



## SISTEMA FASCIAL: IMPLICAÇÕES PARA O MOVIMENTO

Eduardo Manosso Zanrosso<sup>a</sup>

a) Curso de Fisioterapia, Centro Universitário da Serra Gaúcha, Caxias do Sul, RS.

### Professores Orientadores

Profa.Liziane Bertotti Crippa

Prof.William Dhein

### Palavras-chave:

Fáscia; Tecido Fascial; Movimento; Sistema Fascial

### Resumo

*Objetivo:* Discutir os estudos recentes da literatura sobre o sistema fascial em relação a evolução dos conceitos sobre fáscia e as suas considerações anatômicas, fisiológicas e mecânicas, destacando sua importância para o sistema de movimento do corpo humano. *Metodologia:* Trata-se de uma revisão narrativa, da qual a busca inclui bases como *Pubmed*, *Google Scholar*, livros digitais além de busca manual, dando preferência a artigos internacionais publicados nos últimos 10 anos, sobre os temas “*fascia*” e “*fascia AND movement*”. *Resultados:* O sistema fascial se organiza em continuidade, estabelecendo um mecanismo de tensegridade. Essa rede parece ter grande relevância para o sistema de movimento, auxiliando na transmissão de forças, armazenamento e liberação de energia elástica (economia de energia) e na propriocepção. *Conclusão:* A pesquisa sobre o sistema fascial e o movimento tem recebido grande importância na literatura, devido ao reconhecimento da sua importância na interação com todos os sistemas do corpo humano, porém ainda há a necessidade de maior volume de estudos experimentais e ensaios clínicos para endossar cientificamente os conceitos discutidos no presente artigo.

## 1 INTRODUÇÃO

O sistema fascial é composto por uma rede tridimensional contínua de tecido conectivo fibroso, denso, frouxo ou suave, feita de colágeno que permeia e permite a comunicação entre todos os sistemas corporais (ZUGEL et al., 2018; ADSTRUM et al., 2017). Devido ao seu encadeamento e ininterruptão, a fáscia é caracterizada por ser um *continuum* (contínuo) que gera e transmite tensão mecânica e informação como contribuição funcional para o sistema (ADSTRUM et al., 2017). Evidências suportam seu importante papel para o corpo humano, como uma rede ricamente innervada, gerando informação proprioceptiva (percepção de posição no espaço), exteroceptiva (percepção do estado externo), interoceptiva (percepção do estado interno) e nociceptiva (percepção

de dor) (STECCO et al., 2011), e sendo um ambiente propício para comunicação celular (OSCHMAN, 2009).

Ainda, o tecido fascial, parece ter uma relevante função para o movimento, auxiliando nos mecanismos de transmissão de força intramuscular, intermuscular e extra muscular, (SCHLEIP, 2019, HUIJING et al., 2003), armazenamento e liberação de energia elástica (SCHLEIP et al., 2013), comunicações proprioceptivas (STECCO et al., 2011) e por contribuir ao suporte do sistema musculoesquelético através de cadeias miofasciais que geram um sistema de pré tensão integrada ou tensegridade (MYERS, 2013).

De fato, por muito tempo o tecido fascial foi negligenciado por pesquisadores e clínicos das áreas da anatomia e do movimento, pois os mesmos ansiavam por responder as questões pendentes sobre o sistema músculo esquelético de forma mais fragmentada, separando os tecidos que o compõe em unidades independentes (STECCO et al., 2011). As definições antigas sobre fáscia se bastavam em caracteriza-la como um tecido que envolve e separa os músculos ou desempenhando um papel protetor (WILKE et al., 2018), porém o corpo humano é um sistema complexo, no qual seu funcionamento depende de múltiplas interações entre seus componentes, e a fáscia parece ter um papel muito mais relevante nessa organização (SHARKEY, 2021).

Não é à toa, que nas últimas décadas houve um aumento exponencial no número de publicações registradas sobre fáscia (WILKE et al., 2018), o que mostra a relevância que esse assunto tem ganho no meio científico, fazendo-se necessária a divulgação e discussão do tema, para que possamos compreender melhor os fenômenos que ocorrem no corpo humano. Portanto essa revisão narrativa tem como objetivo discutir os achados recentes na literatura sobre o sistema fascial em relação a evolução dos conceitos sobre fáscia e as suas considerações anatômicas, fisiológicas e mecânicas, destacando sua importância para o sistema de movimento do corpo humano.

## 2 METODOLOGIA

Esse estudo é caracterizado como uma revisão narrativa, foi baseado em pesquisas recentes da literatura sobre o sistema Fascial. A pesquisa foi feita a partir das plataformas *Pubmed*, *Google Scholar*, livros digitais recentemente publicados, além de busca manual, sendo os termos principais de buscas definidos como “*fascia*”, “*fascial system*”, “*fascia AND movement*”, “*fascia AND sports*”.

Os artigos foram elegidos a partir do título e resumo, em caso de dúvida o artigo inteiro era verificado. Foi dada preferência para artigos elaborados nos últimos 10 anos, escritos na língua inglesa em revistas científicas internacionais.

Para endossar os conceitos sobre a anatomia, histologia, propriedades mecânicas e cadeias miofasciais, foram retiradas definições de artigos de revisão narrativa e sistemática e livros digitais organizados por profissionais de referência no estudo sobre fáscia. Já, para justificar os conceitos encontrados na literatura, foram escolhidas pesquisas de revisão sistemática, revisão sistemática com meta-análise, e estudos clínicos randomizados, nos quais colocavam em prática as teorias sobre fáscia em relação ao movimento, estabelecendo coerência ou não na importância do tecido fascial e sua continuidade anatômica e o quanto isso é capaz de intervir no movimento.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 Definição e Anatomia

A definição mais recente de fáscia proposta pelo “*Fascia Nomenclature Comitee*”, é: “A fáscia é qualquer tecido que contém recursos capazes de responder a estímulos mecânicos. O *continuum* (contínuo, ininterrupto, rede) fascial é o resultado da evolução da sinergia perfeita entre diferentes tecidos, líquidos e sólidos, capaz de auxiliar, dividir, penetrar, alimentar e conectar todas as regiões do corpo, a partir da epiderme ao osso, envolvendo todas as suas funções e estruturas orgânicas. Este *continuum* constantemente transmite e recebe informações mecanometabólicas que podem influenciar a forma e a função de todo o corpo. Esses impulsos aferentes e eferentes vêm da fáscia e dos tecidos que não são considerados parte da fáscia de modo biunívoco. Nesta definição, esses tecidos incluem: “epiderme, derme, gordura, sangue, linfa e vasos linfáticos, tecidos que recobrem os filamentos nervosos (endoneuro, perineuro, epineuro), fibras musculares estriadas voluntárias e o tecido que as cobre e permeia (epimísio, perimísio, endomísio), ligamentos, tendões, aponeurose, cartilagem, ossos, meninges e língua” (BORDONI & MYERS, 2020). Essa definição atende ao fato de que todo tecido conjuntivo que se origina das células-tronco mesenquimais deve ser considerado fáscia estabelecendo uma continuidade através do corpo inteiro (BORDONI & MYERS, 2020; STECCO, 2014; SCHLEIP, 2015).

Esse *continuum* do Sistema fascial segue um conceito de tensegridade, o que presume que o tecido fascial é contínuo e tem a capacidade de auto-organização e auto regulação através da distribuição e equilíbrio de forças de tensão e compressão ao longo do sistema, um estresse sobre

este sistema pode gerar armazenamento e consequente liberação de energia quando essa deformação for desfeita (MYERS, 2013). A tensegridade pode ser percebida no sistema fascial tanto a nível macro (tecidual) como a nível micro (celular), dando base para conceitos como mecanotransdução (INGBER et al., 2014) e comunicação interna através de trocas energéticas na matriz extracelular (OSCHMAN, 2009).

Outra definição mais antiga, como o da *American Heritage Stedman's Medical Dictionary* (2007), considera fáscia como “uma lamina ou banda de tecido conectivo fibroso que envelopa, separa ou liga músculos, órgãos e outras estruturas moles do corpo”. Baseando-se nessa premissa, nem todo tecido conjuntivo pode ser considerado fáscia, e essa definição pode apenas englobar tecidos conectivos fibrosos. Sendo assim, considerando da pele ao plano muscular, há geralmente três camadas fundamentais de tecido fibroso conjuntivo no ser humano e isso inclui a fáscia superficial e a fáscia profunda (STECCO et al., 2011). A fáscia superficial está mais ligada a pele tendo características mais elásticas, enquanto a fáscia profunda pode ser mais espessa e interage com os músculos e com o movimento (STECCO et al. 2011).

Em adição, o tecido conjuntivo pode ser dividido em tecido conjuntivo frouxo (TCF) e tecido conjuntivo denso (TCD). TCD é definido de acordo com a disposição das fibras de colágeno, elas podem estar em paralelo, caracterizando tendões, ligamentos e aponeuroses ou em uma organização de multicamadas como a fáscia aponeurótica e fáscia epimusal (STECCO et al., 2011; STECCO, 2014). A fáscia epimusal recobre os músculos, dando tamanho e forma a eles, se conectando e transmitindo forças aos músculos sinergistas, enquanto a fáscia aponeurótica envelopa e conecta vários músculos, formando compartimentos nos membros. Sabe-se que a fáscia profunda se constitui de 2 ou 3 camadas de feixes paralelos de colágeno, sendo que cada camada se orienta em diferentes direções. Além disso, essas camadas são separadas por tecido conjuntivo frouxo que se constitui basicamente por água, íons, glicoaminoglicanos (prevalentemente hialuronano), além de fibroblastos, fasciacitos e colágeno (PRATT, 2021; PURSLOW, 2020).

#### **4.2 Histologia**

Em geral, tecido fascial é formado por células residentes (fibroblastos, fasciacitos, macrófagos, adipócitos, telócitos e miofibroblastos); células passageiras (linfócitos, neutrófilos, basófilos e monócitos); fibras de proteína (colágeno e elastina) e matriz extracelular (substância amorfa, proteoglicanos, glicoproteínas, glicoaminoglicanos: hialuronano) (FEDE, 2021; STECCO 2014; SCHLEIP, 2015).

Os fibroblastos são as células predominantes do tecido fascial, tendo como sua principal função a de organizar e remodelar o tecido a partir da síntese de colágeno e elastina, respondendo aos diversos estímulos absorvidos pelo corpo diariamente (SCHLEIP et al., 2013; FEDE, 2021; PRATT, 2021). Os fibroblastos ainda podem se diferenciar em miofibroblastos, células que apresentam poder contração e se tornam importantes moduladoras do tônus basal do tecido fascial, podendo auxiliar na estabilidade corporal (principalmente da coluna lombar), transmissão de força e aumentar a rigidez do tecido (FEDE, 2021; SCHLEIP, 2019).

Outra importante célula, de descoberta recente, do tecido fascial são os Fasciacitos, células especializadas na produção de hialuronano, o polissacarídeo mais abundante na matriz extracelular do tecido conectivo, que pode modificar o comportamento das células, influenciando na sua sobrevivência, comunicação, proliferação, adesão e migração, podendo por exemplo se unir a moléculas de água tornando o ambiente da MEC mais aquoso, facilitando o deslizamento entre os tecidos e oferecendo, portanto, uma melhor mobilidade do sistema (PRATT, 2021, STECCO et al., 2018). Para Stecco et al. (2013) o aumento da viscosidade no sistema fascial ocorre devido a agregação de pequenas cadeias de hialuronano, que tem a capacidade de se aderir a outras estruturas, tornando o tecido mais aderente, podendo ainda estar relacionado com a etiologia da dor miofascial. Ao passo que cadeias longas de hialuronano participam no corpo como um polímero que preenche espaços e hidrata. Em geral, cadeias mais pesadas de Hialuronano se mostram antiangiogênicas, imunossupressivas, anti-inflamatórias e participam da atividade de reparação do dano tecido, enquanto menores fragmentos de hialuronano são pró-inflamatórios e proangiogênicos tornando o ambiente mais favorável ao surgimento de fibrose (STECCO et al. 2013; FEDE et al., 2021).

O aumento da viscosidade no tecido conjuntivo frouxo, leva há uma diminuição na capacidade de deslizamento entre as camadas de tecido conectivo, caracterizando uma densificação (PAVAN et al., 2014). Essa densificação parece estar relacionada com a estrutura do hialuronano presente no tecido. Quando submetido ao imobilismo, uso excessivo, baixo PH, envelhecimento e até mesmo baixas temperaturas o hialurano torna-se mais viscoso dificultando o deslizamento entre os tecidos conectivos e conseqüentemente interferindo na transmissão de forças e amplitude de movimento no sistema podendo levar a dor e desconforto (STECCO et al., 2018, PRATT, 2021, STECCO et al 2013; LANGEVIN et al., 2009). Ou seja, o hialurano perde sua capacidade lubrificante de permitir o deslizamento e torna-se mais aderente ao tecido, aumentando a espessura da estrutura fascial (PRATT, 2021).

---

Por outro lado, quando algum ocorre estresse, como um trauma, cirurgia ou diabetes, provocando uma alteração no tecido conjuntivo denso, principalmente na estrutura de colágeno dos tipos I e III, pode-se caracterizar uma Fibrose, sendo esse um quadro difícil de reverter (PAVAN et al., 2014; STECCO et al., 2011).

Ainda, a mudança no ambiente do tecido conjuntivo denso pode provocar a diferenciação das células de fibroblastos em miofibroblastos, aumentando a rigidez do tecido devido a capacidade de contração dessas células (SCHLEIP et al., 2019), sendo que o aumento da rigidez e espessura do tecido miofascial podem estar relacionadas com a dor miofascial (SCHELEIP et al., 2019). Outra mudança ambiental importante para modificação do tecido fascial, parece estar relacionado com o estresse e o sistema nervoso simpático, através da expressão da proteína TGF-beta1, que estimula a ativação dos miofibroblastos, caracterizando a possível contribuição de fatores psicossociais na dor miofascial (SCHLEIP et al., 2019).

### **4.3 Inervação**

O sistema fascial é ricamente inervado, tendo um importante papel na capacidade de consciência corporal do ser humano. Suas terminações nervosas são capazes de perceber estímulos nociceptivos (percepção de dor), proprioceptivos (percepção de localização no espaço), interocepção (percepção de emoções); exterocepção (percepção dos estímulos externos) (LANGEVIN, 2021; STECCO et al., 2011).

Presume-se que o tecido fascial seja inervado principalmente por axônios vasomotores e sensitivos, nos quais constam terminações nervosas livres (fibras C e A-delta), que tem uma função polimodal podendo captar estímulos proprioceptivos, nociceptivos e interoceptivos. Um quarto dos nervos sensitivos na fáscia tem papel proprioceptivo e são conhecidos como corpúsculos de Pacini, Golgi e Ruffini (SCHLEIP, 2015; MENSE, 2019).

Stecco et al. (2011) mostram que a fáscia superficial é mais ricamente inervada por exteroceptores tendo íntima relação com a pele e tecido adiposo, enquanto que na fáscia profunda tem maior relação com o tecido muscular, onde podem ser encontrados maior número de receptores proprioceptivos como os corpúsculos de Pacini e Ruffini, que podem ser ativados ao serem alongados. É possível ser encontrada uma grande quantidade desses corpúsculos nos retináculos, mostrando seu importante papel na propriocepção (STECCO et al., 2011; STECCO, 2014; SCHLEIP 2015).

Tanto no tecido conectivo das vísceras, como nas camadas do periósteo, endomísio e permísio, são encontradas pequenas terminações nervosas livres desmielinizadas (Bordoni e SCHLEIP et al., 2013). Essas terminações parecem ter importante papel na interocepção, entregando aferências ao córtex cingulado frontal e insula posterior dorsal, através do circuito talamocortical, onde se cria a consciência da condição corporal com íntima ligação aos sentimentos e emoções. A interocepção, ainda, pode modular a representação exteroceptiva do corpo, assim como tolerância a dor (BORDONI et al., 2017; SCHLEIP et al., 2013).

#### **4.4 Propriedades Mecânicas da Fásia**

O tecido fascial tem uma grande capacidade de transmissão de forças através da continuidade das fibras de colágeno, estabelecida em tensegidade, que auxilia o sistema de movimento e dá suporte aos tecidos musculoesqueléticos, através do equilíbrio de forças de tensão e compressão, transmitindo força tanto de forma intramuscular como entre músculos (WILKE, 2018; MYERS, 2013). Por essas fibras de colágeno estarem dispostas em camadas, o tecido fascial denso ganha uma característica anisotrópica, que permite que o tecido reaja de maneira diferente conforme a força é aplicada em diferentes direções (PAVAN et al., 2014).

Outra propriedade importante é a histerese, que define o quanto de energia um tecido perde ao se movimentar, sendo percebida em movimentos de ciclo alongamento-encurtamento. Um tecido fascial saudável tem maior capacidade de recuo elástico (maior economia de energia) devido a sua maior elasticidade, quando comparado a um tecido inativo mais denso e viscoso (SCHLEIP et al. 2103; PAVAN et al., 2014). Ou seja, a fásia combina propriedades elásticas (mola) e visco elásticas (amortecimento, plasticidade e absorção de impacto) (SCHLEIP, et al., 2013; MYERS, 2013). Essas propriedades ainda têm relação com a tixotropia do tecido fascial que ocorre quando um tecido visco (mais grosso) é agitado, cisalhado ou estressado se torna menos viscoso e mais fluído (BEHM et al., 2019).

#### **4.5 Transmissão de força**

Huijing et al. (2003) mostraram que a força induzida pelas fibras musculares diretamente sobre os tendões representa 70% da transmissão de força mecânica do movimento, ao passo que 30% dessa transmissão de forças se dão através dos tecidos conectivos ao redor dos músculos, evidenciando a função da fásia profunda na organização periférica entre os músculos antagonistas, sinergistas e agonistas (STECCO et al., 2011)

Para Wilke et al. (2018) o tecido fascial mostra grande relevância no sistema de movimento corroborando com as fibras musculares na transmissão de força entre os tecidos, os autores destacam que as fibras musculares estão intimamente ligadas com o epimísio, considerando que nenhuma fibra muscular percorre toda extensão do músculo, se fazendo necessário uma transmissão de forças tanto entre as próprias fibras musculares, quanto através de uma transmissão de força lateral entre os tecidos conectivos em paralelo (WILKE et al, 2018; PURSLOW, 2020; STECCO et al., 2011). Ao passo que, essa transmissão de forças também pode se dar de um músculo para o outro através de suas conexões fasciais, ou seja a deformação de um músculo pode afetar seus pares sinergistas, antagonistas e até mesmo seus vizinhos longitudinais (WILKE et al. 2018).

#### **4.6 Cadeias Miofasciais**

Os estudos anatômicos de Stecco (2014) mostram diferentes tipos de conexões miofasciais que podem ser reconhecidas no corpo humano: fibras musculares que se originam diretamente da fáscia; fibras musculares que se inserem na fáscia; expansões tendíneas que se originam da fáscia; expansões tendíneas que se inserem na fáscia. Segundo a autora essas conexões facilitariam a coordenação entre músculos sinergistas e na transmissão de forças entre duas articulações.

Em 1997, Thomas Myers (2013) propôs um dos conceitos mais populares sobre cadeias miofasciais, sugerindo meridianos de transmissão de força e conexões miofasciais ao longo do sistema de movimento, são elas: Linha Posterior Superficial (LPS); Linha Anterior Superficial (LAS); Linha Funcional Posterior (LFP); Linha Funcional Anterior (LFA); Linha Espiral (LE); Linha Lateral (LL); Linhas dos Braços (LB); Linha Anterior Profunda (LAP).

Wilke et al. (2016) em uma revisão sistemática buscaram evidenciar a existência de 6 meridianos miofasciais de Myers, baseado em estudos de dissecação anatômica de cadáveres. Como resultados eles encontraram forte evidencia da existência das linhas LPS, LFP, LFA, moderado nível de evidencia para as linhas LE e LL, e um baixo nível de evidencia para a linha LFA. Ao passo que Wilke e Kause (2019), também em revisão sistemática utilizando estudos de dissecação anatômica de cadáveres, encontraram evidencias que apoiam a existência de três cadeias miofasciais nos membros superiores: cadeia anterior/ventral dos braços (continuidade fascial entre os músculos peitoral maior, fascia braquial/bíceps braquial, flexor ulnar do carpo/braquiorradial/supinador baseado em 5 estudos); cadeia lateral dos braços (trapézio, deltoide, septo lateral intermuscular/braquial, braquiorradial em 4 estudos) e cadeia posterior/dorsal dos



braços (latíssimo do dorso, redondo menor/infraespinal, tríceps braquial, ancôneo, extensor ulnar do carpo em seis estudos).

Já Carvalhais et al. (2013), em um experimento in vivo, verificaram que a posição passiva e rigidez do glúteo máximo pode ser influenciada pelo alongamento e contração do músculo latíssimo do dorso contralateral, apoiando a evidência de que pode existir uma transmissão de forças entre músculos distantes, e neste caso em específico, realizado através da fáscia toracolombar. Wilke et al. (2020), também em experimento in vivo, verificaram em ultrassonografia o deslocamento do tecido mole do musculo semimembranoso com o movimento de dorsi e plantiflexão do tornozelo, sugerindo também transmissão de força miofascial através do joelho.

Ao passo que, podemos notar que intervenções locais podem gerar efeitos neuromiofasciais em locais distantes, como por exemplo, o alongamento da panturrilha e de posterior de coxa podem aumentar a amplitude de movimento da cervical (WILKE et al., 2016; WILKE et al., 2016), e automassagem na fáscia plantar pode melhorar a flexibilidade de isquiotibiais (WILKE et al., 2018).

As alterações miofasciais também podem estar relacionadas às lesões de uso excessivo, o aumento da rigidez no sistema miofascial devido à hipertonicidade muscular, contração de miofibroblastos modulados pela ação do sistema nervoso autônomo e densificação, em uma musculatura pode gerar dor e lesão em músculos adjacentes através da transmissão de força passiva (WILKE et al., 2019). Ainda o autor cita exemplo de lesões por uso excessivo que podem responder a esse tipo de mecanismo como fascite plantar, pubalgias, dor lombar, síndrome do impacto do ombro, síndrome do trato iliotibial.

Sendo assim esses estudos corroboram com os conceitos de cadeias miofasciais, na qual estímulos dados a estruturas vizinhas podem gerar efeitos no local da lesão, através da transmissão de forças passivas e adaptações do sistema nervoso central (WILKE et al., 2019). O conceito de cadeia miofasciais surge para contrapor o consenso reducionista de que os músculos agem de forma independente e isolada sobre um osso. E reforça o conceito de tensegridade na estrutura do sistema fascial.

#### **4.7 Considerações Evolutivas**

A conformação da estrutura miofascial do ser humano justifica uma série de adaptações evolutivas responsáveis pela capacidade de sobrevivência do homo sapiens. Estima-se que o bipedismo surgiu após uma necessidade de locomoção de longas distâncias em busca de alimento. Andar sobre duas pernas permite ao ser humano maior economia de energia favorecendo a sua

sobrevivência no ambiente (VIEIRA, 2020). Algumas estruturas musculoesqueléticas tiveram que se adaptar para permitir a posição bípede, entre elas a fáschia toracolombar que permite a estabilização da coluna, controle do centro de gravidade e sincronismo entre as cinturas pélvica e escapular (VIEIRA, 2020; BARKER et al., 2014).

O formato do Arco plantar, tendão calcâneo longo, dedos dos pés pequenos, hálux aduzido, são outras estruturas que se adaptaram para absorver impactos e liberar energia através dos seguimentos superiores durante caminhadas e corridas (ENG et al., 2015; BRAMBLE et al., 2004). As corridas de resistência parecem ter sido um grande fator evolutivo para organização do sistema musculo esquelético do ser humano, a capacidade de correr por longas distâncias pode ter permitido melhor capacidade de explorar, vasculhar e coletar ou até mesmo realizar caça por cansaço, levando ao animal a exaustão (BRAMBLE et al., 2004).

Ao passo que a capacidade de se locomover sobre dois pés permitiu ao ser humano liberdade para usar os membros superiores, favorecendo a utilização dos braços para atividades como arremessar lanças para caça, coletar alimentos e executar tarefas mais refinadas em cadeia cinética aberta (VIEIRA, 2020). Segundo Roach et al. (2013) a conformação anatômica dos membros superiores possibilita o armazenamento e liberação de energia elástica que favorece a habilidade de gerar lançamentos com altas velocidades e acurácia, favorecendo a capacidade de caça do ser humano. Stecco et al. (2008) verificaram as diferenças anatômicas das fâscias peitorais e femorais (fáschia lata), mostrando que a fáschia lata é mais espessa e age de maneira mais autonômica em relação ao musculo permitindo maior deslizamento, enquanto que a fáschia peitoral além de ser mais fina, tem várias inserções musculares, que ao se contrair geram alongamento na fáschia orientando a sua propriocepção, organização funcional e coordenação motora periférica.

Portanto é possível imaginar que os trilhos anatômicos miofasciais propostos por Myers (2013) tenham se estabelecido através da adaptação evolutiva se conformando, integrando estruturalmente e fornecendo uma melhor economia de energia para sobrevivência da espécie.

#### **4.8 Aplicações e Implicações clínicas para o Movimento**

Ao compreender a anatomia e a propriedade das fâscias torna-se interessante a discussão das suas implicações para o movimento. Como visto anteriormente, a continuidade do tecido fascial e o modelo de tensegridade permitem uma ampla transmissão de forças pelo sistema de movimento, permitindo economia de energia (essenciais para manutenção e evolução da espécie), além de ser

ricamente inervada por receptores proprioceptivos dando senso de posição ao cérebro e sistema corporal (SCHLEIP, 2019; MYERS, 2013; VIEIRA 2020).

Schleip et al. (2013) sugerem alguns princípios para guiar o treinamento da fáscia: contra movimento preparatório, movimentos suaves e macios, alongamento lento e dinâmico, refinamento proprioceptivo e continuidade (efeito acumulativo do treinamento). Esses princípios englobam a capacidade de recuo elástico da fáscia, na qual pode se produzir grande quantidade de energia com o alongamento das fibras de colágeno, seguido de um rápido encurtamento, sem proporcionar desgaste considerável de energia. Para isso, se faz necessário um bom arranjo dessas fibras de colágeno que respondem a carga (SCHLEIP et al., 2013). Quando exposto ao desuso, imobilização, envelhecimento, e outras questões ambientais, há uma desorganização dessas fibras de colágeno levando a uma menor capacidade de recuo elástico e economia de energia (ZUGEL et al., 2018; MIKKELSEN et al., 2017).

Portanto exercícios que envolvem um pré tensão no tecido fascial e o ciclo rápido de alongamento-encurtamento como corridas, arremessos, saltos, danças, pliometria parecem ser interessantes para remodelar as fibras de colágeno, através da melhor estimulação dos fibroblastos, tornando o tecido mais elástico e capaz de armazenar energia (SCHLEIP, 2013). Enquanto exercícios lentos de força parecem ser mais interessantes para o aumento de força e volume muscular, porém não geram alterações em relação a capacidade elástica das estruturas de colágeno (MYERS, 2013; KUBO 2003). Ao passo que, esses tipos de exercício podem ter a capacidade expulsar o volume viscoso presente no tecido, através da compressão (como o funcionamento de uma esponja), e preencher o espaço com novo fluido aquoso, permitindo melhor deslizamento entre os tecidos (SCHLEIP et al., 2013, HOFFRÉN-MIKKOLA et al., 2014), e também devido a sua propriedade tixotrópica (BEHM et al., 2019)

Outra forma de beneficiar o tecido fascial com reorganização e hidratação é o alongamento lento e dinâmico seguindo as cadeias miofasciais, em movimentos multidirecionais com balanço e rebote para favorecer o deslizamento das camadas de tecido conjuntivo denso (SCHLEIP et al, 2013). Esse tipo exercício combinado com movimentos lentos, no qual o praticante é encorajado a perceber seu corpo no espaço podem ainda estimular a capacidade proprioceptiva e interoceptiva das fáscias (SCHLEIP et al, 2013).

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Essa revisão narrativa teve como objetivo discutir os achados recentes na literatura sobre o tecido fascial em relação as suas considerações anatômicas, fisiológicas e mecânicas, destacando sua importância para a saúde e o sistema de movimento do corpo humano. Algumas definições sobre fáscia ainda precisam de um consenso unívoco para melhor caracterização do sistema fascial, porém os estudos se encaminham para estabelecer a fáscia como um sistema contínuo, ricamente inervado, capaz de comunicar com outros tecidos e é conformada para equilibrar as forças tensão e compressão, dando estrutura e suporte ao corpo humano. Essa conformação parece ter ligação com as adaptações evolutivas da espécie, auxiliando na economia de energia.

Estabelecer e entender as regras e padrões de ação da fáscia e sua interação com todo sistema corporal implica na atuação clínica e prática, explicitando quais os mecanismos que geram as disfunções no corpo humano e conseqüentemente como pode se dar resolução desses problemas. Essas implicações se aplicam ao movimento, pois ao que tudo indica a fáscia tem uma função relevante no movimento, tanto através da transmissão de forças, como no seu papel proprioceptivo, possivelmente auxiliando na coordenação e estabilidade. Sendo assim, faz que o corpo tenha máxima eficiência, principalmente em tarefas moldaram sua conformação pela seleção natural e adaptação evolutiva, como estabilidade na posição ortostática, caminhar, correr longas distâncias, *sprints*, coletar e caçar com arremesso de lanças.

De fato, parece que os estudos sobre o sistema fascial eram uma peça do quebra-cabeça que faltava para melhor entendimento anatômico e funcional do corpo humano. As pesquisas sobre fáscia ainda travam em limitações entre sua definição e recursos tecnológicos para quantificar resultados no organismo humano. Ainda são necessários maior volume de estudos experimentais e ensaios clínicos para endossar cientificamente os conceitos discutidos no presente artigo.

## 6 REFERÊNCIAS

1. Altomare M, Monte-Alto-Costa A. Manual Mobilization of Subcutaneous Fibrosis in Mice. **J Manipulative Physiol Ther.** 2018 Jun;41(5):359-362. doi: 10.1016/j.jmpt.2017.10.011. Epub 2018 Jun 20. PMID: 29933891.
2. Adstrum S, Hedley G, Schleip R, Stecco C, Yucesoy CA. Defining the fascial system. **J Bodyw Mov Ther.** 2017 Jan;21(1):173-177. doi: 10.1016/j.jbmt.2016.11.003. Epub 2016 Nov 16. PMID: 28167173.
3. BARKER, Priscilla Jane et al. Anatomy and biomechanics of gluteus maximus and the thoracolumbar fascia at the sacroiliac joint. **Clinical anatomy**, v. 27, n. 2, p. 234-240, 2014.
4. Behm DG, Wilke J. Do Self-Myofascial Release Devices Release Myofascia? Rolling Mechanisms: A Narrative Review. **Sports Med.** 2019 Aug;49(8):1173-1181. doi: 10.1007/s40279-019-01149-y. PMID: 31256353.
5. Bordoni B, Marelli F. [Emotions in Motion: Myofascial Interoception]. **Complement Med Res.** 2017;24(2):110-113. German. doi: 10.1159/000464149. Epub 2017 Mar 10. PMID: 28278494.

6. Bordoni B, Myers T. A Review of the Theoretical Fascial Models: Biotensegrity, Fascintegritty, and Myofascial Chains. **Cureus**. 2020 Feb 24;12(2):e7092. doi: 10.7759/cureus.7092. PMID: 32226693; PMCID: PMC7096016.
7. Bouffard NA, Cutroneo KR, Badger GJ, White SL, Buttolph TR, Ehrlich HP, Stevens-Tuttle D, Langevin HM. Tissue stretch decreases soluble TGF-beta1 and type-1 procollagen in mouse subcutaneous connective tissue: evidence from ex vivo and in vivo models. **J Cell Physiol**. 2008 Feb;214(2):389-95. doi: 10.1002/jcp.21209. PMID: 17654495; PMCID: PMC3065715.
8. Bramble DM, Lieberman DE. Endurance running and the evolution of Homo. **Nature**. 2004 Nov 18;432(7015):345-52. doi: 10.1038/nature03052. PMID: 15549097.
9. Carvalhais VO, Ocarino Jde M, Araújo VL, Souza TR, Silva PL, Fonseca ST. Myofascial force transmission between the latissimus dorsi and gluteus maximus muscles: an in vivo experiment. **J Biomech**. 2013 Mar 15;46(5):1003-7. doi: 10.1016/j.jbiomech.2012.11.044. Epub 2013 Feb 8. PMID: 23394717.
10. Eng CM, Arnold AS, Biewener AA, Lieberman DE. The human iliotibial band is specialized for elastic energy storage compared with the chimp fascia lata. **J Exp Biol**. 2015 Aug;218(Pt 15):2382-93. doi: 10.1242/jeb.117952. Epub 2015 May 29. PMID: 26026035.
11. Fede C, Pirri C, Fan C, Petrelli L, Guidolin D, De Caro R, Stecco C. A Closer Look at the Cellular and Molecular Components of the Deep/Muscular Fasciae. **Int J Mol Sci**. 2021 Jan 30;22(3):1411. doi: 10.3390/ijms22031411. PMID: 33573365; PMCID: PMC7866861.
12. Hoffrén-Mikkola M, Ishikawa M, Rantalainen T, Avela J, Komi PV. Neuromuscular mechanics and hopping training in elderly. **Eur J Appl Physiol**. 2015 May;115(5):863-77. doi: 10.1007/s00421-014-3065-9. Epub 2014 Dec 6. PMID: 25479729.
13. Ingber DE, Wang N, Stamenovic D. Tensegrity, cellular biophysics, and the mechanics of living systems. **Rep Prog Phys**. 2014 Apr;77(4):046603. doi: 10.1088/0034-4885/77/4/046603. PMID: 24695087; PMCID: PMC4112545.
14. Krause F, Wilke J, Vogt L, Banzer W. Intermuscular force transmission along myofascial chains: a systematic review. **J Anat**. 2016 Jun;228(6):910-8. doi: 10.1111/joa.12464. Epub 2016 Mar 22. PMID: 27001027; PMCID: PMC5341578.
15. Krause F, Wilke J, Vogt L, Banzer W. Intermuscular force transmission along myofascial chains: a systematic review. **J Anat**. 2016 Jun;228(6):910-8. doi: 10.1111/joa.12464. Epub 2016 Mar 22. PMID: 27001027; PMCID: PMC5341578.
16. Langevin HM, Stevens-Tuttle D, Fox JR, Badger GJ, Bouffard NA, Krag MH, Wu J, Henry SM. Ultrasound evidence of altered lumbar connective tissue structure in human subjects with chronic low back pain. **BMC Musculoskelet Disord**. 2009 Dec 3;10:151. doi: 10.1186/1471-2474-10-151. PMID: 19958536; PMCID: PMC2796643.
17. Langevin HM. Fascia Mobility, Proprioception, and Myofascial Pain. **Life (Basel)**. 2021 Jul 8;11(7):668. doi: 10.3390/life11070668. PMID: 34357040; PMCID: PMC8304470.
18. Leisner S, Gerhardt A, Tesarz J, Janke S, Seidler GH, Eich W. Frühe Missbrauchserlebnisse bei chronischem Kreuzschmerz. Direkte und mediierte Effekte früher Missbrauchserlebnisse auf verschiedene Schmerzdimensionen chronischer nichtspezifischer Kreuzschmerzen [Childhood abuse experiences and chronic low back pain. Direct and mediated effects of childhood abuse in different pain dimensions of nonspecific chronic low back pain]. **Schmerz**. 2014 Dec;28(6):600-6. German. doi: 10.1007/s00482-014-1487-2. PMID: 25179418.
19. Mense S. Innervation of the thoracolumbar fascia. **Eur J Transl Myol**. 2019 Sep 6;29(3):8297. doi: 10.4081/ejtm.2019.8297. PMID: 31579474; PMCID: PMC6767935.
20. MIFFLIN, Houghton. The American Heritage Medical Dictionary. **USA: Houghton Mifflin Company. Retrieved**, v. 15, n. 01, p. 2008, 2007.
21. Mikkelsen UR, Agergaard J, Couppe C, Grosset JF, Karlsen A, Magnusson SP, Schjerling P, Kjaer M, Mackey AL. Skeletal muscle morphology and regulatory signalling in endurance-trained and sedentary individuals: The influence of ageing. **Exp Gerontol**. 2017 Jul;93:54-67. doi: 10.1016/j.exger.2017.04.001. Epub 2017 Apr 12. PMID: 28411009.
22. MYERS, Thomas W. **Anatomy trains e-book: myofascial meridians for manual and movement therapists**. Elsevier Health Sciences, 2013.

- 
23. Pavan PG, Stecco A, Stern R, Stecco C. Painful connections: densification versus fibrosis of fascia. **Curr Pain Headache Rep.** 2014;18(8):441. doi: 10.1007/s11916-014-0441-4. PMID: 25063495.
  24. Purslow PP. The Structure and Role of Intramuscular Connective Tissue in Muscle Function. **Front Physiol.** 2020 May 19;11:495. doi: 10.3389/fphys.2020.00495. PMID: 32508678; PMCID: PMC7248366.
  25. Roach NT, Venkadesan M, Rainbow MJ, Lieberman DE. Elastic energy storage in the shoulder and the evolution of high-speed throwing in Homo. **Nature.** 2013 Jun 27;498(7455):483-6. doi: 10.1038/nature12267. PMID: 23803849; PMCID: PMC3785139.
  26. Schleip R, Gabbiani G, Wilke J, Naylor I, Hinz B, Zorn A, Jäger H, Breul R, Schreiner S, Klingler W. Fascia Is Able to Actively Contract and May Thereby Influence Musculoskeletal Dynamics: A Histochemical and Mechanographic Investigation. **Front Physiol.** 2019 Apr 2;10:336. doi: 10.3389/fphys.2019.00336. PMID: 31001134; PMCID: PMC6455047.
  27. Schleip R, Klingler W. Active contractile properties of fascia. **Clin Anat.** 2019 Oct;32(7):891-895. doi: 10.1002/ca.23391. Epub 2019 May 2. PMID: 31012158.
  28. Schleip, R., & Müller, D. G. (2013). Training principles for fascial connective tissues: Scientific foundation and suggested practical applications. **Journal of Bodywork and Movement Therapies, 17(1), 103–115.** doi:10.1016/j.jbmt.2012.06.007
  29. SCHLEIP, Robert (ed.). **Fascia: in sport and movement.** United Kingdom: Handspring Publishing, 2015.
  30. SCHLEIP, Robert et al. (Ed.). **Fascia: the tensional network of the human body-e-book: the science and clinical applications in manual and movement therapy.** Elsevier Health Sciences, 2013.
  31. SCHLEIP, Robert. Fascial plasticity—a new neurobiological explanation: Part 1. **Journal of Bodywork and movement therapies, v. 7, n. 1, p. 11-19, 2003.**
  32. Stecco A, Gesi M, Stecco C, Stern R. Fascial components of the myofascial pain syndrome. **Curr Pain Headache Rep.** 2013 Aug;17(8):352. doi: 10.1007/s11916-013-0352-9. PMID: 23801005.
  33. Stecco A, Macchi V, Masiero S, Porzionato A, Tiengo C, Stecco C, Delmas V, De Caro R. Pectoral and femoral fasciae: common aspects and regional specializations. **Surg Radiol Anat.** 2009 Jan;31(1):35-42. doi: 10.1007/s00276-008-0395-5. Epub 2008 Jul 29. PMID: 18663404.
  34. Stecco C, Macchi V, Porzionato A, Duparc F, De Caro R. The fascia: the forgotten structure. **Ital J Anat Embryol.** 2011;116(3):127-38. PMID: 22852442.
  35. Stecco, A., Gesi, M., Stecco, C. *et al.* Fascial Components of the Myofascial Pain Syndrome. **Curr Pain Headache Rep** 17, 352 (2013). <https://doi.org/10.1007/s11916-013-0352-9>
  36. Stecco C, Fede C, Macchi V, Porzionato A, Petrelli L, Biz C, Stern R, De Caro R. The fasciocytes: A new cell devoted to fascial gliding regulation. **Clin Anat.** 2018 Jul;31(5):667-676. doi: 10.1002/ca.23072. Epub 2018 Apr 14. PMID: 29575206.
  37. STECCO, Carla. **Functional Atlas of the Human Fascial System E-Book.** Elsevier Health Sciences, 2014.
  38. Wilke J, Kalo K, Niederer D, Vogt L, Banzer W. Gathering Hints for Myofascial Force Transmission Under In Vivo Conditions: Are Remote Exercise Effects Age Dependent? **J Sport Rehabil.** 2019 Sep 1;28(7):758-763. doi: 10.1123/jsr.2018-0184. PMID: 30222474.
  39. Wilke J, Krause F, Vogt L, Banzer W. What Is Evidence-Based About Myofascial Chains: A Systematic Review. **Arch Phys Med Rehabil.** 2016 Mar;97(3):454-61. doi: 10.1016/j.apmr.2015.07.023. Epub 2015 Aug 14. PMID: 26281953
  40. Wilke J, Krause F. Myofascial chains of the upper limb: A systematic review of anatomical studies. **Clin Anat.** 2019 Oct;32(7):934-940. doi: 10.1002/ca.23424. Epub 2019 Jul 2. PMID: 31226229.
  41. Wilke J, Niederer D, Vogt L, Banzer W. Remote effects of lower limb stretching: preliminary evidence for myofascial connectivity? **J Sports Sci.** 2016 Nov;34(22):2145-2148. doi: 10.1080/02640414.2016.1179776. Epub 2016 Apr 28. PMID: 27124264.
  42. Wilke J, Schleip R, Yucesoy CA, Banzer W. Not merely a protective packing organ? A review of fascia and its force transmission capacity. **J Appl Physiol** (1985). 2018 Jan 1;124(1):234-244. doi: 10.1152/jappphysiol.00565.2017. Epub 2017 Nov 9. PMID: 29122963.
-

43. Wilke J, Tenberg S. Semimembranosus muscle displacement is associated with movement of the superficial fascia: An in vivo ultrasound investigation. **J Anat.** 2020 Dec;237(6):1026-1031. doi: 10.1111/joa.13283. Epub 2020 Aug 13. PMID: 32794194; PMCID: PMC7704240.
44. Wilke J, Vleeming A, Wearing S. Overuse Injury: The Result of Pathologically Altered Myofascial Force Transmission? **Exerc Sport Sci Rev.** 2019 Oct;47(4):230-236. doi: 10.1249/JES.000000000000205. PMID: 31290768.
45. Wilke J, Vogt L, Niederer D, Banzer W. Is remote stretching based on myofascial chains as effective as local exercise? A randomised-controlled trial. **J Sports Sci.** 2017 Oct;35(20):2021-2027. doi: 10.1080/02640414.2016.1251606. Epub 2016 Nov 7. PMID: 27819537.
46. Zügel M, Maganaris CN, Wilke J, Jurkat-Rott K, Klingler W, Wearing SC, Findley T, Barbe MF, Steinacker JM, Vleeming A, Bloch W, Schleip R, Hodges PW. Fascial tissue research in sports medicine: from molecules to tissue adaptation, injury and diagnostics: consensus statement. **Br J Sports Med.** 2018 Dec;52(23):1497. doi: 10.1136/bjsports-2018-099308. Epub 2018 Aug 2. PMID: 30072398; PMCID: PMC6241620.
47. SHARKEY, John. Fascia and tensegrity: The quintessence of a unified systems conception. **Int J Anat Res**, v. 9, n. 1.2, p. 7874-80, 2021.
48. Huijing PA, Maas H, Baan GC. Compartmental fasciotomy and isolating a muscle from neighboring muscles interfere with myofascial force transmission within the rat anterior crural compartment. **J Morphol.** 2003 Jun;256(3):306-21. doi: 10.1002/jmor.10097. PMID: 12655613.