

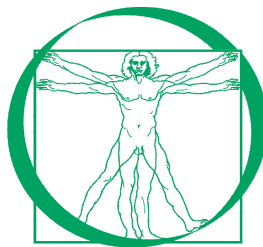
Indicizzata  
in  
BIOSIS Previews  
EMBASE  
SCOPUS  
SCIENCE CITATION INDEX  
EXPANDED (SciSearch)  
con IMPACT FACTOR

# MEDICINA DELLO SPORT

RIVISTA DELLA FEDERAZIONE MEDICO SPORTIVA ITALIANA

OFFICIAL JOURNAL OF THE EUROPEAN FEDERATION  
OF SPORTS MEDICINE ASSOCIATIONS

VOLUME 73 - N. 2 - GIUGNO 2020



**F.I.M.S.I.**

EDIZIONI MINERVA MEDICA

## ORTHOPEDIC AREA

# ***Fascia and movement: the primary link in the prevention of accidents in soccer. Revision and models of intervention***

## **Fascia e movimento: l'anello principale nella prevenzione degli infortuni nel calcio. Revisione e modelli di intervento**

Vincenzo C. FRANCAVILLA <sup>1</sup>, Federico GENOVESI <sup>2</sup>, Alessio ASMUNDO <sup>3</sup>, Nunzio R. DI NUNNO <sup>4</sup>, Antonio AMBROSI <sup>5</sup>, Nicola TARTAGLIA <sup>5</sup>, Domenico TAFURI <sup>6</sup>, Vincenzo MONDA <sup>7</sup>, Marcellino MONDA <sup>7</sup>, Antonietta MESSINA <sup>7</sup>, Francesco SESSA <sup>8</sup>, Monica SALERNO <sup>9</sup>, Girolamo DI MAIO <sup>7</sup>, Angela CATAPANO <sup>10,11</sup>, Fabiano CIMMINO <sup>10</sup>, Omar MINGRINO <sup>1</sup>, Fiorenzo MOSCATELLI <sup>8\*</sup>, Alessia SCARINCI <sup>12</sup>, Maria RUBERTO <sup>13</sup>

<sup>1</sup>School of Engineering, Architecture, and Motor Sciences, Kore University of Enna, Enna, Italy; <sup>2</sup>Sport Therapist 1st Team Manchester City Football Club, Manchester, UK; <sup>3</sup>Department of Biomedical and Dental Sciences and of Morphological and Functional Images, Section of Legal Medicine, University of Messina, Messina, Italy; <sup>4</sup>Department of History, Society and Studies on Humanity, University of Salento, Lecce, Italy; <sup>5</sup>Department of Medical and Surgical Sciences, University of Foggia, Foggia, Italy; <sup>6</sup>Department of Motor Sciences and Wellness, Parthenope University of Naples, Naples, Italy; <sup>7</sup>Unit of Dietetic and Sport Medicine, Section of Human Physiology, Department of Experimental Medicine, Luigi Vanvitelli University of Campania, Naples, Italy; <sup>8</sup>Department of Clinical and Experimental Medicine, University of Foggia, Foggia, Italy; <sup>9</sup>G.F. Ingrassia Department of Medical, Surgical and Advanced Technologies, University of Catania, Catania, Italy; <sup>10</sup>Department of Biology, Federico II University, Naples, Italy; <sup>11</sup>Department of Pharmacy, Federico II University, Naples, Italy; <sup>12</sup>Department of Educational Sciences, Psychology, Communication, University of Bari, Bari, Italy; <sup>13</sup>CDR Santa Maria del Pozzo, Somma Vesuviana, Naples, Italy

\*Corresponding author: Fiorenzo Moscatelli, Department of Clinical and Experimental Medicine, University of Foggia, Foggia, Italy. E-mail: fiorenzo400@gmail.com

### **SUMMARY**

Accident prevention is certainly the topic of greatest interest in the football medical field. Data literature reported that the risk of injuries is approximately 1000 times greater in professional football than in other occupations; for these reasons, it is very important the prevention. The costs of an accident, both in economic terms and in terms of time away from the playing fields, have pushed researchers from more fields (sports doctors, orthopedists, physiotherapists, sports scientists and physiologists) to find causes regarding muscle and joint injuries and to prevent them. Many researchers have tried the cause of the damage in the anatomic setting: in the single muscle, in the muscular bundle and from the fasciculus to the single myofibril, losing the general system, studying the single function and muscular structure, and not the real physiology movement and the complex connectivity of the anatomical network. For these reasons, we think that the anatomical network and the relationships between the various structures of the body in motion represent the substrate on which we must research. For many years the anatomists have divided the body, while in recent decades it is understood the importance of the elements that unite the body, and in particular to the mechanical connection element: the fascia.

(Cite this article as: Francavilla VC, Genovesi F, Asmundo A, Di Nunno NR, Ambrosi A, Tartaglia N, et al. Fascia and movement: the primary link in the prevention of accidents in soccer. Revision and models of intervention. Med Sport 2020;73:291-301. DOI: 10.23736/S0025-7826.20.03677-7)

KEY WORDS: Football; Muscles; Injuries; Fascia.

### **RIASSUNTO**

La prevenzione degli infortuni è sicuramente l'argomento di maggiore interesse nel campo medico del calcio. La letteratura dati riporta che il rischio di infortuni è circa 1000 volte maggiore nel calcio professionistico rispetto ad altre professioni; per questi motivi, è molto importante la prevenzione. I costi di un incidente, sia in termini economici sia

*in termini di tempo lontano dai campi da gioco, hanno spinto i ricercatori di più campi (medici sportivi, ortopedici, fisioterapisti, scienziati sportivi e fisiologi) a trovare cause riguardanti lesioni muscolari e articolari e possibili strategie di prevenzione. Molti ricercatori hanno dimostrato la causa del danno in ambito anatomico: nel singolo muscolo, nel fascio muscolare e dal fascicolo alla singola miofibrilla, perdendo il sistema generale, studiando la singola funzione e la struttura muscolare e non la vera fisiologia del movimento e la complessa connettività della rete anatomica. Per questi motivi, pensiamo che la rete anatomica e le relazioni tra le varie strutture del corpo in movimento rappresentino il substrato su cui dobbiamo ricercare. Per molti anni gli anatomisti hanno diviso il corpo, mentre negli ultimi decenni si comprende l'importanza degli elementi che uniscono il corpo, e in particolare per l'elemento di connessione meccanica: la fascia.*

PAROLE CHIAVE: Calcio; Muscoli; Infortuni; Fascia.

In top-level football, the prevention of muscular injuries, the reduction in the frequency of re-injury and the determination of the best time to return to the field represent the major challenges of sports medicine.<sup>1, 2</sup> For the prevention of muscular injuries, the study and evaluation of the anatomical network and of the reciprocal relationships between the various structures of the body in movement represent the substrate on which we must research. Furthermore, the concept of "biotensegrity" appropriately describes the closed-circuit, continuous and tensional behavior of the body system; "tensegrity" is an invented word that combines the elements of "tensional integrity" considering the entirety of the system and its connections. As reported by Lenvin and Martin, the biotensegrity reverses the centuries-old concept in which the skeleton is considered as the scaffolding on which soft tissues are hung and replaces it with a model of integrated fascial tissue where floating compression elements (bones) intertwine within the interstices created by the stress elements.<sup>3, 4</sup>

The fascia gives continuity and integration to the various elements of the body system. It is always known that the movement happens through specific muscles that contracting generate forces that are transferred linearly through tendons and aponeuroses, producing the movement of the joints; but it is neglected the tissue continuity guaranteed by the fascia, through which the forces are simultaneously transmitted in various directions.<sup>5, 6</sup> For example, the hip and lower limb work together with the spine and the upper limb through the thorax-lumbar fascia which allows an effective transfer of the load between the spine and the limbs, forming an integrated system. Indeed, the fascia was defined by Schleip as "irregular dense connective tissue that surrounds and connects every muscle, down to the smallest muscle fiber and every single organ of the body, forming a continuity in the body."<sup>7-9</sup> Successively, Schleip has expanded its fibra

*Nel calcio di alto livello, la prevenzione degli infortuni muscolari, la riduzione della frequenza delle lesioni e la determinazione del momento migliore per tornare in campo rappresentano le principali sfide della medicina dello sport.<sup>1, 2</sup> Per la prevenzione delle lesioni muscolari, lo studio e la valutazione della rete anatomica e delle relazioni reciproche tra le varie strutture del corpo in movimento rappresentano il substrato su cui dobbiamo ricercare. Inoltre, il concetto di "biotensegrity" descrive in modo appropriato il comportamento a circuito chiuso, continuo e tensionale del sistema corporeo; "tensegrity" è una parola inventata che combina gli elementi di "integrità tensionale" considerando l'insieme del sistema e le sue connessioni. Come riportato da Lenvin e Martin, il biotensegrity inverte il concetto secolare in cui lo scheletro è considerato l'impalcatura su cui sono appesi i tessuti molli e lo sostituisce con un modello di tessuto fasciale integrato in cui elementi di compressione fluttuanti (ossa) si intrecciano all'interno degli interstizi creati dagli elementi di stress.<sup>3, 4</sup>*

*La fascia dona continuità e integrazione ai vari elementi del sistema corporeo. È sempre noto che il movimento avviene attraverso specifici muscoli che si contraggono generando forze che vengono trasferite linearmente attraverso tendini e aponeurosi, producendo il movimento delle articolazioni; ma si trascura la continuità tissutale garantita dalla fascia, attraverso la quale le forze vengono simultaneamente trasmesse in varie direzioni.<sup>5, 6</sup> Ad esempio, l'anca e l'arto inferiore lavorano insieme alla colonna vertebrale e all'arto superiore attraverso la fascia torace-lombare che consente un efficace trasferimento del carico tra la colonna vertebrale e gli arti, formando un sistema integrato. In effetti, la fascia è stata definita da Schleip come tessuto connettivo denso irregolare che circonda e collega ogni muscolo, fino alla più piccola fibra muscolare e ogni singolo organo del corpo, formando una continuità nel corpo.<sup>7-9</sup> Successivamente, Schleip ha ampliato la sua definizione di fibra come "il componente dei tessuti*

definition as “the soft tissue component of the connective system that dominates in the human body.” The fascia can also be described as collagenous fibrous tissues that are part of a wider system of transmission of tension forces.<sup>10, 11</sup> Huijing defined it in 2007 as follows: “The fascia determines a functional and structural continuity through the bones and soft tissues of the body, acting as a sensory elastic component that covers, supports, separates, connects, divides, envelops and cohesion to the whole body, allowing sliding movements and playing an important role in the mechanical transmission of forces between the various structures of the body.”<sup>12</sup> Therefore, the fascia is connected to all tissues of the body, both macroscopically and microscopically, in this way, its three-dimensional collagen matrices are structurally continuous, from head to feet and from individual cells to the main organs. It has important viscoelastic, elastic and plastic colloidal properties, it is very innervated, playing an important role in proprioception and in the perception of pain<sup>13-15</sup>. Furthermore, it is a functional structure, not passive; it is dynamic and active participating in the movement and contributing to stability.<sup>16-18</sup> As reported by Benjamin *et al.*, the fascia allows the body to form a single entity being formed by a vast tension network composed of both dense and fibrous soft tissues, such as a “spider web.”<sup>19-21</sup>

Ultrasound imaging has assumed an important role in the realm of soft tissue assessments.<sup>1</sup> Accordingly, sonographers have started to evaluate and quantify many (new) structures that they could not “see” before. The fascia is actually one of those interesting structures, and its pathologic characteristics are worth discussing with regard to our daily practice. On the other hand, to simplify anatomy training (and sometimes because they are deemed unimportant), fasciae are likely to be underrated in the recent anatomy literature.<sup>22</sup> Actually, many histologic and macroscopic studies have described the same fascial organization in all regions of the body, with few regional specializations.<sup>6</sup> The knowledge of these fascial layers can help the sonographer easily recognize them throughout the whole body for a better orientation as well as prompt diagnosis.<sup>23</sup> The anatomy of the fascia can be divided into four categories, although describing the various fascial structures independently, could misdirect from complexity of fascial network that forms a continuum and every part of it is structurally and functionally interconnected with the others;<sup>24-27</sup> Schleip *et al.* described that

*molli del sistema connettivo che domina nel corpo umano”. La fascia può anche essere descritta come tessuti fibrosi collagene che fanno parte di un sistema più ampio di trasmissione delle forze di tensione.<sup>10, 11</sup> Huijing nel 2007 l’ha descritta come segue: “La fascia determina una continuità funzionale e strutturale attraverso le ossa e i tessuti molli del corpo, fungendo da componente elastico sensoriale che copre, sostiene, separa, collega, divide, avvolge e coesione all’insieme corpo, permettendo movimenti di scorrimento e svolgendo un ruolo importante nella trasmissione meccanica delle forze tra le varie strutture del corpo”.<sup>12</sup> Pertanto, la fascia è connessa a tutti i tessuti del corpo, sia macroscopicamente che microscopicamente, in questo modo le sue matrici tridimensionali di collagene sono strutturalmente continue, dalla testa ai piedi e dalle singole cellule agli organi principali, ha importanti proprietà colloidali visco-elastiche, elastiche e plastiche, sono molto innervate, svolgono un ruolo importante nella propriocezione e nella percezione del dolore.<sup>13-15</sup> Inoltre, è una struttura funzionale dinamica e attiva, e partecipa al movimento e contribuisce alla stabilità.<sup>16-18</sup> Come riportato da Benjamin *et al.*, la fascia consente al corpo di formare una singola entità formata da una vasta rete di tensione composta da tessuti molli densi e fibrosi, come una “ragnatela”.<sup>19-21</sup>*

*Le tecniche di imaging ad ultrasuoni hanno assunto un ruolo importante nell’ambito delle valutazioni dei tessuti molli.<sup>1</sup> Di conseguenza, gli ecografi hanno iniziato a valutare e quantificare molte (nuove) strutture che prima non potevano “vedere”. La fascia è in realtà una di quelle strutture interessanti e le sue caratteristiche patologiche meritano di essere discusse riguardo alla nostra pratica quotidiana. D’altra parte, per semplificare l’allenamento anatomico (e talvolta perché sono considerati non importanti), è probabile che le fasce siano sottovalutate nella recente letteratura sull’anatomia.<sup>22</sup> In realtà, molti studi istologici e macroscopici hanno descritto la stessa organizzazione fasciale in tutte le regioni del corpo, con poche specializzazioni regionali.<sup>6</sup> La conoscenza di questi strati fasciali può aiutare il sonografo a riconoscerli facilmente in tutto il corpo per un migliore orientamento e una diagnosi tempestiva.<sup>23</sup> L’anatomia della fascia può essere suddivisa in quattro categorie, sebbene descrivendo le varie strutture fasciali in modo indipendente, potrebbe essere dirottata erroneamente dalla complessità della rete fasciale che forma un continuum e ogni sua parte è strutturalmente e funzionalmente interconnessa con le altre;<sup>24-27</sup> Schleip *et al.* hanno descritto l’apparato fasciale*



the fascial apparatus is a large connection organ made up of numerous compartments and hundreds of local thickenings similar to cords, and thousands of pockets one inside the other, all interconnected by septa and layers of loose connective tissue.<sup>10</sup> The tensional forces generated during muscle contraction and the biomechanical load are transmitted to adjacent and distant tissues via fascial structures, as well as through strong strings, ropes, windings and cords (tendons, ligaments, retinacula, etc.).<sup>28-31</sup> The fascia also includes a complex variety of bags, septa, pockets that wrap and contain, separate and divide tissues and structures, while in many other cases they allow a sliding, a facilitating sliding that allow the movement between the various layers of connective tissue in the absence of chafing. This can be compromised or reduced by adhesions and increased by tissue density.<sup>32-35</sup>

### Muscular fascia

As we have said above, the fascia can be didactically divided into four categories: superficial or panniculus fascia; deep axial fascia; meningeal fascia and visceral fascia. The superficial fascia wraps around the back and the extremities and contains lymphatic channels.<sup>36-39</sup> It acts as a cushion, acts as a thermal insulator and connects the deepest band with the body surface. The deep fascia extends deeply enveloping the main muscles, tendons, ligaments and aponeurosis of the trunk and extending into the limbs, transmitting the force during muscle contraction. The meningeal fascia envelops the structures of the nervous system.<sup>5, 13, 40</sup> Furthermore, the visceral fascia wraps and supports the organs. From our point of view, the muscular fascia is very important, considering that each muscle is covered and wrapped in a layer of connective tissue, the epimysium (which connects it to the bone through the tendon), is separated into smaller units of muscle bundles or fascicles (from a fascial network called perimysium), in turn further separated into muscle fibers from the endomysium. "Connective tissue does include the loose and dense connective tissue. The dense connective tissue is characterized by a large amount of collagen fibers, which create resistance to stretching, and elastic fibers, which allow a certain adaptability of the tissue. Muscle bands can be classified within the dense regular connective tissue."<sup>41-43</sup> By examining a flap of fascia lata (the aponeurotic fascia that covers the

*come un grande organo di connessione costituito da numerosi scomparti e centinaia di ispessimenti locali simili a corde e migliaia di tasche una dentro l'altra, tutte interconnesse da setti e strati di tessuto connettivo libero.<sup>10</sup> Le forze tensive generate durante la contrazione muscolare e il carico biomeccanico vengono trasmesse ai tessuti adiacenti e distanti attraverso strutture fasciali, nonché attraverso forti stringhe, corde e avvolgimenti (tendini, legamenti, retinacoli, ecc.).<sup>28-31</sup> La fascia comprende anche una complessa varietà di borse, setti, tasche che avvolgono e contengono, separano e dividono tessuti e strutture, mentre in molti altri casi consentono uno scorrimento facilitante che consente il movimento tra i vari strati di tessuto connettivo in l'assenza di sfregamenti. Ciò può essere compromesso o ridotto dalle aderenze e aumentato dalla densità dei tessuti.<sup>32-35</sup>*

### Fascia muscolare

*Come detto in precedenza, la fascia può essere divisa didatticamente in quattro categorie: fascia superficiale o panniculus; fascia assiale profonda; fascia meningeale e fascia viscerale. La fascia superficiale avvolge la parte posteriore e le estremità e contiene canali linfatici.<sup>36-39</sup> Agisce come un cuscino, funge da isolante termico e collega la fascia più profonda con la superficie del corpo. La fascia profonda si estende avvolgendo profondamente i principali muscoli, tendini, legamenti e aponeurosi del tronco e si estende negli arti, trasmettendo la forza durante la contrazione muscolare. La fascia meningeale avvolge le strutture del sistema nervoso.<sup>5, 13, 40</sup> Inoltre, la fascia viscerale avvolge e sostiene gli organi. Dal nostro punto di vista, la fascia muscolare è molto importante, considerando che ogni muscolo è coperto e avvolto in uno strato di tessuto connettivo, l'epimysio (che lo collega all'osso attraverso il tendine), è separato in unità più piccole di fasci muscolari o fascicoli (da una rete fasciale chiamata perimysio), a loro volta ulteriormente separati in fibre muscolari dall'endomysio. "Il tessuto connettivo include il tessuto connettivo allentato e denso. Il tessuto connettivo denso è caratterizzato da una grande quantità di fibre di collagene, che creano resistenza allo stiramento, e fibre elastiche che consentono una certa adattabilità del tessuto. Le fasce muscolari possono essere classificate all'interno del denso tessuto connettivo regolare.<sup>41-43</sup> Esaminando un lembo di fascia lata (la fascia aponeurotica che copre la coscia) con il microscopio, si può vedere che è formato da fibre ondulate di collagene mescolate con fibre elastiche; lungo le*

thigh) with the microscope, it can be seen that it is formed by wavy collagen fibers mixed with elastic fibers; along the fibers there are fibroblasts and the whole is immersed in the fundamental substance.<sup>44-46</sup> All bands, muscular and visceral, must adapt to stretching and during the movement there is a continuous passage from the position of lengthening to that of shortening. The element that allows the collagen fibers to lengthen and shorten is the fundamental substance in which they are immersed; if the fundamental substance moves from its liquid form "sol" to its dense form "gel," the interfibrillar flow is compromised. Among the causes which determine the densification of the fundamental substance, and in particular of hyaluronic acid, there are overuse and injuries.<sup>40, 47, 48</sup> Although, we must not forget that these fascial structures that wrap the muscles are part of a system of connection and transfer of the global load that includes the body: "The fascia is irregular dense connective tissue that wraps and connects every muscle, even the smallest myofibril, and every single organ of the body, forming a continuity throughout the organism."<sup>7, 8, 29</sup> This ubiquitous presence of the fascia allows the mechanical force produced by muscle contraction to be transmitted simultaneously in multiple directions and between multiple muscular and articular structures simultaneously.<sup>37, 49, 50</sup> For example the structures that are normally described as the muscles of the hip, pelvis and leg interact with the muscles of the spine and arm through the thorax-lumbar fascia, which allows an effective transfer of the load between the column, the pelvis and the arms, constituting an integrated system.<sup>24, 51</sup> Franklyn-Miller *et al.*<sup>52-54</sup> have shown, for example, how the amount of force applied during a lengthening of the hamstring muscles is distributed in various structures: 240% of the applied stress is transferred to the iliotibial tract; 145% through the sacrotuberous ligament is transferred to the ipsilateral lumbar fascia; 103% to the lateral crural compartment; 45% at the contralateral lumbar fascia and 26% at the plantar fascia; demonstrating as the mechanical stress affects many tissues in addition to load applied. Stecco *et al.*<sup>55</sup> have found a fascial link that allows the transmission of forces from the thorax-lumbar fascia, through the maximum gluteus, to the iliotibial tract and to the knee. The author has hypothesized that "the hypertonicity of the maximum gluteus could explain both an increased tension in the lumbar area, causing a potential lower back pain, both in the lower limb, especially in the

*fibre ci sono fibroblasti e il tutto è immerso nella sostanza fondamentale".<sup>44-46</sup> Tutte le fasce, muscolari e viscerali, devono adattarsi allo stretching e durante il movimento c'è un passaggio continuo dalla posizione di allungamento a quella di accorciamento. L'elemento che consente alle fibre di collagene di allungarsi e accorciarsi è la sostanza fondamentale in cui sono immerse; se la sostanza fondamentale si sposta dalla sua forma liquida "sol" alla sua forma densa "gel," il flusso interfibrillare viene compromesso. Tra le cause che determinano la densificazione della sostanza fondamentale, e in particolare dell'acido ialuronico, vi sono il grande utilizzo di queste strutture causato da esercizio fisico e le lesioni.<sup>40, 47, 48</sup> Tuttavia, non dobbiamo dimenticare che queste strutture fasciali che avvolgono i muscoli fanno parte di un sistema di connessione e trasferimento del carico globale che include il corpo: "La fascia è un tessuto connettivo denso irregolare che avvolge e collega ogni muscolo, anche il più piccolo miofibrilla e ogni singolo organo del corpo, formando una continuità in tutto l'organismo".<sup>7, 8, 29</sup>*

*Questa funzione della fascia consente di trasmettere simultaneamente la forza meccanica prodotta dalla contrazione muscolare in più direzioni e tra più strutture muscolari e articolari.<sup>37, 49, 50</sup> Ad esempio "le strutture che sono normalmente descritte come i muscoli dell'anca, del bacino e della gamba interagiscono con i muscoli della colonna vertebrale e del braccio attraverso la fascia toraco-lombare, che consente un efficace trasferimento del carico tra la colonna, il bacino e gli arti, che costituiscono un sistema integrato".<sup>24, 51</sup> Franklyn-Miller *et al.*<sup>52-54</sup> hanno mostrato, ad esempio, come la quantità di forza applicata durante un allungamento dei muscoli del tendine del ginocchio sia distribuita in varie strutture: il 240% dello stress applicato viene trasferito nel tratto iliotibiale; il 145% attraverso il legamento sacrotuberoso viene trasferito nella fascia lombare ipsilaterale; il 103% nel compartimento crurale laterale; il 45% nella fascia lombare controlaterale e il 26% nella fascia plantare; questo dimostra come lo stress meccanico influisca sui tessuti insieme al carico applicato. Stecco *et al.*<sup>55</sup> hanno trovato un legame fasciale che consente la trasmissione di forze dalla fascia toraco-lombare, attraverso il grande gluteo, a tutto il tratto iliotibiale e fino al ginocchio. L'autore ha ipotizzato che "l'ipertonicità del grande gluteo potrebbe spiegare sia un aumento della tensione nella zona lombare, causando un potenziale dolore lombare, sia nella parte inferiore dell'arto, specialmente nella regione laterale del ginocchio," dimostrando ancora una volta il ruolo della tra-*

lateral region of the knee,” demonstrating once again the role of transmission of the forces of the fascia.<sup>56</sup> The band undergoes a pathology due to different causes: excessive use, improper use, disuse and trauma: these events, whether they occur from an evolving situation (excessive use, improper use or disuse) or from a sudden injury (trauma) leads to inflammation and inadequate remodeling with excessive scarring and development of fibrosis “a densification of the fascial tissue can develop which alters myofascial relationships, reducing tissue sliding and altering muscle balance and proprioception.”<sup>46, 57, 58</sup> Langevin expressed that “when the fascia is excessively stressed mechanically, inflamed and immobilized, the deposition of collagen and matrix becomes disorganized, leading to the formation of fibrosis and adhesions”<sup>59</sup> and specified how these causes “represent the acute or chronic effects of adaptation, compensation, decompensation and poorly adaptive changes that occur in the musculoskeletal system, commonly associated with changes in connective structures.” In these cases, the normally well-organized functioning of leaflets, plains, laciniations and fascial fibers will have, for example, modified the function of transmission of force, load transmission, together with the reduction of the sliding capacity, due to the development of areas of “Thickening,” adhesions, restrictions, fibrosis or scarring.<sup>60, 61</sup> Some of the major symptoms of fascial dysfunction may involve: altered local or general range of motion that potentially affects both soft tissue and joints; viscoelasticity, reduced local tissue resilience; loss of sliding capacity between tissue surfaces; altered motor coordination and control that appear evident on the way. In this perspective, the postural deviations and misalignments that often involve adaptation reactions and chain compensation; soft tissue pain usually perceived in movement; myofascial pain; reduced proprioception that potentially causes balance problems; autonomic imbalance, including hyperactivation of the sympathetic or chronic asthenia.<sup>24, 62</sup> Kingler noted that “painful contractures and a reduction in range of motion are frequently associated with a rigid collagen tissue and around the skeletal muscle, as well as other tissues used in the transmission of force. The fascial function, such as that of joint capsules, tendons, or epimysium and endomysium, could be altered and cause trauma and inflammation.”<sup>63, 64</sup> A fundamental function of soft tissues is their ability to slide and slide with each other’s adjacent structures. Pilat reported that “the thicken-

*missione delle forze della fascia.*<sup>56</sup> Questa zona subisce si riscontra spesso una patologia dovuta a diverse cause: uso eccessivo, uso improprio, inutilizzo e trauma: questi eventi, indipendentemente dal fatto che si verificano in una situazione in evoluzione (uso eccessivo, uso improprio o disuso) o da una ferita improvvisa (trauma) portano all’infiammazione e ad un inadeguato rimodellamento con eccessive cicatrici e sviluppo di fibrosi, e può svilupparsi una densificazione del tessuto fasciale che altera le relazioni miofasciali riducendo lo scorrimento dei tessuti, e alterando l’equilibrio muscolare e la propriocezione.<sup>46, 57, 58</sup> Langevin ha dichiarato che quando la fascia è eccessivamente stressata meccanicamente, infiammata e immobilizzata, la deposizione di collagene e matrice si disorganizza, portando alla formazione di fibrosi e aderenze,<sup>59</sup> e specifica come queste cause rappresentino gli effetti acuti o cronici di adattamento, compensazione, scompenso e cambiamenti scarsamente adattativi che si verificano nel sistema muscoloscheletrico comunemente associato a cambiamenti nelle strutture connettive. In questi casi, normalmente, il funzionamento organizzato avrà modificato la funzione di trasmissione della forza, trasmissione del carico, insieme alla riduzione della capacità di scorrimento, a causa dello sviluppo di aree di “ispessimento”, aderenze, restrizioni, fibrosi o cicatrici.<sup>60, 61</sup> Alcuni dei principali sintomi della disfunzione fasciale possono comprendere: alterata gamma di movimento locale o generale che potenzialmente influenza sia i tessuti molli che le articolazioni; viscoelasticità, ridotta resilienza dei tessuti locali; perdita della capacità di scorrimento tra le superfici dei tessuti; alterazione della coordinazione motoria e del controllo. In questa prospettiva, le deviazioni posturali e i disallineamenti che spesso comportano reazioni di adattamento e compensazione della catena possono provocare dolore dei tessuti molli solitamente percepito in movimento; dolore miofasciale; ridotta propriocezione che potenzialmente causa problemi di equilibrio; squilibrio autonomo, inclusa iperattivazione del simpatico o astenia cronica.<sup>24, 62</sup> Kingler ha osservato che le contratture dolorose e una riduzione della gamma di movimento sono frequentemente associate a un tessuto di collagene rigido attorno al muscolo scheletrico, nonché ad altri tessuti utilizzati nella trasmissione della forza. La funzione fasciale, come quella delle capsule articolari, tendini o epimysio ed endomysio, potrebbe essere alterata e causare traumi e infiammazioni.<sup>63, 64</sup> Una funzione fondamentale dei tessuti molli è la loro capacità di scivolare e scorrere tra loro le strutture adiacenti. Pilat ha



ing and thickening of the loose connective tissues and the related extracellular matrix seem to correspond to a loss or reduction in the ability to flow between the fascial layers of dense connective tissue and adjacent structures.<sup>65-67</sup> The ultrasound images indicate that the main alteration in the deep bands is the increase in the loose connective tissue between the fibrous sub-layers. For this reason, indicating the fascial alteration, we do not use the term such as “fibrosis,” which indicates an increase in collagen fiber bundles, but we prefer the term “densification,” which suggests a variation in the viscosity of the fascia.<sup>47, 55, 68</sup> Le Moon proposed in 2008 a model of “fasciogenic” pain in which “the continuous and prolonged fascial thickening and stiffening may be the cause of myofascial pain symptoms; local ischemia appears to be one of the precursors of such changes in muscles that have been consistently or excessively used excessively. Such modifications could include inflammation, microtrauma and muscle tearing.<sup>69, 70</sup>

### Movement evaluation

The evaluation of the movement system leads the recognition of somatic dysfunctions: in the glossary of osteopathic terminology (ECOP 2009) somatic dysfunction is described as: “impaired function of the relative components of the somatic system (body structure): skeletal structures, arthrodiagonal and myofascial with its vascular, lymphatic and neural elements. Somatic dysfunction is treatable by osteopathic manipulative treatment.” The study of somatic dysfunctions must follow four parameters collected under the term TART:

- thixotropy, or change in tissue texture;
- asymmetry;
- range of movement;
- tenderness, or pain on palpation.

Thixotropy is the property of some gels to turn into liquids under certain conditions. There is a small degree of stiffness in the normal resting muscle that disappears on voluntary movement or passive muscle stretch. Thixotropy is the physiological term used to describe this component of muscle tone. The stiffness is determined by the length of the muscle fiber in the resting state immediately before the muscle contracts and reduces as the fiber length of the contractile unit changes. In healthy individuals, the contribution of thixotropy to muscle tone is negligible, but when spastic muscles are held

*riferito che l'ispessimento e l'ispessimento dei tessuti connettivi sciolti e la relativa matrice extracellulare sembrano corrispondere a una perdita o riduzione della capacità di fluire tra gli strati fasciali del tessuto connettivo denso e le strutture adiacenti.<sup>65-67</sup> Le immagini degli ultrasuoni indicano che l'alterazione principale nelle bande profonde è l'aumento del tessuto connettivo allentato tra i sottostrati fibrosi. Per questo motivo, indicando l'alterazione fasciale, non usiamo il termine “fibrosi”, che indica un aumento dei fasci di fibre di collagene, ma preferiamo il termine “densificazione”, che suggerisce una variazione della viscosità della fascia.<sup>47, 55, 68</sup> Le Moon ha proposto nel 2008 un modello di dolore “fasciogeno” in cui il continuo e prolungato tickening e irrigidimento fasciale può essere la causa dei sintomi del dolore mio fasciale, e l'ischemia locale sembra essere uno dei precursori di tali cambiamenti.*

### Valutazione del movimento

*La valutazione del sistema di movimento porta al riconoscimento delle disfunzioni somatiche, e nel glossario della terminologia osteopatica (ECOP 2009) la disfunzione somatica è descritta come: funzione compromessa dei componenti relativi del sistema somatico (struttura corporea), delle strutture scheletriche, artrodiagonal e miofasciale con i suoi elementi vascolari, linfatici e neurali. La disfunzione somatica è curabile con il trattamento manipolativo osteopatico. Lo studio delle disfunzioni somatiche deve seguire quattro parametri raccolti sotto il termine TART:*

- *tixotropia o cambiamento nella trama del tessuto;*
- *asimmetria;*
- *gamma di movimento;*
- *tenerezza o dolore alla palpazione.*

*La tixotropia è la proprietà di alcuni gel di trasformarsi in liquidi in determinate condizioni. Vi è un piccolo grado di rigidità nel normale muscolo a riposo che scompare con movimenti volontari o allungamento muscolare passivo. Tixotropia è il termine fisiologico utilizzato per descrivere questa componente del tono muscolare. La rigidità è determinata dalla lunghezza della fibra muscolare nello stato di riposo immediatamente prima della contrazione del muscolo e si riduce al variare della lunghezza della fibra dell'unità contrattile. In soggetti sani, il contributo della tixotropia al tono muscolare è trascurabile, ma quando i muscoli spastici vengono trattenuti per un tempo prolungato, si verificano cambiamenti biochimici secondari che causano un aumen-*



for a prolonged time, secondary biochemical changes occur causing an increase in the thixotropic component of muscle stiffness and eventually leading to contracture. Fixed contractures develop when the muscle fiber is maintained in a shortened state by immobilization or sustained muscle activity.<sup>71</sup>

Evaluation of these characteristics can be done manually by palpation and observation or by using sophisticated diagnostic devices to assess tissue stiffness, joint range of motion and tissue tenderness and symmetry of structures during movement.<sup>72, 73</sup> The consequences of post-trauma inflammatory processes, postsurgery or postural stress, can generate changes in the bio-electrical activity and the mechanical vectoring of cells and tissues, modifying the axes of joint or visceral mobility and influencing in turn the global postural arrangements. The articular movement in particular, represents a spy of the state of biotensegrity of the system. Being the autopoietic system, it is operationally closed in itself and therefore there is a recourse to operational processes so that the system can be structurally transformed within its boundaries, but not functionally.<sup>74</sup> The presence of fibrotic processes, outcomes of traumatic, surgical or inflammatory events inside the tissues, modifies the distribution of loads by conveying the mechanical force on load circuits that over time will be increasingly stressed, thus reducing their adaptive capacities. In clinical practice this concept is well evidenced by the presence of points with a high connective density known as tender points and actual lines of tension and load of the tissues (defined by the author Progressive Tensional Forces which represent the sliding of the tension forces in a circuit well defined within the connective network remodeled by non-physiological events. Once somatic dysfunctions have been identified the intervention should be multidisciplinary considering the fascial properties and the reactions of the fascia to the various mechanical, tensional and nutritional stimuli and lifestyle, so somatic dysfunctions should be addressed with manual or physiotherapy treatment, exercise, stress management, adequate nutrition and hydration.<sup>75</sup> Studies suggest that the fascia reorganizes along the lines of tension imposed or expressed in the body and in ways that could cause repercussions, such as restrictions spread throughout the body. This could potentially cause stress to any structure wrapped by the fascia, with consequent mechanical and physiological effects.<sup>76</sup> The therapeutic intervention should

*to della componente tixotropica della rigidità muscolare e infine portano alla contrattura. Le contratture fisse si sviluppano quando la fibra muscolare viene mantenuta in uno stato ridotto mediante immobilizzazione o attività muscolare sostenuta.<sup>71</sup>*

*La valutazione di queste caratteristiche può essere effettuata manualmente mediante palpazione e osservazione o utilizzando sofisticati dispositivi diagnostici per valutare la rigidità dei tessuti, la gamma di movimento articolare e la tenerezza dei tessuti e la simmetria delle strutture durante il movimento.<sup>72, 73</sup> Le conseguenze dei processi infiammatori post-trauma, postintervento chirurgico o stress posturale, possono generare cambiamenti nell'attività bioelettrica e nel vettore meccanico di cellule e tessuti, modificando gli assi della mobilità articolare o viscerale e influenzando a loro volta la posturale globale. Il movimento articolare, in particolare, rappresenta una spia dello stato di biotensegrità del sistema. Essendo il sistema autopoietico, è operativamente chiuso in se stesso e quindi c'è un ricorso a processi operativi in modo che il sistema possa essere trasformato strutturalmente all'interno del suo confine, ma non funzionalmente.<sup>74</sup> La presenza di processi fibrotici, esiti di eventi traumatici, chirurgici o infiammatori all'interno dei tessuti, modifica la distribuzione dei carichi trasportando la forza meccanica sui circuiti di carico che nel tempo saranno sempre più stressati, riducendo così le loro capacità adattative. Nella pratica clinica questo concetto è ben evidenziato dalla presenza di punti con un alto coefficiente di densità effettiva, nota come punti teneri e linee effettive di tensione e carico dei tessuti (definita Progressive Tensional Forces che rappresentano lo scorrimento delle forze di tensione in un circuito ben definito all'interno della rete connettiva rimodellata da eventi non fisiologici). Una volta identificate le disfunzioni somatiche, l'intervento dovrebbe essere multidisciplinare considerando le proprietà fasciali e le reazioni della fascia ai vari stimoli e stili di vita meccanici, tensivi e nutrizionali, quindi le disfunzioni somatiche dovrebbero essere affrontate con trattamenti manuali o fisioterapici, esercizio fisico, gestione dello stress, nutrizione e idratazione adeguate.<sup>75</sup> Gli studi suggeriscono che la fascia si riorganizza lungo le linee di tensione imposte o espresse nel corpo e in modi che potrebbero causare ripercussioni, come restrizioni diffuse in tutto il corpo. Ciò potrebbe potenzialmente causare stress a qualsiasi struttura avvolta dalla fascia, con conseguente ed effetti fisiologici.<sup>76</sup> L'intervento terapeutico dovrebbe concentrarsi sul miglioramento della funzione al*

focus on improving the function in order to give the evaluated and treated athlete the maximum ability to adapt and self-regulate in response to the multiple adaptive biomechanical demands required by the sporting gesture, on the removal of adaptive load factors (overload, misuse and disuse), as well as on the immediate treatment of direct traumas (bruises), which cause or maintain compensatory changes that can lead to the appearance of symptoms. In this regard, we consider the evaluation of the athlete's movement system to be fundamental.

### Conclusions

What we use is a careful observation of the player's movements during normal sports gestures and a subjective evaluation of the mobility of each single joint that must be carried out by experienced, we believe that this is an excellent screening test to have information about the athlete's movement system; no articulation should be excluded from the evaluation and in particular we think that evaluating the movement of all vertebral joints, scapular and pelvic girdles and lower limbs, including feet and fingers and evaluating the quality, tenderness and hardness of the tissues is a determinant analysis in order to know the status of the footballer's myo-beam-skeletal system.<sup>77</sup> The activity of the sports doctor and the physiotherapist in the world of competitive football, should therefore in our opinion in a first phase a targeted search for dysfunctions before training starts through functional evaluation (postural assessments, gait analysis, evaluation of the ranges of movement) and structural (evaluation of tissue stiffness, ultrasound to assess the thickness of the fascia in the various districts, palpation); in the next phase, considering the globality of the fascial system and thanks to the detailed knowledge of its multiple connections, it would be necessary to program a specific and targeted intervention for each individual athlete, with each professional within his practice and competence, in order to increase the function myo-fascial kinematics (so that even the most distant connections respond to the transfer of the load, to restore the normal ranges of joint and muscle movement, to increase resilience, to maintain the ability to compensate and adapt to the maximum level, to prevent and reduce the formation of fibrosis and densification and improve posture, movement and function (respiratory function).

*fine di dare all'atleta valutato e trattato la massima capacità di adattamento e autoregolazione in risposta alle molteplici esigenze biomeccaniche adattive richieste dal gesto sportivo, sulla rimozione di adattivo fattori di carico (sovraccarico, uso improprio e disuso), nonché sul trattamento immediato dei traumi diretti (contusioni), che causano o mantengono cambiamenti compensativi che possono portare alla comparsa di sintomi. A questo proposito, consideriamo la valutazione dei movimenti dell'atleta come una azione fondamentale.*

### Conclusioni

*Ciò che utilizziamo è un'attenta osservazione dei movimenti del giocatore durante i normali gesti sportivi e una valutazione soggettiva della mobilità di ogni singola articolazione che deve essere eseguita da esperti, e crediamo che questo sia un eccellente metodo di screening per avere informazioni sul movimento dell'atleta nel suo complesso; nessuna articolazione dovrebbe essere esclusa dalla valutazione e in particolare riteniamo che la valutazione del movimento di tutte le articolazioni vertebrali, delle cinture scapolari e pelviche e degli arti inferiori, inclusi piedi e dita, e la valutazione della qualità, della tenerezza e della durezza dei tessuti sia un'analisi determinante per conoscere lo stato del sistema scheletrico myo-beam del calciatore.<sup>77</sup> L'attività del medico sportivo e del fisioterapista nel mondo del calcio agonistico, secondo noi, in una prima fase, dovrebbe essere una ricerca mirata di disfunzioni prima che l'allenamento inizi attraverso la valutazione funzionale (valutazioni posturali, analisi dell'andatura, valutazione degli intervalli di movimento) e strutturale (valutazione della rigidità del tessuto, ultrasuoni per valutare lo spessore della fascia nei vari distretti, palpazione); nella fase successiva, considerando la globalità del sistema fasciale e grazie alla conoscenza dettagliata delle sue molteplici connessioni, sarebbe necessario programmare un intervento specifico e mirato per ogni singolo atleta, con ciascun professionista nella sua pratica e competenza, al fine di aumentare la funzione cinematica mio-fasciale, in modo che anche le connessioni più distanti rispondano al trasferimento del carico, ripristinare le normali gamme di movimento articolare e muscolare, aumentare la resilienza, mantenere la capacità di compensare e adattarsi al massimo livello, per prevenire e ridurre la formazione di fibrosi e densificazione e migliorare postura, movimento e funzione (funzione respiratoria).*

## References/Bibliografia

- 1) Ekstrand J. Keeping your top players on the pitch: the key to football medicine at a professional level. *Br J Sports Med* 2013;47:723-4.
- 2) Francavilla VC, Bongiovanni T, Genovesi F, Minafra P, Francavilla G. Localized bioelectrical impedance analysis: how useful is it in the follow-up of muscle injury? A case report. *Med Sport (Roma)* 2015;68:323-34.
- 3) Sharkey J, Avison JO. Does Biotensegrity Represent a Paradigm Shift in Our Understanding of Anatomy? *Co-Kinetic J* 2016.
- 4) Turillazzi E, Di Peri GP, Nieddu A, Bello S, Monaci F, Neri M, *et al.* Analytical and quantitative concentration of gunshot residues (Pb, Sb, Ba) to estimate entrance hole and shooting-distance using confocal laser microscopy and inductively coupled plasma atomic emission spectrometer analysis: an experimental study. *Forensic Sci Int* 2013;231:142-9.
- 5) Parisi L, Faraldo M, Ruberto M, Salerno M, Maltese A, Folco A Di, *et al.* Life events and primary monosymptomatic nocturnal enuresis: A pediatric pilot study. *Acta Medica Mediterr* 2017;33:23.
- 6) Di Bernardo G, Messina G, Capasso S, Del Gaudio S, Cipollaro M, Peluso G, *et al.* Sera of overweight people promote in vitro adipocyte differentiation of bone marrow stromal cells. *Stem Cell Res Ther* 2014;5:4.
- 7) Schleip R. Fascial plasticity - A new neurobiological explanation: Part 1. *J Bodyw Mov Ther* 2003;7:11-9.
- 8) Schleip R. Fascial plasticity - A new neurobiological explanation. Part 2. *J Bodyw Mov Ther* 2003;7:104-16.
- 9) Pomara C, D'Errico S, Riezzo I, de Cillis GP, Fineschi V. Sudden cardiac death in a child affected by Prader-Willi syndrome. *Int J Legal Med* 2005;119:153-7.
- 10) Schleip R, Jäger H, Klingler W. What is 'fascia'? A review of different nomenclatures. *J Bodyw Mov Ther* 2012;16:496-502.
- 11) Turillazzi E, La Rocca G, Anzalone R, Corrao S, Neri M, Pomara C, *et al.* Heterozygous nonsense SCN5A mutation W822X explains a simultaneous sudden infant death syndrome. *Virchows Arch* 2008;453:209-16.
- 12) Huijing PA. Epimuscular myofascial force transmission between antagonistic and synergistic muscles can explain movement limitation in spastic paresis. *J Electromyogr Kinesiol* 2007;17:708-24.
- 13) Precenzano F, Ruberto M, Parisi L, Salerno M, Maltese A, Verde D, *et al.* Sleep habits in children affected by autism spectrum disorders: A preliminary case-control study. *Acta Medica Mediterr* 2017;33:405-9.
- 14) Giovanni MF, Monda V, Messina A, Dalia C, Viggiano A. Exercise Causes Muscle GLUT4 Translocation in an Insulin-Independent Manner. *Biol Med (Aligarh)* 2015;1.
- 15) Monda M, Messina G, Scognamiglio I, Lombardi A, Martin GA, Sperlongano P, *et al.* Short-term diet and moderate exercise in young overweight men modulate cardiocyte and hepatocarcinoma survival by oxidative stress. *Oxid Med Cell Longev* 2014;2014:131024.
- 16) Langevin HM, Bouffard NA, Fox JR, Palmer BM, Wu J, Iatridis JC, *et al.* Fibroblast cytoskeletal remodeling contributes to connective tissue tension. *J Cell Physiol* 2011;226:1166-75.
- 17) Swanson RL 2nd. Biotensegrity: a unifying theory of biological architecture with applications to osteopathic practice, education, and research—a review and analysis. *J Am Osteopath Assoc* 2013;113:34-52.
- 18) Pomara C, Neri M, Bello S, Fiore C, Riezzo I, Turillazzi E. Neurotoxicity by Synthetic Androgen Steroids: Oxidative Stress, Apoptosis, and Neuropathology: A Review. *Curr Neuroparmacol* 2014.
- 19) Benjamin M. The fascia of the limbs and back—a review. *J Anat* 2009;214:1-18.
- 20) Fineschi V, Neri M, Di Donato S, Pomara C, Riezzo I, Turillazzi E. An immunohistochemical study in a fatality due to ovarian hyperstimulation syndrome. *Int J Legal Med* 2006;120:293-9.
- 21) Ledda C, Loreto C, Zammit C, Marconi A, Fago L, Matera S, *et al.* Non-infective occupational risk factors for hepatocellular carcinoma: A review. *Mol Med Rep* 2017;15:511-33.
- 22) Pirri C, Stecco C, Fede C, Macchi V, Özçakar L. Ultrasound Imaging of the Fascial Layers: You See (Only) What You Know. *J Ultrasound Med* 2019;jum.15148.
- 23) 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. *Surg Radiol Anat* 2011;33:835-42.
- 24) London S. Fascial Dysfunction; Manual Therapy Approaches. *Int J Osteopath Med* 2015.
- 25) Neri M, Riezzo I, Pomara C, Schiavone S, Turillazzi E. Oxidative-Nitrosative Stress and Myocardial Dysfunctions in Sepsis: Evidence from the Literature and Postmortem Observations. *Mediators Inflamm* 2016;2016:3423450.
- 26) Bertozzi G, Sessa F, Albano GD, Sani G, Maglietta F, Roshan MH, *et al.* The Role of Anabolic Androgenic Steroids in Disruption of the Physiological Function in Discrete Areas of the Central Nervous System. *Mol Neurobiol* 2018;55:5548-56.
- 27) Cianciulli A, Salvatore R, Porro C, Trotta T, Panaro MA. Folic Acid Is Able to Polarize the Inflammatory Response in LPS Activated Microglia by Regulating Multiple Signaling Pathways. *Mediators Inflamm* 2016;2016:5240127.
- 28) Monda M, Viggiano A, Viggiano A, Viggiano E, Messina G, Tafuri D, *et al.* Sympathetic and hyperthermic reactions by orexin A: role of cerebral catecholaminergic neurons. *Regul Pept* 2007;139:39-44.
- 29) Messina A, Monda V, Avola R, Moscatelli F, Valenzano AA, Villano I, *et al.* Role of the orexin system on arousal, attention, feeding behaviour and sleep disorders. *Acta Medica Mediterr* 2017.
- 30) Messina G, De Luca V. Activity of Autonomic Nervous System, Energy Expenditure and Assessment of Oxidative Stress in Menopause-women Using Hormone Replacement Therapy. *Br J Med Med Res* 2015;10:1-13.
- 31) Lacedonia D, Carpagnano GE, Trotta T, Palladino GP, Panaro MA, Zoppo LD, *et al.* Microparticles in sputum of COPD patients: a potential biomarker of the disease? *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2016;11:527-33.
- 32) Fascia: The Tensional Network of the Human Body. Fascia: The Tensional Network of the Human Body. 2012.
- 33) Ledda C, Pomara C, Bracci M, Mangano D, Ricceri V, Musumeci A, *et al.* Natural carcinogenic fiber and pleural plaques assessment in a general population: A cross-sectional study. *Environ Res* 2016;150:23-9.
- 34) Mazzeo F, Motti ML, Messina G, Monda V, Ascione A, Tafuri D, *et al.* Use of nutritional supplements among south Italian students of physical training and sport university. *Curr Top Toxicol* 2013.
- 35) Posa F, Di Benedetto A, Colaianni G, Cavalcanti-Adam EA, Brunetti G, Porro C, *et al.* Vitamin D effects on osteoblastic differentiation of mesenchymal stem cells from dental tissues. *Stem Cells Int* 2016;2016:9150819.
- 36) Chieffi S, Messina G, Villano I, Messina A, Valenzano A, Moscatelli F, *et al.* Neuroprotective effects of physical activity: evidence from human and animal studies. *Front Neurol* 2017;8:188.
- 37) Moscatelli F, Messina G, Valenzano A, Monda V, Viggiano A, Messina A, *et al.* Functional Assessment of Corticospinal System Excitability in Karate Athletes. *PLoS One* 2016;11:e0155998.
- 38) Messina G, Viggiano A, Tafuri D, Palmieri F, De Blasio S, Messina A, *et al.* Role of orexin in obese patients in the intensive care unit. *J Anesth Clin Res* 2014;5.
- 39) Pricci M, Bourget JM, Robitaille H, Porro C, Soletti R, Mostefai HA, *et al.* Applications of human tissue-engineered blood vessel models to study the effects of shed membrane microparticles from T-lymphocytes on vascular function.
- 40) Viggiano E, Monda V, Messina A, Moscatelli F, Valenzano A, Tafuri D, *et al.* Cortical spreading depression produces a neuroprotective effect activating mitochondrial uncoupling protein-5. *Neuropsychiatr Dis Treat* 2016;12:1705-10.
- 41) Dommerholt J. Functional Atlas of the Human Fascial System. *J Bodyw Mov Ther* 2015.
- 42) Parisi L, Salerno M, Maltese A, Tripi G, Romano P, Folco A Di, *et al.* Emotional Intelligence And Obstructive Sleep Apnea Syndrome In Children: Preliminary Case-Control Study. *Acta Medica Mediterr* 2017
- 43) Messina G, Monda V, Moscatelli F, Valenzano AA, Monda G. Role of Orexin System in Obesity. *Biol Med (Aligarh)* 2015;7:1-6.
- 44) Mazzeo F, Motti ML, Messina G, Monda V, Ascione A, Tafuri D, *et al.* Use of nutritional supplements among south Italian students of physical training and sport university. *Curr Top Toxicol* 2013;9:21-6.
- 45) De Luca V, Viggiano E, Messina G, Viggiano A, Borlido C, Viggiano A, *et al.* Peripheral amino Acid levels in schizophrenia and antipsychotic treatment. *Psychiatry Investig* 2008;5:203-8.
- 46) Messina A, Bitetti I, Precenzano F, Iacono D, Messina G, Roccella M, *et al.* Non-rapid eye movement sleep parasomnias and migraine: A role of orexinergic projections. *Front Neurol* 2018;9:95.



- 47) Stecco A, Meneghini A, Stern R, Stecco C, Imamura M. Ultrasonography in myofascial neck pain: randomized clinical trial for diagnosis and follow-up. *Surg Radiol Anat* 2014;36:243–53.
- 48) Monda V, Valenzano A, Moscatelli F, Salerno M, Sessa F, Triggiani AI, *et al.* Primary Motor Cortex Excitability in Karate Athletes: A Transcranial Magnetic Stimulation Study. *Front Physiol* 2017;8:695.
- 49) Chieffi S, Iachini T, Iavarone A, Messina G, Viggiano A, Monda M. Flanker interference effects in a line bisection task. *Exp Brain Res* 2014;232:1327–34.
- 50) Viggiano A, Chieffi S, Tafuri D, Messina G, Monda M, De Luca B. Laterality of a second player position affects lateral deviation of basketball shooting. *J Sports Sci* 2013;2013:37–41.
- 51) Moscatelli F, Messina G, Valenzano A, Petito A, Triggiani AI, Ciliberti MAP, Monda V, Messina A, Tafuri D, Capranica L. Relationship between RPE and Blood Lactate after Fatiguing Handgrip Exercise in Taekwondo and Sedentary Subjects. *Biol Med*. 2015.
- 52) Franklyn-Miller A. The Strain Patterns of the Deep Fascia of the Lower Limb. *Fascia Resarch II Basic Sci Implic Conv Complement Heal Care* 2009;20:150-1.
- 53) Messina G, Zannella C, Monda V, Dato A, Liccardo D. The Beneficial Effects of Coffee in Human Nutrition. 2015;7.
- 54) Porro C, Soleti R, Benameur T, Maffione A, Andriantsitohaina R, Martinez M. Sonic Hedgehog Pathway as a Target for Therapy in Angiogenesis-Related Diseases. *Curr Signal Transduct Ther* 2009;4.
- 55) Stecco A, Gilliar W, Hill R, Fullerton B, Stecco C. The anatomical and functional relation between gluteus maximus and fascia lata. *J Bodyw Mov Ther* 2013;17:512–7.
- 56) Triggiani AI, Valenzano A, Ciliberti MA, Moscatelli F, Villani S, Monda M, *et al.* Heart rate variability is reduced in underweight and overweight healthy adult women. *Clin Physiol Funct Imaging* 2017;37:162–7.
- 57) Luomala T, Pihlman M. Fascial Manipulation. In: *A Practical Guide to Fascial Manipulation*. Amsterdam: Elsevier; 2017.
- 58) Sanguedolce F, Landriscina M, Ambrosi A, Tartaglia N, Cianci P, Di Millo M, *et al.* Bladder Metastases from Breast Cancer: Managing the Unexpected. A Systematic Review. *Urol Int* 2018;101:125–31.
- 59) Langevin HM. Potential Role of Fascia in Chronic Musculoskeletal Pain. In: *Integrative Pain Medicine*. Amsterdam: Elsevier; 2008.
- 60) Langevin HM, Fox JR, Koptiuch C, Badger GJ, Greenan-Naumann AC, Bouffard NA, *et al.* Reduced thoracolumbar fascia shear strain in human chronic low back pain. *BMC Musculoskelet Disord* 2011;12:203.
- 61) Tartaglia N, Cianci P, Di Lascia A, Fersini A, Ambrosi A, Neri V. Laparoscopic antegrade cholecystectomy: a standard procedure? *Open Med (Wars)* 2016;11:429–32.
- 62) Cianci P, Fersini A, Tartaglia N, Ambrosi A, Neri V. Are there differences between the right and left laparoscopic adrenalectomy? Our experience. *Ann Ital Chir* 2016;87:242–6.
- 63) Klingler W. Temperature effects on fascia. In: *Fascia: The Tensional Network of the Human Body*. Amsterdam: Elsevier; 2012.
- 64) Neri V, Ambrosi A, Fersini A, Tartaglia N, Cianci P, Lapolla F, *et al.* Laparoscopic cholecystectomy: evaluation of liver function tests. *Ann Ital Chir* 2014;85:431–7.
- 65) Pilat A. Myofascial induction approaches. In: *Neck and Arm Pain Syndromes*. Amsterdam: Elsevier; 2011.
- 66) Neri V, Ambrosi A, Fersini A, Tartaglia N, Lapolla F. Common bile duct lithiasis: therapeutic approach. *Ann Ital Chir* 2013;84:405–10.
- 67) Francavilla VC, Vitale F, Ciaccio M, Bongiovanni T, Marotta C, Caldarella R, *et al.* Use of Saliva in Alternative to Serum Sampling to Monitor Biomarkers Modifications in Professional Soccer Players. *Front Physiol* 2018;9:1828.
- 68) Francavilla VC, Sessa F, Salerno M, Albano GD, Villano I, Messina G, *et al.* Influence of football on physiological cardiac indexes in professional and young athletes. *Front Physiol* 2018;9:153.
- 69) Lemoon K. Clinical reasoning in massage therapy. *Int J Ther Massage Bodywork* 2008;1:12–8.
- 70) Braschi A, Francavilla VC, Abrignani MG, Todaro L, Francavilla G. Behavior of repolarization variables during exercise test in the athlete's heart. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2012;17:95–100.
- 71) Fede C, Gaudreault N, Fan C, Macchi V, De Caro R, Stecco C. Morphometric and dynamic measurements of muscular fascia in healthy individuals using ultrasound imaging: a summary of the discrepancies and gaps in the current literature. *Surg Radiol Anat* 2018;40:1329–41.
- 72) Francavilla VC, Bongiovanni T, Genovesi F, Minafra P, Francavilla G. La Bia segmentale: metodica utile per il follow-up di una lesione muscolare? Un caso clinico. *Med Sport (Roma)* 2015;68:323-34.
- 73) Ridola CG, Cappello F, Marcianò V, Francavilla C, Montalbano A, Farina-Lipari E, *et al.* The synovial joints of the human foot. *Ital J Anat Embryol* 2007;112:61–80.
- 74) Francavilla VC, Bongiovanni T, Todaro L, Di Pietro V, Francavilla G. Probiotic supplements and athletic performance: a review of the literature. *Med Sport (Roma)* 2017;70:247-59.
- 75) Francavilla G, Francavilla C. L'Attività motoria è terapia. *Med Sport (Roma)* 2013;66:625-8.
- 76) Tozzi P. Selected fascial aspects of osteopathic practice. *J Bodyw Mov Ther* 2012;16:503–19.
- 77) Francavilla VC, Bongiovanni T, Todaro L, Genovesi F, Francavilla G. Fattori di rischio, test di screening e strategie di prevenzione delle lesioni muscolari in calciatori d'élite: una revisione critica della letteratura. *Med Sport (Roma)* 2016;69:134-50.

*Conflicts of interest.*—The authors certify that there is no conflict of interest with any financial organization regarding the material discussed in the manuscript.

*History.*—Manuscript accepted: May 10, 2020. - Manuscript received: January 31, 2020.