

FIGURA 4 - Sequência de movimentos da agulha para formação do espiral de colágeno e maior tração das fibras conjuntivas. A) Inserção da agulha no tecido. B) Rotação bidirecional. C e D) Movimentos axiais (pistonamento).

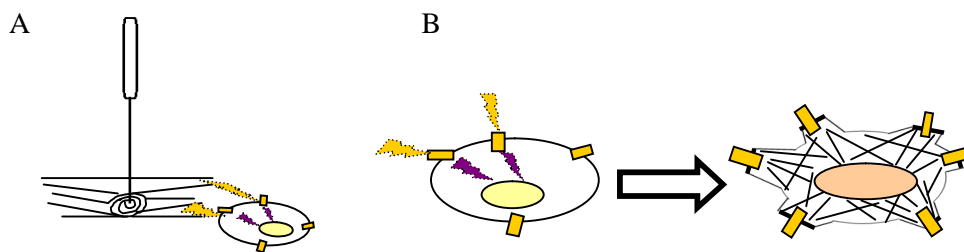


Os estímulos mecânicos promovidos pela acupuntura podem ser os responsáveis pelos efeitos terapêuticos (HO; KNIGHT, 1998; LANGEVIN *et al.*, 2001a; INGBER, 2003; FUNG, 2009). O efeito de mecanotransdução gerada a partir da manipulação da agulha de acupuntura pode gerar sinalização celular, alterações do citoesqueleto, e conseqüente promoção de expressão gênica e produção protéica (LANGEVIN; YANDOW, 2002b). Após a manipulação da agulha, foram observadas alterações do citoesqueleto de fibroblastos

(LANGEVIN *et al.*, 2001a; 2006b; 2007) (FIGURA 5). Nestes estudos, observou-se o aumento da área de secção transversa e aumento da expressão de filamentos do citoesqueleto a formação de expansões celulares envolvidas na mecanossensação (LANGEVIN *et al.*, 2006b; 2007). Observou-se, ainda, que, quando a estimulação em rotação da agulha se torna excessiva, os fibroblastos tendem a diminuir a área de secção transversa, possivelmente indicando que os fibroblastos se desligaram da matriz extracelular (LANGEVIN *et al.*, 2006b).  $\alpha$ Rho kinase e  $\alpha$ Rac-1 são substâncias envolvidas com a sinalização intracelular de sinais mecânicos que promovem o remodelamento do citoesqueleto. Ao utilizar inibidores dessas substâncias, foi observado que as mudanças morfológicas dos fibroblastos à rotação da agulha eram significativamente menores do que a estimulação sem a presença desses inibidores. Assim, Langevin *et al.* (2006 B, p.770, tradução) associaram a tensegridade celular e mecanotransdução aos efeitos de acupuntura e sugeriram uma sequência de eventos em resposta à estimulação por acupuntura:

- (1) formação do espiral e tracionamento do tecido da periferia para a agulha;
- (2) tração inicial da matriz extracelular nos locais de adesão focais previamente existentes;
- (3) formações de lamelipodia (induzidas por  $\alpha$ Rac) em regiões celulares mecanicamente estimuladas (predominantemente no plano do tecido tracionado);
- (4) Contração aumentada de actomiosina (induzidas pela  $\alpha$ Rho kinase) [...];
- (5) migração e estabilização de microtúbulos;
- (6) aumento da tensão intracelular, expansão celular e aplainamento do tecido até que novo equilíbrio seja alcançado entre a tensão intracelular e dois tipos de força antagonistas: (a) forças tensesis da matriz extracelular e (b) forças compressivas intracelulares provenientes das expansões do citoesqueleto.

FIGURA 5 - Efeito de mecanotransdução via acupuntura. A) Transmissão do estímulo mecânico até a célula, devido ao tracionamento da MEC. B) Modificações celulares em resposta ao estímulo mecânico, incluindo o aumento da área de secção transversa e da expressão de filamentos do citoesqueleto e formação de expansões celulares.



Modificações nucleares ocorrem devido à modificação do citoesqueleto e persistem mesmo após a liberação da deformação tecidual (LANGEVIN *et al.*, 2010). Como as estruturas do citoesqueleto se conectam ao núcleo, sua estimulação mecânica leva à

promoção da expressão gênica com o fim de produzir proteínas, estabilizar o formato celular e oferecer respostas adequadas ao estímulo mecânico. De fato, ao realizar o alongamento do tecido subcutâneo de ratos, foram observadas modificações do formato nuclear de fibroblastos (LANGEVIN *et al.*, 2010). Modificações na fisiologia celular promovem alterações na composição da matriz extracelular e influenciam o fluxo intersticial, a rigidez do tecido, as respostas mecânicas adaptativas das células que compartilham dessa matriz, dentre outros (QUADRO 1) (LANGEVIN; YANDOW, 2002b; FINDLEY, 2009). Langevin *et al.* (2011) demonstraram que o remodelamento do citoesqueleto de fibroblastos pode influenciar, ativamente, as propriedades viscoelásticas do tecido conjuntivo não-denso. Assim, a ação da acupuntura parece estar associada à transmissão de tensão da MEC à célula e ao seu núcleo, explicada pelas teorias da tensegridade e da mecanotransdução. Esta explicação está de acordo com os mecanismos de mecanotransdução suportados pelo modelo de tensegridade celular.

#### QUADRO 1- Possíveis Efeitos de Acupuntura Decorrentes da Mecanotransdução

Sinalização celular mediada por integrinas em locais de adesão focal;
Expressão gênica e produção protéica;
Modificação do citoesqueleto e da matriz extracelular;
Efeitos celulares autócrinos e parácrinos;
Indução à formação de miofibroblastos e a sua contração;
Estimulação mecânica de fibras nervosas aferentes via tração da MEC (podendo explicar a sensação do <i>ōDeQiō</i> );
Neuromodulação via alterações de circulação sanguínea, citocinas e/ou fatores de crescimento, mesmo dias após a estimulação

Fonte: LANGEVIN *et al.*, 2001 A; 2006 B.

### 4.3. A Propagação dos Estímulos da Acupuntura

Frequentemente, durante a obtenção do *ōDeQiō*, ocorre uma sensação que se propaga ao longo do meridiano estimulado (WANG *et al.*, 2010). A sensação propagada parece ser explicada não somente por uma resposta neural (WANG *et al.*, 2010). Langevin e Yandow (2002b) associam a sensação propagada ao longo de meridianos à estimulação de mecanorreceptores ao longo das linhas conjuntivas que formam esses meridianos. Os feixes de fibras colágenas fasciais foram demonstrados como possuidores de baixa impedância e, por sua relação anatômica com o trajeto de meridianos, podem propiciar a transmissão de sinais

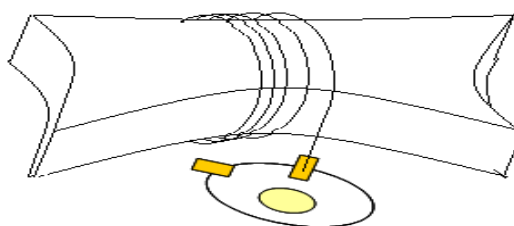
elétricos por essas vias de menor resistência (AHN *et al.*, 2010). Outros autores sugerem que o tecido conjuntivo atuaria como um sistema de condução de informações através do colágeno e as moléculas de água, formando um cristal líquido, e que esse sistema de condução de informações, que também compõe a rede de meridianos, atuaria paralelamente ao sistema nervoso (HO; KNIGHT, 1998). Langevin *et al.* (2001a) propõem que a polimerização de actina celular pode causar a contração de miofibroblastos, desencadeando uma onda de contração do tecido conjuntivo e ativação celular através do trajeto do tecido conjuntivo. Essa onda de contração pode, assim, gerar os efeitos da estimulação por toda linha, como em uma estrutura de tensegridade. As evidências apresentadas acima justificam a sensação propagada e os efeitos de acupuntura distantes do ponto estimulado. Isso, por exemplo, permite ao profissional estimular um acuponto situado na eminência hipotenar para tratar alterações na rigidez do ombro, baseando-se na continuidade miofascial entre essas regiões.

#### **4.4. Fluxo Intersticial, Estimulação Mecânica de Mastócitos e Estruturas Nervosas Envolvidos na Acupuntura**

Outras contribuições do conjuntivo foram propostas como sendo relacionadas ao substrato anatômico e fisiológico dos meridianos e acupontos. Uma delas é o fluxo intersticial que ocorre pelo tecido conjuntivo, o qual permite movimentação das substâncias através das continuidades fasciais (ZHANG, 2009). Um estudo chinês demonstrou o fluxo de marcadores isótopos ao longo de 14 meridianos em 900 casos dentro de uma amostra de 1000 participantes (WANG, 2010). Como o trajeto e a velocidade com que o isótopo fluiu se assemelharam mais ao fluxo através do tecido conjuntivo, foi descartada a hipótese dos marcadores terem percorrido pelo sistema venoso (FUNG, 2009; WANG *et al.*, 2010). O tecido conjuntivo ativamente regula a quantidade de fluido no interstício através da regulação celular, exercida via integrinas, restringindo a tendência à absorção de líquidos que a substância fundamental amorfa possui (FIGURA 6). Findley *et al.* (2012) sugeriu que o fluxo intersticial pode ser um importante biorregulador. Assim, a capacidade ativa do tecido conjuntivo fascial de influenciar a quantidade de fluido intersticial pode apresentar importantes consequências funcionais relacionadas a este. Zhang *et al.* (2009) revelaram uma conformação específica dos capilares da membrana interóssea sob os dois meridianos investigados. Tal descoberta possibilitou a construção de um modelo matemático de fluxo

intersticial que se assemelha ao fluxo de micromoléculas previamente descrito ao longo de meridianos de acupuntura (ZHANG *et al.*, 2009). Desse modo, os locais de meridianos podem atuar como trajetos de baixa resistência ao fluxo intersticial, formando vias preferenciais para a passagem do líquido, gerando comunicação química ao longo do corpo (FUNG, 2009; WANG *et al.*, 2010).

FIGURA 6 - Conexão Integrina-MEC. Os fibroblastos podem, ao tensionar as fibras conjuntivas (representadas como o fio enrolado na esponja), restringir a tendência de absorção de líquidos da substância fundamental (representada na figura como uma esponja).



A degranulação de mastócitos ocorre a partir da estimulação mecânica da acupuntura. (ZHANG *et al.*, 2008; FUNG, 2009). Os mastócitos se concentram nas linhas de tecido conjuntivo e são reconhecidos como células importantes não só no mecanismo da hipersensibilidade, mas também como um regulador da função vascular, nervosa e endócrina (WANG *et al.*, 2010). Tal capacidade de neuroestimulação e neuromodulação dos mastócitos se apresenta como mais uma possibilidade de entendimento sobre mecanismos de modulação aferente, em especial a nocicepção (FUNG 2009; WANG *et al.*, 2010). Os mastócitos se apresentam em maior concentração em pontos de acupuntura, quando comparados a pontos controle, e a degranulação é desencadeada a partir da manipulação da agulha (ZHANG *et al.*, 2008). Um estudo demonstrou que ao se acrescentar inibidores químicos da degranulação mastocitária, os efeitos analgésicos da acupuntura diminuem significativamente. Pesquisadores associam a degranulação de mastócitos ao fluxo intersticial, uma vez que o conteúdo degranulado pode fluir pelos trajetos fasciais e estimular outros mastócitos e estruturas nervosas e vasculares ao longo desse trajeto. (ZHANG *et al.*, 2009; WANG *et al.*, 2010). Tal mecanismo também poderia gerar os efeitos de acupuntura à distância (ZHANG *et al.*, 2009).

A inervação presente na fáscia pode também ser mecanicamente estimulada. Longhurst (2010) demonstra que o sistema nervoso possui grande importância para efeitos

analgésicos e hipotensores da acupuntura e que a localização de alguns pontos de acupuntura se associa a nervos profundos. As fibras nervosas que recebem estimulação pelo conjuntivo fascial, em resposta aos efeitos de mecanotransdução da acupuntura, promovem efeitos diversos, como aqueles descritos por Longhurst (LANGEVIN *et al.*, 2001a; FUNG, 2009;). A tração dos feixes de colágeno estimula fibras nervosas intrafasciais e podem influenciar mecanorreceptores e outras terminações importantes no sistema de aferência musculoesquelética e nocicepção (SCHLEIP, 2003; VAN DER WAL, 2009; STECCO, 2009 B). Assim, estímulos mecânicos provenientes da acupuntura, sendo gerados e propagados pela fáscia, podem gerar respostas associadas ao sistema nervoso, como a contração fascial, a regulação do tônus musculoesquelético e neuromodulação aferente (LANGEVIN *et al.*, 2001 A). Além disso, a estimulação nervosa através da modificação da tensão do colágeno pode influenciar a viscosidade da MEC e as funções autonômica, circulatória e linfática (SCHLEIP, 2003; STECCO *et al.*, 2008; FUNG, 2009). A estimulação mecânica por acupuntura também pode influenciar na relação nervo-mastócito, contribuindo para a neuromodulação e para a degranulação de mastócitos, uma vez que a literatura sugere uma comunicação química bidirecional entre ambos. (WANG *et al.*, 2010). Assim, a rede fascial pode atuar não só paralelamente à função de outros sistemas reguladores, como o nervoso, mas atua em comunicação com esses sistemas a fim de propiciar uma regulação fisiológica integrada.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo do tecido conjuntivo fascial estimula pesquisadores e clínicos a analisarem o corpo como um sistema complexo. O tecido conjuntivo fascial transmite informações mecânicas e químicas entre estruturas dos diversos sistemas do corpo humano. Essa integração se dá por um meio físico contínuo que equilibra as forças tenses e as distribui globalmente, propagando-as por meio de suas conexões.

Características anátomo-histológicas da fásia, como as diferentes distribuições de tecido conjuntivo denso e não-denso nos tipos de fásia e a orientação das fibras colágenas são características que contribuem para o entendimento das propriedades mecânicas das fásias (STECCO; DUPARC, 2011). O mapeamento da rede fascial pode esclarecer sua contribuição e a magnitude de suas ações no movimento e na postura. Considerando o corpo como uma estrutura de tensegridade, que se estabiliza através da distribuição de tensão entre as estruturas interligadas, é possível compreender porque as lesões ocorrem nos locais mais frágeis dessa cadeia, mesmo que o local da lesão não seja o ponto inicial de aplicação de sobrecarga. Portanto, o fisioterapeuta deve ser capaz de investigar e intervir local e globalmente com o objetivo de diminuir sobrecargas mecânicas sobre os tecidos e equilibrar a distribuição de forças.

As consequências do estímulo mecânico não interferem somente na biomecânica do sistema. Efeitos fisiológicos podem ser originados a partir de estímulos mecânicos que promovem mecanotransdução de acordo com o modelo de tensegridade celular. Como resultado da integração entre níveis microscópicos e macroscópicos da anatomia humana, a transmissão de forças para o nível celular promove efeitos de mecanotransdução, desencadeando uma série de respostas intracelulares, que alteram o formato e a fisiologia das células. Alguns aspectos que interferem nos mecanismos de mecanotransdução ainda devem ser explorados, como a capacidade de contração e o tônus fascial, os efeitos da estimulação de fibras nervosas e mecanorreceptores intrafasciais, o fluxo intersticial e a impedância das bandas colágenas e o fluxo elétrico através da continuidade fascial (WEBER, 1995; HO; KNIGHT, 1998; MYERS, 2003; SCHLEIP, 2003; AHN *et al.*, 2005; SCHLEIP, 2005; LANGEVIN, 2006a; VAN DER WAL, 2009; STECCO, 2009b;). O conhecimento da anatomia das vias de tecido conjuntivo que se comunicam aos nervos, vasos e órgãos pode contribuir na investigação a respeito dos efeitos fisiológicos. Além disso, entender como o tecido conjuntivo fascial contribui para disfunções do sistema musculoesquelético, como a

dor lombar crônica e as dores miofasciais, pode fornecer aos terapeutas informações que irão enriquecer o raciocínio clínico e ferramentas terapêuticas para intervir especificamente na mecânica tecidual (e.g. acupuntura) (STECCO *et al.*, 2007; LANGEVIN *et al.*, 2009). Dessa forma, estudos devem ser desenvolvidos para se evidenciar como a fáscia participa na fisiopatologia de diversas doenças e quais são as disfunções relacionadas à mecanotransdução (INGBER, 2003).

Uma importante terapia mecânica que vem sendo explorada na literatura é a acupuntura. Ela é capaz de gerar e propagar estímulos mecânicos através da tração exercida no tecido conjuntivo fascial, promovendo deformação desde a matriz extracelular até, possivelmente, o núcleo celular (HO; KNIGHT, 1998; LANGEVIN *et al.*, 2001a; 2006b; INGBER, 2003; FUNG, 2009). Assim, a possibilidade de que a acupuntura possua efeitos mecânicos sobre o tecido conjuntivo, altere mecanismos associados à mecanotransdução celular e influencie a orientação do colágeno no tecido fascial aproxima esta intervenção de outras ações terapêuticas utilizadas por fisioterapeutas.

## 6 CONCLUSÃO

O tecido conjuntivo fascial constitui uma rede na qual são geradas e transmitidas informações mecânicas e fisiológicas. Tal fluxo informacional pode influenciar e integrar as diversas estruturas do corpo humano. Tentei fazer de acordo com nosso título e objetivos, mas de modo objetivo) Considerando as evidências de que a rede de meridianos e os pontos de acupuntura apresentam relações anatômicas e fisiológicas com a rede fascial, os meridianos de acupuntura podem ser entendidos como um sistema que veicula informações e comandos para todo o corpo, influenciando e interconectando os diversos sistemas (LANGEVIN, 2006). Essa similaridade e a interação que ocorre entre a os meridianos da acupuntura e a organização fascial do corpo humano parece indicar que alguns dos efeitos da acupuntura podem resultar de processos fisiológicos e mecânicos ligados à mecanotransdução celular (LANGEVIN, 2006).

## REFERÊNCIAS

ABU-HIJLEH M.F.; ROSHIER A.L.; AL-SHBOUL Q.; DHARAP A.S.; HARRIS P.F. The membranous layer of superficial fascia: evidence for its widespread distribution in the body. **Surgical and Radiologic Anatomy**, Berlin; New York . v.28, n.6, p.6066619, dez, 2006.

AHN, A.C.; PARK, M.; SHAW, J.R.; MCMANUS, C.A.; KAPTCHUK, T.J.; LANGEVIN, H.M. Electrical Impedance of Acupuncture Meridians: The Relevance of Subcutaneous Collagenous Bands. **PLoS ONE**, San Francisco, v.5, n.7, e11907, jul., 2010.

BAI, Y.; YUAN, L., SOH, K.; LEE, B.; HUANG, Y.; WANG, C.; WANG, J.; WU, J.; DAI, J.; PALHALMI, J.; SHA, O.; YEW, DT. Possible Applications for Fascial Anatomy and Fasciaology in Traditional Chinese Medicine. **Journal of acupuncture and meridian studies**, Seoul. v.3, n.2, p.125 132, jun, 2010.

BAI, Y.; WANG, J.; WU, J.; DAI, J.; SHA, O.; YEW, D.T.; YUAN, L.; LIANG, Q. Review of Evidence Suggesting That the Fascia Network Could Be the Anatomical Basis for Acupoints and Meridians in the Human Body. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, Oxford, v.2011, 6 p., abr., 2011.

BENETAZZO, L.; BIZZEGO, A.; DE CARO; R.; FRIGO, G.; STECCO, C. 3D reconstruction of the crural and thoracolumbar fascia. **Surgical and Radiologic Anatomy**, Berlin; New York. v.33, n.10, p.855-862, jan., 2011.

CORNU, J.; PHÉ, V.; FOURNIER, G.; DELMAS, V.; SÈBE, P. Fascia surrounding the prostate: clinical and anatomical basis of the nerve-sparing radical prostatectomy. **Surgical and Radiologic Anatomy**, Berlin; New York. v.32. n.7, p.6636667, abr., 2010.

INGBER, D. E. Mechanobiology and diseases of mechanotransduction. **Annals of Medicine**, Helsinki, v.35, n.8, p.564-577, dez., 2003.

FINANDO, S.; FINANDO, D. Fascia and the mechanism of acupuncture. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, New York. v.15, n.2, p.1686176, abr., 2011.

FINDLEY, T. W. Fascia Research from a Clinician/Scientist's Perspective. **International journal of therapeutic massage & bodywork**, Evanston. v. 4, n. 4, dez., 2011.

FINDLEY, T.W.; CHAUDRY, H.; STECCO, A.; ROMAN, M. Fascia research: a narrative review. **Journal of Bodywork & Movement Therapies**, New York. v.16, n.1, p.67-75, abr., 2012.

FUNG, P.C.W. Probing the mystery of Chinese medicine meridian channels with special emphasis on the connective tissue interstitial fluid system, mechanotransduction, cells durotaxis and mast cell degranulation. **Chinese Medicine**, Londres, v.4, n.1, p.10-16, maio, 2009.

HO, M.W., KNIGHT, D.P. The Acupuncture System and the Liquid Collagen Fibers of the Connective Tissues. **The American Journal of Chinese Medicine**, Garden City, New York, v.26, n.3-4, p.251-263, 1998.

INGBER, D. E. Tensegrity and mechanotransduction. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, New York. v.12, p.1986200, abr., 2008.

JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 488p.

LANCEROTTO, L.; STECCO, C.; MACCHI, V.; PORZIONATO, A; STECCO, A.; DE CARO, R. Layers of the abdominal wall: anatomical investigation of subcutaneous tissue and superficial fascia. **Surgical and Radiologic Anatomy**, Berlin; New York. v.33, n.10, p.835-42, dez., 2011.

LANGEVIN, HM; CHURCHILL DL, CIPOLLA MJ. Mechanical signaling through connective tissue: A mechanism for the therapeutic effect of acupuncture. **The FASEB Journal**, Bethesda, Md., v.15, p.227562282, out., 2001a.

LANGEVIN, HM, CHURCHILL DL, FOX JR, BADGER GJ, GARRA BS, KRAG MH. Biomechanical response to acupuncture needling in humans. **Journal of Applied Physiology**. v.91, n.6, p.247162478. dez., 2001b.

LANGEVIN, HM, CHURCHILL DL, WU J, BADGER GJ, YANDOW JA, FOX JR, KRAG MH. Evidence of connective tissue involvement in acupuncture. **The FASEB Journal**, Bethesda, Md., v.16, n.8, p.8726874, jun., 2002a .

LANGEVIN, H.M., YANDOW J.A. Relationship of Acupuncture Points and Meridians to Connective Tissue Planes. **The Anatomical record The Anatomical record**, New York, v.269, n.5, p.2576265, dez., 2002b

LANGEVIN, H.M.; KONOFAGOU, E.E.; BADGER, G.J.; CHURCHILL, D.L.; FOX, J.R.; OPHIR, J.; GARRA, B.S. Tissue displacements during acupuncture using ultrasound elastography techniques. **Ultrasound in medicine & biology**, New York, v.30, n.9, p.1173-1183, set., 2004.

LANGEVIN, H. M. Connective tissue: A body-wide signaling network? **Medical Hypotheses**, Penrith. v.66, n.6, p.107461077, jun., 2006a.

LANGEVIN, H.M.; BOUFFARD, N.A.; BADGER, G.J.; CHURCHILL, D.L.; HOWE, A.K. Subcutaneous Tissue Fibroblast Cytoskeletal Remodeling Induced by Acupuncture: Evidence for a Mechanotransduction-Based Mechanism. **Journal of Cellular Physiology**, Philadelphia, v.207, n.3, p.7676774, , jun., 2006b.

LANGEVIN, H.M.; BOUFFARD, N.A.; CHURCHILL, D.L.; BADGER, G.J. Connective Tissue Fibroblast Response to Acupuncture: Dose-Dependent Effect of Bidirectional Needle Rotation. **Journal of Alternative and Complementary Medicine**, New York, v.13, n.3, p.3556360, abr., 2007.

LANGEVIN, HM; HUIJING, PA. Communicating About Fascia: History, Pitfalls, and Recommendations. **International journal of therapeutic massage & bodywork**, Evanston. v.2, n.4, p.3-8, dez., 2009a.

LANGEVIN, H.M.; STEVENS-TUTTLE, D.; FOX, J.R.; BADGER, G.J.; BOUFFARD, N.A., KRAG, M.H.; WU, J.; HENRY, S.M. Ultrasound evidence of altered lumbar connective tissue structure in human subjects with chronic low back pain. **BMC musculoskeletal disorders**, London, v.10, p.151, dez., 2009b.

LANGEVIN, H.M. Tissue Stretch Induces Nuclear Remodeling in Connective Tissue Fibroblasts. **Histochemistry and cell biology**, Berlin. v.133, n.4, p.4056415, abr., 2010.

LANGEVIN, H.M.; BOUFFARD, N.A.; FOX, J.R.; PALMER, B.M.; WU, J.; IATRIDIS, J.C.; BARNES, W.D., BADGER, G.J.; HOWE, A.K. Fibroblast Cytoskeletal Remodeling Contributes to Connective Tissue Tension. **Jornal of Cellular Physiology**, Philadelphia, v.226, n.5, p.116661175, maio, 2011.

LONGHURST, J. C. Defining meridians: a modern basis of understanding. **Journal of acupuncture and meridian studies**, Seoul, v.3, n.2, p.67-74, jun., 2010.

LOUKAS, M.; SHOJA M.M.; THURSTON T.; JONES, V.L.; LINGANNA, S.; TUBBS, R.S. Anatomy and biomechanics of the vertebral aponeurosis part of the posterior layer of the thoracolumbar fascia. **Surgical and Radiologic Anatomy**, Berlin; New York . v.30, n.2, p.1256129, mar., 2008.

MAAS, H.; SANDERCOCK, T.G. Force Transmission between Synergistic Skeletal Muscles through Connective Tissue Linkages. **Journal of Biomedicine and Biotechnology**, Akron, Ohio:. v. 2010, 9 p., abr., 2010.

MENDONÇA, L.D.M. **Contribuição dos segmentos proximais e distais da cadeia cinética para a rotação da patela no plano frontal**. 2011. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) ó Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

MYERS, Thomas W. **Trilhos anatômicos: meridianos miofasciais para terapeutas manuais e do movimento**. Barueri: Manole, 2003. 280 p.

PAYRAU, B.; QUÉRÉ, N.; BOIS, D. Vascular Fasciotherapy Danis Bois Method: a Study on Mechanism Concerning the Supporting Point Applied on Arteries. **International journal of therapeutic massage & bodywork**, Evanston. v.4, n.4, p.10-19, dez., 2011.

PUNIELLO, M.S. Iliotibial band tightness and medial patellar glide in patients with patellofemoral dysfunction. **The Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, Alexandria. v.17, n.3, p.144-8, mar., 1993.

RAMSAROOP, L.; SINGH, B.; ALLOPI, L.; MOODLEY, J., PARTAB, P., SATYAPAL, K.S. The surgical anatomy of the parotid fascia. **Surgical and Radiologic Anatomy**, Berlin; New York, v.28, n.1, p.33637, mar, 2006.

SCHLEIP, R. Fascial plasticity - a new neurobiological explanation. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, New York. v.7, n.7, p.1046118, abr., 2003.

SCHLEIP, R.; KLINGLER, W.; LEHMANN-HORN, F. Active fascial contractility: Fascia may be able to contract in a smooth muscle-like manner and thereby influence musculoskeletal dynamics. **Medical Hypotheses**, Penrith, v.65, n.2, p.2736277, abr., 2005.

SOUZA, T. R. **Pré-estresse articular: comparação do comportamento passivo do tornozelo com predições de um modelo de duas-molas pré-estressado**. 2008. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação e Desempenho Funcional Humano) ó Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

STECCO, C.; PORZIONATO, A.; LANCEROTTO, L.; STECCO, A.; MACCHI, V.; DAY, JA.; DE CARO, R. Histological study of the deep fasciae of the limbs. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, New York. v.12, n.3, p.225-230, jul., 2008.

STECCO, A.; MACCHI, V.; STECCO, C.; PORZIONATO, A.; DAY, JA.; DELMAS, V.; DE CARO, R. Anatomical study of myofascial continuity in the anterior region of the upper limb. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, New York. v.13, n.1, p.53-62, jan., 2009b.

STECCO, A.; MACCHI, V.; MASIERO, S.; PORZIONATO, A.; TIENG, C.; STECCO, C.; DELMAS, V.; DE CARO, R. Pectoral and femoral fasciae: common aspects and regional specializations. **Surgical and Radiologic Anatomy**, Berlin; New York. v.31, n.1, p.35-42, jan., 2009a.

STECCO, C.; DUPARC, F. Fasciae Anatomy. **Surgical and Radiologic Anatomy**, Berlin; New York. v.33, p.833-834, n.10, dez., 2011.

VAN DER WAL, J. The Architecture of the Connective Tissue in the Musculoskeletal System - An Often Overlooked Functional Parameter as to Proprioception in the Locomotor Apparatus. **International journal of therapeutic massage & bodywork**, Evanston. v.2, n.4, p.9-23, dez., 2009.

WANG, G.J.; AYATI, M.H.; ZHANG, W. Meridian Studies in China: A Systematic Review. **Journal of acupuncture and meridian studies**, Seoul, v.3, n.1, p.1-9, mar., 2010.

WEBER, K.T.; SUN, Y.; LAXMANSAN, C.K.; CLEUTJENS, J.P. Connective tissue: a metabolic entity. **Journal of molecular and cellular cardiology**, London, New York. v.27, n.1, p.107-120, jan., 1995.

YUAN, L. The theory of Fasciology. **Fasciology**, Guanzhou, v.1, n.1, p.1-9, jul., 2011.

ZHANG, D.; DING, G.; SHEN, X.; YAO, W.; ZHANG, Z.; ZHANG, Y.; LIN, J.; GU, Q. Role of mast cells in acupuncture effect: a pilot study. **Explore (New York, N.Y.)**. v.4, n.3, p.170-177, jun 2008.

ZHANG, D.; YAO, W.; DING, G.; YANG, J.; SCHWARZ, W.; FEI, L. A fluid mechanics model of tissue fluid flow in limb connective tissue ó a mechanism of acupuncture signal transmission. **Journal of Hydrodynamics**. v.21, n.5, p.675-684, out., 2009.