

ANNA MIKOŁAJCZYK<sup>1,3</sup>, MAREK KOCIĘCKI<sup>2</sup>, ALEKSANDRA ZAKLUKIEWICZ<sup>1,3</sup>,  
MARIUSZ LISTEWNIK<sup>3</sup>, MAGDALENA GĘBSKA<sup>4</sup>

## ZASTOSOWANIE KONCEPCJI TENSEGRACJI STRUKTURALNEJ W MANIPULACJACH POWIĘZIOWYCH<sup>©</sup> WEDŁUG STECCO

### USE OF THE STRUCTURAL TENSEGRATION CONCEPT IN THE STECCO FASCIAL MANIPULATION METHOD

<sup>1</sup> Samodzielna Pracownia Rehabilitacji Medycznej Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie  
ul. Żołnierska 54, 71-210 Szczecin  
Kierownik: dr n. med. *Iwona Rotter*

<sup>2</sup> Grupa LuxMed Szczecin  
ul. Odzieżowa 12a, 71-502 Szczecin

<sup>3</sup> Klinika Kardiochirurgii Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie  
al. Powstańców Wlkp. 72, 70-111 Szczecin  
Kierownik: prof. dr hab. n. med. *Mirosław Brykczyński*

<sup>4</sup> Samodzielna Pracownia Fizjoterapii i Odnowy Biologicznej Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie  
ul. Żołnierska 48, 71-210 Szczecin  
Kierownik: dr n. med. *Ewelina Żyżniewska-Banaszak*

#### Summary

Low therapeutic efficacy in a number of cases involving the musculoskeletal system may be caused by a wrong diagnosis, the misunderstanding of the essence of the problem, pathogen or improper treatment. Therapy may be applied to the wrong area (at the site of pain) or may cover an area that is too small. The paper presents the theory of structural tensegrity (along with the anatomical and physiological grounds), which is based on a number of modern holistic therapies. One such method is the method of fascial manipulation by Stecco, described in outline in this article. This article also describes the structure and functions of the fascia since understanding of this structure was the cause of the emergence of new concepts and therapies.

**Key words:** fascial manipulation – fascia – structural tensegration – soft tissue therapy – anatomy trains.

#### Streszczenie

W wielu przypadkach dotyczących układu ruchu niska skuteczność terapeutyczna spowodowana jest błędną

diagnozą, niezrozumieniem istoty problemu, patogenu bądź nieodpowiednią terapią, która odbywa się w niewłaściwej lokalizacji (w miejscu występowania bólu) lub obejmuje swoim zasięgiem zbyt mały obszar.

W pracy opisano powody takiego stanu rzeczy. Przedstawiono teorię tensegracji strukturalnej (wraz z anatomicznym i fizjologicznym jej uzasadnieniem), na której opiera się wiele nowoczesnych terapii holistycznych. Jedną z takich metod jest metoda Manipulacje Powięziowe © wg Stecco. W pracy przedstawiono także budowę i funkcje powięzi, ponieważ właśnie wzrost świadomości w zakresie tej struktury był przyczyną powstania nowych koncepcji i terapii.

**H a s ł a:** manipulacje powięziowe – powięź – tensegracja strukturalna – terapia tkanek miękkich – łańcuchy anatomiczne.

#### Wstęp

Od początku XXI w. znacznie wzrosła wiedza na temat powięzi, do czego przyczyniło się m.in.: skonstruowanie urządzeń umożliwiających obserwacje powięzi w jej naturalnym środowisku, czyli wewnątrz żyjącego organizmu, a także lawinowy wzrost liczby badań nad powięzią

i publikacji jej dotyczących. Ukoronowaniem gwałtownego wzrostu zainteresowania naukowców tematem powięzi był 1<sup>st</sup> International FasciaResearchCongress, który odbył się w październiku 2007 r. w Harvard Medical School. Kongres odbył się pod hasłem „Powięź – Kopciuszek nauk ortopedycznych”. Powięź przestano traktować wyłącznie jako łącznotkankowe opakowanie ważnych narządów. Wiadomo zaczęło być, że spełnia ona ważną rolę mechaniczną (przenoszenie napięć), ale również receptorową i jest głównym informatorem układu nerwowego, dostarczając mu informacje na temat najmniejszych części organizmu.

Powstało wiele koncepcji biomechanicznych oraz metod terapeutycznych uwzględniających rolę i znaczenie powięzi. Jedną z takich metod są Manipulacje Powięziowe wg Luigiiego Stecco.

### Powięź, jej funkcja i charakterystyka

Fakt, że tkanka łączna tworzy sieć wypełniającą całe ciało na poziomie komórkowym, tkankowym i narządowym [1] powoduje, że każdy ruch ma wpływ na funkcjonowanie wszystkich struktur ciała, a patologie na którymkolwiek z poziomów organizacji struktur układu ruchu będą powodować zaburzenia na pozostałych poziomach. Tkanka łączna oprócz funkcji strukturalnej pełni również funkcję ochronną oraz morfogenetyczną polegającą na organizowaniu, stymulacji wzrostu i różnicowaniu tanek otaczających [2].

Tkanka może przybierać różne formy. Zależą one od rodzajów komórek, typów włókien w niej występujących, proporcji ilościowych między włóknami oraz sposobów ich utkania. Na formę tkanki ma również ogromny wpływ postać, w jakiej występuje macierz.

Istotną rolę w przenoszeniu obciążeń, które powstają w wyniku wykonywanego ruchu oraz działania siły grawitacji (stabilizacja ciała), pełni macierz zewnątrzkomórkowa (*extracellularmatrix* – ECM). Wypełnia ona przestrzeń międzykomórkową. W skład ECM wchodzi wytwory tkanki łącznej, takie jak: kolagen, elastyna, włókna retikuliny oraz substancja podstawowa [2]. Oprócz przenoszenia obciążeń, ECM pełni jeszcze inną funkcję mechaniczną polegającą na utrzymaniu kształtu różnych składowych tkanki. Macierz międzykomórkowa odpowiada również za zapewnienie zanurzonemu w niej komórkom odpowiednich warunków fizykochemicznych. Utrzymuje ona odpowiednie ich uwodnienie, stężenie jonów, co warunkuje swobodny przepływ składników odżywczych i metabolitów.

W zależności od typu tkanki łącznej występują w niej różne rodzaje komórek, produkujące charakterystyczne dla nich włókna. Decydującą rolę w układzie ruchu pełni tkanka łączna włóknista. Jej komórki to fibroblasty tworzące większość elementów włóknistych i międzywłóknistych. Jej produkty włókniste to kolagen, elastyna i retikulina (występująca od okresu zarodkowego i stopniowo przekształcająca się w dojrzały kolagen). Elastyna występuje wszędzie tam,

gdzie potrzebna jest elastyczność tkanki. Natomiast kolagen jest włóknem białkowym występującym najbardziej powszechnie w powięzi.

Wodny żel stanowiący substancję podstawową jest mieszką mukopolisacharydów i glikoaminoglikanów, takich jak: kwas hialuronowy i chondroitynosiarkowy oraz siarczan keratanu i heparyny. Substancja podstawowa stanowi część bariery immunologicznej (ochrona przed bakteriami) oraz zapewnia dystrybucję metabolitów. Wymiana substancji potrzebnych do prawidłowego funkcjonowania komórek możliwa jest dzięki istnieniu ich skupisk, co umożliwia proteoglikany stanowiące rodzaj spoiwa. Substancja podstawowa wraz z całą tkanką łączną jest ciągle poddawana różnym obciążeniom. Przy długotrwałych przeciążeniach dochodzi do zjawiska tiksotropii, czyli przejścia żelu w mniej uwodniony żół, który jest zbiornikiem metabolitów i toksyn [3].

W czasie całego życia ludzkie ciało podlega ciągłemu przebudowywaniu (wzrost, zmiany wagi), zmiennym obciążeniom lub urazom. Na wszystkie te czynniki odpowiada ono za pomocą różnych mechanizmów adaptacyjnych oraz naprawczych. Wszystkie siły działające na tkankę łączną powodują odkształcanie cząsteczek oraz połączeń między nimi. Wzbudzany wówczas ładunek piezoelektryczny stymuluje komórki do produkcji, co powoduje zmiany w strukturze tkanki [2]. Stres, przeciążenia statyczne i dynamiczne, brak ruchu, urazy czy aktywność fizyczna mogą powodować zmiany w strukturze tkanki łącznej. Nadmierne, długotrwałe utrzymywanie mięśni w skróceniu (długotrwała, jednostajna praca mięśniowa lub brak ruchu) lub nadmierne rozciągnięcie mięśni wywołują wyładowania piezoelektryczne przebiegające przez powięź w okolicy mięśni oraz wzdłuż pasm (meridianów) mięśniowo-powięziowych [3]. Wyładowania te stymulują fibroblasty do produkcji kolagenu wzmacniającego przeciążone pasma. Wyprodukowane włókna kolagenowe ulegają spolaryzowaniu i układają się wzdłuż linii sił wywołujących wzbudzenie ładunku piezoelektrycznego. Jednocześnie przeciążenie mięśni powoduje zmniejszenie elastyczności macierzy wokół mięśni (wzmocnienie kleju międzywłóknistego). Wywołane przeciążeniem niedokrwienie i zaburzenie funkcji mięśni powodują powstanie punktów spustowych oraz zmniejszają siłę mięśni.

Patogen występujący przez długi czas powoduje, że mięsień nie będzie w stanie wrócić do swojej wyjściowej postaci bez zastosowania odpowiednich technik terapeutycznych (energizacja mięśni, manipulacja powięzi, uwalnianie mięśniowo-powięziowe czy *stretching*) wykonywanych w taki sposób, aby mogło dojść do wypełnienia powstałej dzięki tym zabiegom wolnej przestrzeni nowymi komórkami i sarkomerami [4]. Niebezpieczeństwem podczas terapii jest możliwość rozerwania powięzi podczas zbyt szybkiej próby jej rozciągnięcia, gdyż traci ona wtedy naturalne dla siebie plastyczność i deformowalność, które umożliwiają jej zmianę swojej długości w trwały sposób [5]. Po odkształceniu powięzi nie jest w stanie od razu wrócić do swojego pierwotnego kształtu. Po odpowiednio długo trwającym zbliżeniu dwóch warstw powięziowych istnieje możliwość

powstania nowych włókien łączących dany obszar [2], nie jest to jednak tożsame z elastycznym powrotem tkanki do pozycji wyjściowej. Skutki przeciążeń mięśniowych są zwykle odwracalne, ale tylko przy wystąpieniu elementów niezbędnych dla skutecznej terapii:

- ponownego otwarcia tkanek ułatwiających przepływ płynów,
- odtworzenia funkcji mięśni i połączeń sensomotorycznych,
- zmniejszenia biomechanicznych połączeń mięśni.

### Sieci – struktury integrujące ciało

Terapia holistyczna to wspólna cecha większości współczesnych osteopatycznych, jak i tradycyjnych manualnych i fizjoterapeutycznych metod terapeutycznych. Polega ona na analizowaniu ciała pacjenta oraz jego problemu w ujęciu globalnym. Koniecznym jest znalezienie struktur, które dzięki swojej budowie i funkcjonalności również mają wpływ na organizm w ujęciu globalnym. Zdaniem *Myersa* w ciele ludzkim można wyodrębnić trzy takie struktury, które nazwał sieciami [3]: sieć nerwową, płynną (naczyniową) oraz włóknistą.

Elementy układu nerwowego występują w każdej części i okolicy ciała. Układ nerwowy jest odpowiedzialny za zbieranie i analizę niezliczonej ilości danych oraz za koordynowanie za pomocą czynników chemicznych (hormonów) i mechanicznych (mięśni) działania wszystkich struktur w odpowiedzi na zmiany warunków środowiska zewnętrznego i wewnętrznego.

Naczynia krwionośne, zbiornik płynu mózgowo-rdzeniowego oraz układ limfatyczny stanowią sieć płynną. Jest ona odpowiedzialna za kontakt każdej żywej komórki ze środowiskiem dla niej zewnętrznym poprzez dostarczanie składników odżywczych i tlenu oraz usuwanie toksycznych produktów powstałych w wyniku przemiany materii.

Kolejną siecią odwzorowującą szczegółowo ludzkie ciało jest sieć włóknista. Tkanka łączna włóknista znajduje się w niemal wszystkich strukturach ciała. Włókna kolagenowe, elastyczne bądź retikulino-wchodzą w skład kości, ścięgien, skóry, torebek stawowych. Jako śródmięśniowa, omięśniowa i namięśniowa tkanka łączna tworzy kształt mięśni oraz przenosi siły w nich generowane. Stanowi osłonkę włókien nerwowych, okrycie narządów wewnętrznych i ich zespołów (osierdzia, płucnej, otrzewnej). Wraz z nabłonkiem wyściela jamy i przewody ciała. Bardzo istotną dla terapii cechą tkanki łącznej włóknistej jest jej nieprzerwana ciągłość. To oznacza, że wszystkie jej fragmenty są ze sobą mniej lub bardziej powiązane. Stanowi najbliższe środowisko zarówno narządów, jak i wszystkich komórek. A zatem zarówno odkształcenie, jak i zmiana funkcjonowania jednego z elementów sieci będą odkształcać i zmieniać funkcjonowanie innych elementów mających kontakt z tą siecią. Należy pamiętać, że powięź to nie tylko łącznotkankowe rusztowanie i opakowanie mięśni oraz narządów, ale pełni

też ona ważną rolę funkcjonalną. Prędkość rozchodzenia się impulsów nerwowych we włóknach zmielinizowanych jest znacznie większa niż we włóknach niezmielinizowanych, a patologie komórek glejowych są patogenem wielu chorób, jak np. choroba Parkinsona czy stwardnienie rozsiane.

Styk powierzchni błon łącznotkankowych stanowi rodzaj stawów międzynarządowych. Biorąc pod uwagę fakt, że w ramach własnej aktywności (np. oddychanie) narządy wykonują ok. 20 000 ruchów na dobę można sobie wyobrazić, że każde sklejenie tkankowe będzie te ruchy ograniczało oraz zmieniało trajektorię tych ruchów, co ma ogromny wpływ na funkcjonowanie narządów oraz otaczający te narządy układ mięśniowy [6].

Reasumując, sieci nerwowa, płynna i włóknista, labilne w mikroskali, ale stabilne w większych elementach są kompleksowe. Wszystkie trzy sieci przenikają się nawzajem anatomicznie i funkcjonalnie, a także w skoordynowany sposób ze sobą współpracują i komunikują. Jednak w każdej sieci komunikacja przebiega w odmienny sposób. W układzie nerwowym nie ma możliwości różnicowania wielkości bodźców poprzez jego natężenie lecz poprzez częstotliwość wyładowań. Zatem komunikacja odbywa się w systemie binarnym (0–1). Większy hałas lub bardziej jaskrawe światło nie zwiększą siły bodźca, ale zwiększą częstotliwość pobudzania ośrodka odbierającego i na tej podstawie bodziec zostanie zinterpretowany jako silniejszy. W sieci płynnej informacjami są zmiany chemiczne przepływających płynów. W związku z tym informacje są bardziej zróżnicowane i bezpośrednie. Informacja przechwycona w układzie nerwowym bez znajomości odpowiedniego kodu będzie niezrozumiała. Informacja w układzie płynnym jest łatwa do odczytania. Analiza składu krwi daje pełne informacje na temat niedoboru lub nadmiaru konkretnych składników. W układzie powięziowym informacje przekazywane są w sposób mechaniczny, poprzez kompresje i napięcie. Z powodu ciągłości sieci informacje te przekazywane są w obrębie całej sieci, zarówno na poziomie makro, jak i na poziomie komórkowym. Przekaz ten nie jest jednak taki sam jak przekaz przy udziale rozciągających narządów czucia proprioceptywnego (wrzecionka nerwowo-mięśniowe, aparat Golgiego i inne), dostarczających informacji na temat stanu układu mięśniowo-powięziowego do układu nerwowego. W układzie powięziowym informacje przenoszone są w prosty i bezpośredni sposób, poprzez zmiany napięć przebiegających w obrębie oczek tkanki łącznej i macierzy, bezpośrednio od włókna do włókna i od komórki do komórki [7]. Ten sposób komunikowania odbywa się poza kontrolą świadomości. Schematy napięć zapisywane są w ciekłych kryształkach tkanki łącznej, tworząc indywidualny wzorzec postawny i ruchowy.

Oprócz sposobu przenoszenia informacji we wszystkich sieciach, różna jest również szybkość jej przepływu. Tradycyjnie uważa się, że najszybszy jest układ nerwowy, w którym impulsy przebiegają z prędkością nawet do 270 km na godzinę. A zatem są to reakcje mierzone w milisekundach. Układ płynny nie jest już tak szybki. Poszczególne

krwinki wracają do serca co 1,5 min. Niektóre z mechanizmów regulacyjnych działają w jeszcze mniejszym tempie. Na przykład, poziom glukozy zmienia się w cyklach godzinnych. Również czas reakcji na bodziec nie jest tak krótki, jak w układzie nerwowym, a skutki takiej reakcji utrzymują się znacznie dłużej niż w tym układzie. W sieci powięziowej przesył odbywa się w różnych trybach. Napięcia i kompresje w postaci mechanicznych wibracji rozchodzą się z prędkością zbliżoną do prędkości dźwięku. Informacje dotyczące kompensacji strukturalnych trwają o wiele dłużej. Przeciężenie lub uraz danej okolicy ciała mogą wywołać zespoły bólowe pojawiające się wiele miesięcy później, w zupełnie innej okolicy ciała. Z tego powodu ważne jest zebranie w toku wywiadu z pacjentem informacji dotyczących chorób i urazów z przeszłości.

„Tkankę łączną można uznać za dynamiczną, reagującą sieć, przesyłającą i przechowującą informacje mechaniczne. Rodzaj meta membrany składającej się z kryształków półprzewodników zawartych w macierzy pozakomórkowej” [8].

Żadna ze struktur w organizmie ludzkim nie działa w oderwaniu od innych. Dotyczy to również wymienionych sieci. W odniesieniu do układu ruchu właściwe byłoby rozpatrywanie sieci nerwowej i włóknistej jako jednej sieci nerwowo-mięśniowo-powięziowej. Taki kompleks anatomiczno-funkcjonalny pozwala na skuteczne i wszechstronne reakcje na zmiany w otaczającym środowisku [9]. Informacje z sieci nerwowej i włóknistej przenikają się nawzajem, często mogą się pojawiać w tym samym czasie.

Każda z sieci posiada również struktury do komunikowania się z pozostałymi. Transmityery te mają wpływ na zmianę innych sieci oraz informują je o własnym stanie. Hormony i neurotransmityery przekazują informacje na temat sieci neurologicznej do układu płynnego. Z kolei sieć płynna przekazuje informacje na swój temat za pośrednictwem neuropeptydów i innych związków chemicznych, podobnych do hormonów. Poprzez naczynia krwionośne sieć neurologiczna i włóknista zaopatrywana jest w składniki odżywcze i tlen, a zmiana składu chemicznego płynów wpływa na napięcie fibroblastów. Sieć płynna jednocześnie utrzymuje napięcie w obrębie ciśnieniowego systemu „opakowań”. Rolą sieci włóknistej jest sterowanie przepływem płynów za pomocą skurczu i rozkurczu naczyń krwionośnych. Dzięki nerwom motorycznym otrzymuje informacje z układu nerwowego, wpływające na zmianę napięcia mięśniowego. Układ włóknisty jest najbardziej zróżnicowanym organem czuciowym. Receptory rozciągowe są trzykrotnie liczniejsze niż ich odpowiedniki należące do obwodowego układu nerwowego [10].

### Integracja strukturalna

Integracja strukturalna to teoria biomechaniczna, określana terminem tensegracji. Powstał on z połączenia dwóch pojęć – integracji i napięcia. Pojęcia te oddają całą ideę tej teorii. Według niej równowaga w ciele ludzkim jest

zachowywana dzięki występowaniu sił ściskających oraz równoważących je sił napięciowych. Zdaniem *Fullera* „tensegracja opisuje zasady związków strukturalnych, których kształt strukturalny jest gwarantowany przez skończenie zamknięte, całkowicie ciągle napięciowe zachowania systemu, a nie przez nieciągłe i wyłącznie lokalne wzorce kompresyjne poszczególnych elementów” [11].

Kompresja i napięcie to dwie formy podparcia zapewniające ciało utrzymanie równowagi morfologicznej i mechanicznej. Układ mięśniowo-powięziowy tworzy stałą sieć, która z jednej strony ogranicza, a jednocześnie pozwala na dopasowanie napięć wokół kości, chrząstek oraz niekompresowanych, „płynnych” narządów, otoczonych tkanką łączną i mięśniami napierającymi na błony ograniczające napięcie.

Według modelu tensegracyjnego siły nie są lokalizowane, ale przenoszone. Napięcia między dwoma punktami przenoszone są najkrótszą drogą. To wymusza takie ustawienie elastycznych elementów struktur tensegracyjnych, aby maksymalnie przeciwdziałały one obciążeniom. Taki układ zapewnia dużą wytrzymałość przy użyciu małej ilości materiału. Elementy kompresyjne są wtopione, zawieszony w układach stałych napięć. Stanowią one źródło sił, których wektor skierowany jest na zewnątrz, przeciw elementom napięciowym, których wektor sił skierowany jest do środka. Wartości tych sił są zrównoważone, co zapewnia całej konstrukcji stabilność. Takie rozłożenie sił zapobiega uszkodzeniu fragmentu konstrukcji, na który działa obciążenie. Obciążenie zostanie równomiernie przeniesione, czasem na odległe elementy konstrukcji, wzdłuż linii napięcia. Dlatego uszkodzenia w układzie ruchu nie muszą powstawać w odpowiedzi na lokalne przeciężenia, ale mogą być wynikiem długotrwałych przeciężań w innych okolicach ciała. Zwykle miejsce uszkodzenia to najsłabszy punkt konstrukcji, którego osłabienie jest wynikiem wrodzonej dysfunkcji lub wcześniejszych uszkodzeń.

W ciele ludzkim, rozpatrywanym jako konstrukcja tensegracyjna, kości to elementy kompresyjne (mogące również przenosić napięcia), a system mięśniowo-powięziowy stanowi elementy napięciowe. Do grupy elementów napięciowych zaliczyć można również jamy ciała. Zarówno te duże: jama brzuszna, opłucnowa, osierdziowa, jak i te małe: komórki i wakuole. A zatem nie należy traktować kręgosłupa jako stabilną kolumnę, na której zawieszony są tkanki miękkie, ale jako konstrukcję, w której zrównoważone napięcie tkanek miękkich zapewnia utrzymanie pionowego ustawienia kręgosłupa oraz innych elementów kostnych. Elementy kompresyjne chronią konstrukcję przed zapadnięciem się, a elementy napięciowe utrzymują elementy kompresyjne (kości) w odpowiednich pozycjach i odległościach między sobą. Chcąc zmienić podczas terapii ułożenie kości, należy zmienić napięcia w układzie mięśniowo-powięziowym. Odształcenia elementów kostno-stawowych (np. skrzywiony kręgosłup) nie są problemem, jeśli do takiego ich ustawienia dopasowane zostanie napięcie elementów elastycznych.

## Manipulacje powięziowe wg Stecco

Manipulacje powięziowe to metoda terapeutyczna stworzona przez Luigiego Stecco w oparciu o koncepcję łańcuchów mięśniowych, czy też taśm anatomicznych oraz o teorię tensegracji. Podłożem do pracy w Manipulacjach Powięziowych jest powięź głęboka, która nie jest traktowana przez *Stecco* jako jednorodna błona. Powięź wg *Stecco* to element, który:

- koordynuje jednostki motoryczne, skupione w jednostce mięśniowo-powięziowej (MP),
- jednoczy jednokierunkowe łańcuchy mięśniowe (sekwencje MP),
- łączy stawy za pomocą troczków (spirale MP) [12].

Jednostka mięśniowo-powięziowa składa się z jednostek motorycznych, poruszających dany segment ciała w jednym kierunku wraz z powięzią łączącą grupy jednostek motorycznych, które wywierają siły skierowane w tym samym kierunku. *Stecco* wyodrębnił w ciele ludzkim segmenty ruchowe, które można traktować jak stawy. W każdym z wyznaczonych segmentów ruch koordynowany jest przez 6 jednokierunkowych MP. W ten sposób *Stecco* wyznaczył 84 MP.

W ramach każdego MP można wyróżnić:

a) jedno- (krótkowektorowe) i dwustawowe (długowektorowe) włókna mięśniowe. Przesuwając się w powięziowych pochwach, kontrolują one ruch w ten sposób, że pomiędzy dwoma głównymi wektorami każdej MP znajdują się małe, utworzone przez pojedyncze włókna mięśniowe nieco od siebie oddalone. Taka kontrola segmentu przypomina stabilizację masztu przez stalowe linki rozpięte w różnych kierunkach;

b) głębokie włókna mięśniowe, które poprzez elementy łącznotkankowe (śródmięsna, omięsna, namięsna) przekazują napięcie do powierzchniowych warstw powięzi. W każdym mięśniu istnieje wiele łącznotkankowych elementów, które dzięki zachowanej ciągłości zapewniają skoordynowaną aktywność tych wektorów podczas czynności ruchowej oraz podczas stabilizacji. Komponenty łącznotkankowe są rodzajem elastycznego szkieletu, do którego przymocowane są włókna i wrzeciona mięśniowe. Rolą tej tkanki (stanowiącej ciągłość ze ścięgnami) jest rozprowadzanie siły mięśniowej. Dzięki ciągłości tkanki łącznej możliwe jest przekazywanie skurczów wrzecion mięśniowych z głębokich do powierzchniowych warstw oraz pasywnego napięcia powięzi w odwrotnym kierunku. W układzie tym napięcie nie jest rozpraszane tylko koordynowane przez określone centrum koordynacji (CC);

c) włókna mięśniowe agonistycznej MP, przyczepiające się do powięzi antagonistycznej MP. Mięśnie antagonistyczne napinając powięź, dają poprzez stabilizację wsteczną powięzi oparcie dla skurczu agonistów.

Impulsy z motoneuronu gamma stymulują do skurczu wrzeciona mięśniowe (przyczepiające się do śródmięsnej), które napinają całą strukturę powięzi. Wektory sił wywołujących napięcie zbiegają się w jednym punkcie – CC. Centrum koordynacji poprzez łączenie aktywności określonych

jednostek motorycznych regulują jednokierunkowe włókna mięśniowe pojedynczej MP. Zdolność do adaptacji CC do trakcji wrzecion mięśniowych pozwala im synchronizować pracę włókien mięśniowych w większym stopniu niż poprzez aferentne impulsy z wolnych zakończeń nerwowych. W czasie skurczu wrzecion mięśniowych pobudzone są zakończenia pierścieniowo-spiralne. Aferentne włókna nerwowe typu Ia i Ib (przyczepiające się do tych zakończeń) wysyłają impulsy do rdzenia kręgowego. W tym momencie rozpoczyna się, za pośrednictwem włókien alfa, faza kurczliwa. Zaburzenie tej aktywności objawia się bólem stawu [12].

Przewlekłe przeciążenia, urazy, zaburzenia o podłożu metabolicznym są przyczyną powstawania detyfikacji powięzi. Jest to zjawisko zagęszczenia substancji podstawowej. Jednocześnie dochodzi do zmiany orientacji włókien kolagenowych oraz zwiększenia ich liczby. Zagęszczone CC traci zdolność dostosowania się do napięć wrzecion mięśniowych. W wyniku tego kurczy się tylko część włókien mięśniowych jednostki MP, co zmienia kierunek działania sił na staw.

Zagęszczone CC nie są miejscami występowania dolegliwości bólowych. Ból koncentruje się w tzw. centrach percepcji (CP) znajdujących się w obrębie torebki stawowej. Połączone z mięśniami szkieletowymi mają z nimi wspólne unerwienie.

Sumując sygnały pochodzące z komponentów stawowych, CP odbiera ruchy stawu. Powięź połączona ze ścięgnami, więzadłami i torebką stawową nadaje znaczenie kierunkowe sygnałom dochodzącym do tych struktur. Niefizjologiczne napięcia tkanek miękkich wokół CP będą odbierane przez właściwe receptory, co wywoła odczucie bólu. Ponieważ jednak detyfikacja powstaje w CC, działania terapeutyczne dotyczy przyczyny dolegliwości, czyli zagęszczonego CC, a nie bolesnego CP.

Ponieważ naturalne wzorce ruchowe oparte są na płaszczyznach diagonalnych, podczas wykonywania czynności ruchowych często dochodzi do nakładania się sąsiadujących MP. W małych obszarach powięzi, w których schodzą się wektory kilku segmentarnych jednostek i zbiegają się wielokierunkowe wektory proksymalnych oraz dystalnych segmentów, zlokalizowane są centra połączeń (CF). W CF koordynowane są pośrednie włókna mięśniowe aktywowane na styku między jednostkami MP. Obszary te zlokalizowane są w okolicy ścięgien, stawów, w troczkach i wzdłuż linii połączeń niektórych mięśni tułowia. Są zaangażowane w czasie wykonywania gestów i złożonych ruchów. Pełnią też ważną rolę w utrzymaniu postawy, stabilizacji niektórych segmentów ciała w czasie wykonywania jednokierunkowych ruchów. Współodpowiadają również za regulowanie pionowej postawy ciała.

## Patologia

Substancja podstawowa obszaru CC może ulegać modyfikacji poprzez długo oddziałujące na nią różnego rodzaju bodźce (mechaniczne, termiczne lub chemiczne). Większość

urazów skutkuje we wczesnej fazie wystąpieniem stanu zapalnego i obrzęku. Konieczne jest odciążenie uszkodzonego miejsca. Dzięki temu oraz dzięki zwiększonej aktywności fibroblastów następuje naprawa uszkodzenia. Aby wyprodukowane przez fibroblasty włókna kolagenowe ułożyły się wzdłuż linii działania trakcji według wzorca fizjologicznego, konieczne jest wykonywanie fizjologicznych ruchów [13]. Po uszkodzeniu, w jego okolicy dochodzi do czasowego przerostu tkanki łącznej, ale przy zrównoważonym napięciu po obu stronach ciała nie prowadzi to do dekompensacji. Jednak często występujące stany zapalne powodują nadprodukcję fibronektyny. Dodatkowo włókna te nie układają się w liniowy sposób, tylko ich orientacja przestrzenna jest zupełnie chaotyczna. Powodem takiego ułożenia włókien jest fakt przyjmowania niewłaściwej postawy lub wręcz długotrwałe unieruchomienie pewnych segmentów ciała w obronie przed bólem [14]. Ponieważ nadmiar włókien kolagenowych nie jest rozpoznawany przez układ nerwowy, dasyfikacje powięziowe nie mogą zostać usunięte w procesie samoleczenia. Takie zmiany na powięzi (nadmiar włókien kolagenowych oraz zagęszczenie macierzy) są wyczuwalne palpacyjnie jako bolesne, nieruchome zgrubienia o różnym kształcie. Zmiany te mogą zostać usunięte jedynie dzięki zastosowaniu odpowiednich manipulacji modyfikujących ich strukturę [1].

Zmienione CC oprócz bólu (CP) mogą być przyczyną różnych dysfunkcji, np. zablokowania ruchu w stawie. Świeże zablokowanie jest możliwe do bezpośredniego zmobilizowania z bardzo dobrym rezultatem. Dzięki odblokowaniu stawu redukcji ulega aferentna impulsacja nocycetywna, co z kolei likwiduje wzmożone napięcie MP. Jednak w stanie przewlekłym należy poddać terapii zagęszczone CC. Manipulacja polegająca na rozcieraniu tkanki w obrębie zagęszczonego CC powinna być odpowiednio długa, aby wytworzyła się wyższa temperatura (ciepło modyfikuje konsystencję substancji podstawowej). Jednocześnie w miejscu tarcia rozpoczyna się krótkotrwały proces zapalny, w wyniku którego usuwany jest nadmiar fibronektyny, po czym proces gojenia przywraca elastyczność powięzi. Ponieważ tylko równowaga napięciowa powięzi warunkuje ułożenie się nowych włókien kolagenowych wzdłuż linii działania sił, terapia nie powinna dotyczyć tylko jednego CC, a należy brać pod uwagę wszystkie posturalne dekompensacje.

### Podsumowanie

Tradycyjny model biomechaniczny traktuje szkielet kostny jak sztywne rusztowanie, do którego przyczepione są mięśnie wykonujące dzięki swoim skurczom ruchy w stawach. Powięź traktowana jest jako łącznotkankowa błona, otaczająca pojedyncze mięśnie bądź ich grupy wykonujące

te same czynności lub oddzielająca je od grup mięśni antagonistycznych [15]. Model ten jest podstawą do rozważań nad etiologią patologii układu ruchu, a co za tym idzie opiera się na nim diagnozy i sposób leczenia. Większość rozpoznań ujętych w klasyfikacji ICD10 (np. zespół bolesnego barku, zespół bólu kręgosłupa lędźwiowego, uszkodzenie stożka rotatorów) świadczy o lokalnym spojrzeniu na patologię. Takie traktowanie patologii dotyczy również terapii koncentrującej się na miejscu występowania bólu. Powoduje to, że stosowanie standardowych leków (niesterydowych leków przeciwzapalnych, miorelaksantów, trójcyklicznych leków przeciwdepresyjnych) [16] i fizykoterapii przynosi efekty niezadowalające. Również stosowanie zabiegów manualnych opartych na krótkodźwigniowych, miejscowych manipulacjach stosowanych przez chiropraktyków, przynosi poprawę w stanach ostrych i podostrych, ale jedynie na krótki czas [17]. Odpowiedzią na niską skuteczność terapii koncentrujących się na miejscowych symptomach był rozwój teorii tensegracji i łańcuchów anatomicznych oraz opartych na tych teoriach metod terapeutycznych, do których należą Manipulacje Powięziowe wg Stecco.

### Piśmiennictwo

1. *Schultz L., Feitis R.*: The endless web. North Atlantic Books, Berkeley 1996, 31–49.
2. *Gray's anatomy*. Ed. P. Williams. Churchill Livingstone, Edinburgh 1995, 413–477.
3. *Myers T.*: Taśmy anatomiczne. DB Publishing, Warszawa 2010, 22–54.
4. *Williams P., Goldsmith G.*: Changes in sarcomere length and physiologic properties in immobilized muscle. *J Anatom.* 1978, 127, 459.
5. *Dynamics of human biologic tissues*. Eds: D. Currier, R. Nelson. FA Davis, Philadelphia 1992, 173–181.
6. *Barral J.-P., Mercier P.*: Visceral manipulation. Eastland Press, Seattle 1988.
7. *Grinnell F.*: Fibroblast-collagen-matrix contraction: growth-factor signalling and mechanical loading. *Trends Cell Biol.* 2002, 10, 362–365.
8. *Juhan D.*: Job's body. Station Hill Press, Tarrytown 1987, 61.
9. *Schleip R.*: Explorations in the neuromyofascial web. Rolf Institute, Boulder 1991.
10. *Schleip R.*: Fascial plasticity. *J Bodywork Movement Therapies.* 2003, 7 (1), 11–19.
11. *Fuller B.*: Synergetics. Macmillan, New York 1975.
12. *Stecco L.*: Manipulacja powięzi w zespołach bólowych układu ruchu. *Odnowa, Szczecin* 2010, 13–44.
13. *Evans Ph.*: The healing process at cellular level: a review. *Physiotherapy.* 1980, 66 (8), 256–259.
14. *Travell J.G., Simons D.G.*: Doloremuscolare. Ghedini, Milano 1998, 215–216.
15. *Sokołowska-Pituchowa J.*: Anatomia człowieka. PZWL, Warszawa 1989, 31.
16. *Kuryliszyn-Moskal A.*: Terapia zespołów bólowych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego – strategie postępowania. *Reumatologia.* 2009, 47, 6, 368–371.
17. *Walker B.F., French S.D., Grant W.*: Combined chiropractic interventions for low-back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2010, Issue 4, CD005427.