

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2020**

**Jaromír Kalný**

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B 5345

**Jaromír Kalný**

Studijní obor: Fyzioterapie 5342R004

## **VÝZNAM FASCIÁLNÍHO SYSTÉMU VE FYZIOTERAPII**

**Bakalářská práce**

Vedoucí práce: MUDr. Zdeněk Šos

PLZEŇ 2020



### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny jsem uvedl v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 30. 4. 2020

.....

vlastnoruční podpis

## **Abstrakt**

Příjmení a jméno: Jaromír Kalný

Katedra: Rehabilitačních oborů

Název práce: Význam fasciálního systému ve fyzioterapii

Vedoucí práce: MUDr. Zdeněk Šos

Počet stran – číslované: 58

Počet stran – nečíslované: 23

Počet titulů použité literatury: 99

Klíčová slova: fascie, pojivová tkáň, myofasciální řetězce, terapie fasciálních tkání, fasciální patologie, Fasciální manipulace, strečink, Foam rolling, biotensegrity.

Souhrn:

Bakalářská práce zpracovává formou rešerše problematiku fasciální tkáně. Opírá se o nejnovější studie a výzkumy zkoumající toto téma. V teoretické části je popsána historie výzkumu fascií, anatomie pojivových tkání a nejznámější patologie. Cílem je porovnat názory jednotlivých autorů na biomechaniku fascií a strukturu. Dále porovnává a popisuje vybrané terapeutické metody, které jsou v dnešní době užívány ve fyzioterapii, jejich principy a efektivitu.

## **Abstract**

Surname and name: Jaromír Kalný

Department: Department of Rehabilitation Sciences

Title of thesis: The importance of fascial system in physiotherapy

Consultant: MUDr. Zdeněk Šos

Number of pages – numbered: 58

Number of pages – unnumbered: 23

Number of literature items used: 99

Keywords: fascia, connective tissue, myofascial chains, fascial therapies, fascial pathology, Fascial manipulation, stretching, Foam rolling, biotensegrity.

### Summary:

The bachelor's thesis deals with the issue of fascial tissue in the form of literature review. It is based on the latest studies and research examining this topic. The theoretical part describes the history of fascia research, connective tissue anatomy and best-known pathologies. The aim is to compare the views of individual authors on the biomechanics of fascia and its structure. It also compares and describes selected therapeutic methods, which are currently used in physiotherapy, their principles and effectiveness.

## **Poděkování**

Děkuji MUDr. Zdeňku Šosovi za odborné vedení práce, poskytování rad a materiálních podkladů.

# OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ .....	10
SEZNAM TABULEK .....	11
SEZNAM ZKRATEK .....	12
ÚVOD.....	13
TEORETICKÁ ČÁST .....	15
1 DEFINICE .....	15
2 HISTORIE .....	17
2.1 Novodobý výzkumu a Fascia Research Society .....	17
3 ANATOMIE, HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE .....	20
3.1 Původ pojivové tkáně.....	20
3.2 Složení pojivové tkáně.....	20
3.2.1 Mezibuněčná hmota.....	21
3.2.2 Intersticiální sloučeniny.....	21
3.2.3 Vlákna.....	22
3.2.4 Fixní buňky pojivové tkáně .....	24
3.2.5 Bloudivé buňky pojivové tkáně.....	26
3.3 Fasciální vrstvy .....	26
3.3.1 Fascia superficialis .....	26
3.3.2 Fascia profunda .....	26
4 MYOFASCIÁLNÍ PATOLOGIE.....	28
4.1 Myofasciální Trigger Point .....	28
4.2 Adheze .....	28
4.3 Hypermobilita .....	29
4.4 Kontraktury .....	29
4.5 Vliv stárnutí .....	30
5 ZOBRAZOVACÍ A EVALUAČNÍ METODY .....	31
5.1 Palpace .....	31
5.2 Algometrie .....	31
5.3 MyotonPRO .....	31
5.4 Elastografie .....	32
DESKRIPTIVNĚ – ANALYTICKÁ ČÁST .....	33
6 CÍLE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY .....	33
6.1 Cíle.....	33
6.2 Výzkumné otázky .....	33
7 METODIKA PRÁCE .....	34



8	BIOMECHANIKA A VLASTNOSTI .....	35
8.1	Model biotensegrity .....	35
8.2	Viskoelasticita, plasticita a remodelace .....	36
8.3	Fascie jako smyslový orgán .....	40
8.4	Myofasciální řetězce a síly .....	42
8.4.1	Povrchová zadní linie .....	45
8.4.2	Povrchová přední linie .....	45
8.4.3	Laterální linie .....	46
8.4.4	Spirální linie .....	46
8.4.5	Linie horních končetin .....	47
8.4.6	Funkční linie .....	48
8.4.7	Hluboká přední linie .....	48
9	TERAPIE ORIENTOVANÉ NA FASCIE .....	50
9.1	Dry needling .....	50
9.2	Fasciální manipulace dle Stecca .....	52
9.3	Structural Integration – Rolfing .....	56
9.4	Foam rolling .....	58
9.5	IASTM .....	59
9.6	Strečink .....	61
9.7	Péče o jizvu .....	63
9.7.1	Proces fibrotizace .....	64
	DISKUZE .....	65
	ZÁVĚR .....	70
	REFERENČNÍ SEZNAM .....	72

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Publikace o fasciích .....	13
Obrázek 2 Disekce řídké pojivové tkáně celého těla.....	20
Obrázek 3 Základní složení měkkých tkání .....	21
Obrázek 4 Fibroblast .....	24
Obrázek 5 Elastografie plantární fascie.....	32
Obrázek 6 Model tensegrity .....	35
Obrázek 7 Mikrodisperzní kapky .....	37
Obrázek 8 Tvorba a odbourávání kolagenu.....	39
Obrázek 9 Korelace výskytu fibroblastů a síly kontrakce.....	41
Obrázek 10 Řetězce dle Paolettiho .....	42
Obrázek 11 Povrchová zadní linie.....	45
Obrázek 12 Povrchová přední linie .....	45
Obrázek 13 Laterální linie .....	46
Obrázek 14 Spirální linie.....	46
Obrázek 15 Linie horních končetin .....	47
Obrázek 16 Funkční linie .....	48
Obrázek 17 Hluboká přední linie .....	49
Obrázek 18 Zóny dle Stecca.....	53
Obrázek 19 Hodnocení dle VAS .....	54
Obrázek 20 Rozsah flexe kyčle .....	55
Obrázek 21 Hodnocení dle VAS .....	55
Obrázek 22 Postura znázorněná do bloků .....	57

## **SEZNAM TABULEK**

Tabulka č. 1 Rozsahy pohybů v kotníku a zápěstí .....51

Tabulka č. 2 Přehled protokolu dle IASTM.....61

## **SEZNAM ZKRATEK**

IFA	the International Federation of Associations of Anatomists
et al.	a kolektiv
ECM	extracelulární matrix
GAG	Glykosaminglykany, mukopolysacharidy
ATP	Adenosintrifosfát
UZ	Ultrazvuk
IASTM	Instrument assisted soft tissue mobilization/manipulation
CNS	Centrální nervový systém
mm.	musculi
DN	Dry needling
MTrP	Myofasciální trigger point
ROM	Range of motion
VAS	Vizuální analogická škála
FM	Fasciální manipulace

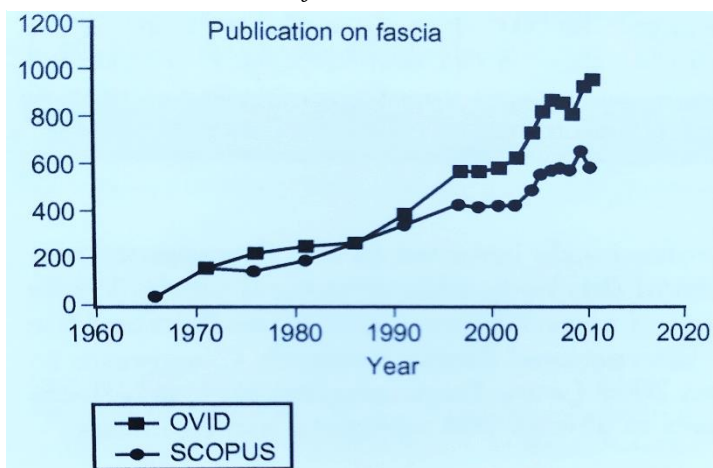
## ÚVOD

Do nedávných let byly fascie ve skupině pojivových tkání opomíjeny. Jejich význam byl připisován pouze jako materiál, který obaluje a vyplňuje. Jedním z důvodů opomíjení byl tvar této hmoty bez jasných hranic a rozdílů. Struktura vypadala neorganizovaně a celkový vzhled inertně. Dalším důvodem byl nedostatečný vývoj zobrazovacích metod a měřících škál. Například thorakolumbální fascie s tloušťkou 2 mm a jejím lokální zesílením o 20 % nešlo rentgenem ani ultrazvukem doložit. S vývojem kvalitnějšího ultrazvuku a elektronových mikroskopů započalo bádání na poli manuální terapie, fyzioterapie, onkologie, chirurgie a rehabilitační medicíny. Dnes již víme, že fascie hraje důležitou roli ve vnímání vlastního těla, přenosu sil, vnímání bolesti, hojení ran. Ve sportovní medicíně započaly rozsáhlé studie vlivu fascie na celkové fungování organismu, vzniku zranění, flexibility, síly a energetické úspory při pohybu. (Slomka, 2015; Schleip et al., 2015; Schleip et al, 2019)

Fascie je chybějícím elementem v rovnici řešící poměr pohybu a stability. Pochopení vlastností a fyziologických reakcí fasciální sítě na zranění, trénink a manuální terapii, je důležitým klíčem ke správné funkci pohybového aparátu. Každá učebnice anatomie referuje o šesti stech separátních svalech, bylo by ovšem vhodné rozeznávat jeden sval rozdělený do šesti set obalů fasciální sítě. „Iluzi“ separovaných svalů v nás vytvořily skalpely anatomů. Po odnětí kůže nenalezneme krásně červená svalová bříška, jaká známe z obrázků anatomických atlasů, nýbrž několik kilogramů pojivové tkáně. (Earls, Myers, 2010)

Každým rokem mezinárodní server Medline eviduje vzestup prací s klíčovým slovem „fascia“. V roce 2005 byla překročena hranice šesti set publikací ročně. V sedmdesá-

Obrázek 1 Publikace o fasciích



Zdroj: převzato z Schleip (2012)

tých letech minulého století se v průměru za rok zaznamenalo 100 prací celosvětově. (Findley, 2010)

Dr. Robert Schleip (2012) uvádí statistiku ze serverů Medline a Scopus, kde v sedmdesátých a osmdesátých letech bylo evidováno zhruba 200 publikací ročně, v roce 2010 to bylo již přes 1 000.

Fascie kooperuje s každým systémem v lidském těle. Proto nabyla na významu nejen ve fyzioterapii, ale i imunologii, chirurgii, neurologii. Toto všudypřítomné médium obaluje, propojuje, odděluje i spojuje a tím umožňuje přenos informací mezi lidskými tkáněmi. (Shockett, Findley, 2018)

Cílem této kvalifikační práce je vytvořit komprehensivní přehled fasciální problematiky. V první řadě je zde popsáno mikroskopické a makroskopické složení tkání v souladu s nejnovějšími histologickými výzkumy. Další kapitola se zabývá názory na biomechaniku, fyzikální vlastnosti a funkce fascií. V poslední řadě jsou zde zmíněny nejvýznamnější patologie a široká škála terapeutických přístupů.

# TEORETICKÁ ČÁST

## 1 DEFINICE

V průběhu let existovalo mnoho definic. Postupně se formovaly a nabývaly na specifických parametrech. Všeobecně rozlišujeme dva typy definic a to tradiční – morfologickou a funkční – holistickou. V Gray's Anatomy z roku 1948 je fascie definována, jako pojem aplikovaný na hmotu pojivové tkáně viditelnou okem, jejíž struktura se značně liší, avšak obecně bývá protkána kolagenovými vlákny. Pro srovnání zde bude uvedena definice holistického typu z roku 2006. „Fascie tvoří nepřerušovaný list tkáně, která se rozprostírá od hlavy k plosce nohy a zároveň prostupuje tělo intero-externím směrem. Je to kontinuální systém připojený na kostěný aparát, aby tvořil jednotnou opornou síť.“ (Adstrum et al., 2017)

V září roku 2015, the Nomenclature Committee, která je součástí Fascia Research Society, na žádost IFAA – the International Federation of Associations of Anatomists byla stanovena jednotná definice. IFAA je zodpovědná za *Terminologia Anatomica* stanovující mezinárodní názvosloví anatomie lidského těla. Ačkoliv se to může považovat za jednoduchý úkol, byly doby, kdy pro 5 000 struktur lidského těla existovalo přes 50 000 specifických termínů. Na čtvrtém kongresu Fascia Research Society Dr. Carla Stecco, MD, přednesla novou definici pojmu fascie: „Fascie je pochva, blána, nebo jakýkoliv počet oddělitelných shluků vláken pojivové tkáně, který je formován pod kůží, aby obklopoval a odděloval svaly a vnitřní orgány.“ To ovšem bylo pro některé zklamání a tato definice vzbudila spíše rozruch. Předěšlá definice z roku 2007 stanovená Dr. Robertem Schleipem a Dr. Thomasem Findleyem zněla následovně: „Fascie je měkká komponenta pojivové tkáně prostupující lidské tělo, formující kontinuální třídimenzionální matrix sloužící jako opora. Proniká a obklopuje všechny orgány, svaly, kosti, nervy, tvoříc jedinečné prostředí pro funkci systémů lidského těla. Definice zahrnuje i všechny vláknité tkáně včetně aponeuróz, vazů, šlach, vazivových poutek, kloubních obalů a tunicae.“ Je jasné, proč je velice těžké stanovit jednotnou definici. Pokud se někdo zabývá čistě histologickou a morfologickou stránkou pojivové tkáně, může být stanovena specifická definice. Pokud se někdo zabývá spíše funkčním a sensorickým aspektem či chováním fascie, je potřeba stanovit poněkud širší definici. Bylo oznámeno, že pojem „*fasciální systém*“ dostane taktéž novou definici, lišící se od definice fascie. (Lesondak, 2017)

Dr. Carla Stecco, MD, přední výzkumník v histologii fascií, definuje fasciální systém jako: „Třidimenzionální kolagen obsahující kontinuum řídké a husté pojivové tkáně prostupující lidské tělo. Zahrnuje adipózní tkáň, tunicae externae, aponeurózy, fascia superficialis a profunda, epineurium, kloubní pouzdra, ligamenta, viscerální fascie, meningy, myofasciální expanze, periosteum, retinakula, septa, šlachy, a všechny intramuskulární a intermuskulární pojivové tkáně včetně endo-, peri-, epimysia. Fasciální systém obklopuje, proplétá a proniká všemi orgány, svaly, kostmi, nervy a poskytuje tělu funkční strukturu a prostředí, které umožňuje všem systémům mezi sebou kooperovat jako celek.“ (Stecco et al., 2018 a)



## 2 HISTORIE

Latinský výraz „*fascia*“ byl pravděpodobně odvozen z řeckého „*taenia*“, což znamená pruh, stuha či obvaz. V 16. století byl tento výraz převzat do angličtiny a zahrnoval širokou škálu pojmenování tenkých a širokých ploch či pruhů. Byl to až Helkiah Crooke, přední anatom za dob anglického krále Jakuba I. Stuarta, který ve svém díle *Mikrokosmographia* uvedl fascii jako anatomický pojem. V 18. století anatomové Jacob B. Winslow, Bernhard Siegfried Albinus, Robert James či George Motherby zkoumali aponeurózy, lumbální fascii či fascii lata. V 19. století se slovo fascia vztahovalo i ke svalům *musculus fasciae latae* a *fascialis*, dnes známé jako *tensor fasciae latae* a *m. sartorius*. Robley Dunglison, Rober Hooper, Astley Cooper či William Erasmus Wilson se zasloužili o další specifikace ve funkci či anatomii. Rozlišovali již adipózní tkáň od fascie *superficialis* a *profunda*. Dr. Andrew Taylor Still, americký zakladatel osteopatie, fasciím přiřadil protektivní funkci a už tehdy věděl, že obalují každý sval, orgán, nerv a cévu a zajišťují pohyb těchto struktur vůči sobě. Dále se upřesňovala topologie jednotlivých vazivových kompartmentů a histologická složka tkáně. Frederic Wood Jones profesor anatomie na univerzitě v Melbourne ve 20. letech 20. století předpověděl myofasciální zřetězení, když prohlásil: „*Pohyb je generován svaly pracujícími ve skupinách. Sval rozpitvané mrtvolky nemusí nutně fungovat stejným způsobem, jako v živém organismu*“. Za další rozvoj podobných myšlenek se zasloužili např. Dr. Kurt Tittel, prof. Vladimír Janda (Horní a dolní zkřížený syndrom) či současný italský anatom Serge Paoletti. První ucelený atlas myofasciálních řetězců sestavil, do té doby provozující Rolf terapii, Thomas Myers. (Lesondak, 2017; Adstrum, Nicholson 2019)

### 2.1 Novodobý výzkumu a Fascia Research Society

Z iniciativy doktorů Thomase Findleyho, MD, a Roberta Schleipa, MD, byl v roce 2007 uskutečněn Fascia Research Congress. Mezi nejvýznamnější řečníky patřili Langevin, Solomonow, Mense, Standley, Bove, Hodges a Huijing. Místem konání se stal Harvardský kampus v Bostonu. Na kongresu, který byl seznamovacího charakteru, byla představena pouze základní fakta o fasciích. Druhý ročník v roce 2009 zavítal do Amsterdamu. Zde zazářil se svým videodokumentem, prvního svého druhu, Dr. Jean-Claude Guimberteau. Jednalo se o nahrávku fasciální tkáně *in vivo* speciálním intratisulárním endoskopem. Dále Van der Wal, Huijing a Standley otevřeli debatu na poli biomechaniky, přenosu sil ve fasciích a přenosu sil ze svalu na fascii. Objevy cytologické a histologické představili Grinnell a pracovní skupina kolem Englera. Jednalo se především o studium fibroblastů, metabolismus

extracelulárního matrixu, kolagenu a vlivu růstového hormonu na buňky. (Van der Wal, 2009; Grinnell, 2008; Standley, Meltzer, 2008; Findley, 2009)

Třetí ročník se odehrál ve Vancouveru roku 2012, na kterém se představila Fascia Research Society, organizace vznikla za účelem vytvořit výzkumníkům otevřené fórum a prostředek pro výměnu informací a komunikaci. Program kongresu byl bohatý na přednášející z rozličných medicínských oborů a témat, jmenovitě:

- Anatomie
- Biomechanika
- Cytologie/ Histologie
- Thorakolumbální fascie
- Manuální terapie
- Zobrazovací metody
- Myofasciální bolest a její léčba
- Nové hypotézy
- Patologie
- Výzkumné metody
- Jizvy
- Operace

Mary F. Barbe, PhD a Michael Kjaer, MD, DMSc začali konferenci na téma adaptace šlach na pohyb a opakované přetěžování. Rolf K. Reed, PhD a Gerald H. Pollack, PhD představili své výzkumy ohledně důležitosti vody ve fasciálním systému. Byly zde obsaženy aspekty jako otok, zánět, remodelace struktury fascií a vztah fascie a lymfatického systému. V neposlední řadě zde hovořila i Dr. Carla Stecco, MD, která se věnuje histologii a morfologii. Na univerzitní půdě v Padově zkoumala více jak 100 mrtvých těl, aby objasnila a analyzovala anatomické vztahy fascií. (URL 1)

Čtvrtý kongres konaný v září 2015 ve Washingtonu, DC dodržel stanovenou strukturu témat z předešlého ročníku s lehkými úpravami. Již rozpracované výzkumy byly aktualizovány o nové poznatky a objevila se i nová témata. Hlavním bodem bylo stanovit jednotné definice „*fascie*“ a „*fasciálního systému*“ (viz. předchozí kapitola). Dr. Robert Schleip hovořil o propriocepci a inervaci pojivové tkáně. Nově zde vznikl i prostor pro publikaci prací zkoumajících zvířecí fascie a jejich případná korelace s fascií lidskou. Velká část byla

věnována manuálním terapiím. Například Dry needling a jeho vliv na trigger pointy, vliv masáže, Foam rollingu, Kinesiotapingu, Graston therapy a fasciálního uvolňování. Novinkou byly i výzkumy z oboru onkologie. (URL 2)

Poslední, pátý kongres se konal roku 2018 v Berlíně. Dominantním tématem bylo zkoumání intersticiálního prostoru, prostoru mezi kapilárami a lymfou. Tento prostor je posledním článkem buněčné výživy, která probíhá v gelovitém prostředí základní substance. Dr. Melody Swartz, PhD, hovořila o vztahu lymfatického systému a imunity v oblasti onkologie. Dále byly prezentovány nové histologické objevy, schopnost samostatné kontrakce myofibril a klinické testy zaměřené na kompartmenty v oblasti pánevního dna, kotníku či ramene. Další ročník je naplánován na rok 2021 s místem konání v Montrealu. (Myers, 2019; Sharkey, 2018)

## 3 ANATOMIE, HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE

### 3.1 Původ pojivové tkáně

Téměř všechna pojiva jsou derivátem středního zárodečného listu – mesodermu. Za vývoje procházejí stádiem primitivního embryonálního vaziva, složeného ze sítě buněk, bez vláken, zvaného mesenchym. Mesenchymové buňky v přední části hlavy a krku pocházejí z hlavové neurální lišty, a proto jsou označovány termínem ektomesenchym. Mesenchym se skládá z nediferenciovaných buněk, z nichž se vyvíjejí nejen veškeré buňky pojivové tkáně – vazivo, chrupavka, kost, ale i svalové a mesothelové buňky, buňky cévního endothelu, epitel nefronů a buňky dentinu. (Lüllmann-Rauch, 2012; Čihák, 2016)

### 3.2 Složení pojivové tkáně

Pojivová tkáň, je společně s nervy, svaly a epitely, jednou ze čtyř základních tkání v lidském těle. Podíl fascií v našem těle je překvapivě vysoký. U dospělého člověka se jedná o 18 až 23 kg pojivové tkáně. Největší část objemu fascie však tvoří voda a to přibližně 70 %. Tato tkáň odvozuje své jméno od funkce propojovat, spojovat a vázat buňky a tkáně. V lidském těle je všudypřítomná a považuje se za „lepidlo“ držící tělo pohromadě. Sestává ze tří hlavních komponent: buňky, vlákna a mezibuněčná hmota. Buňky zastávají metabolickou funkci, vlákna mechanickou a mezibuněčná hmota její plasticitu a tvárnost. Proporce těchto tří komponent se v každé části těla liší v souladu s lokálními strukturálními požadavky. (Stecco, 2015; Müller, Hertzner, 2018)

*Obrázek 2 Disekce řídké pojivové tkáně celého těla*



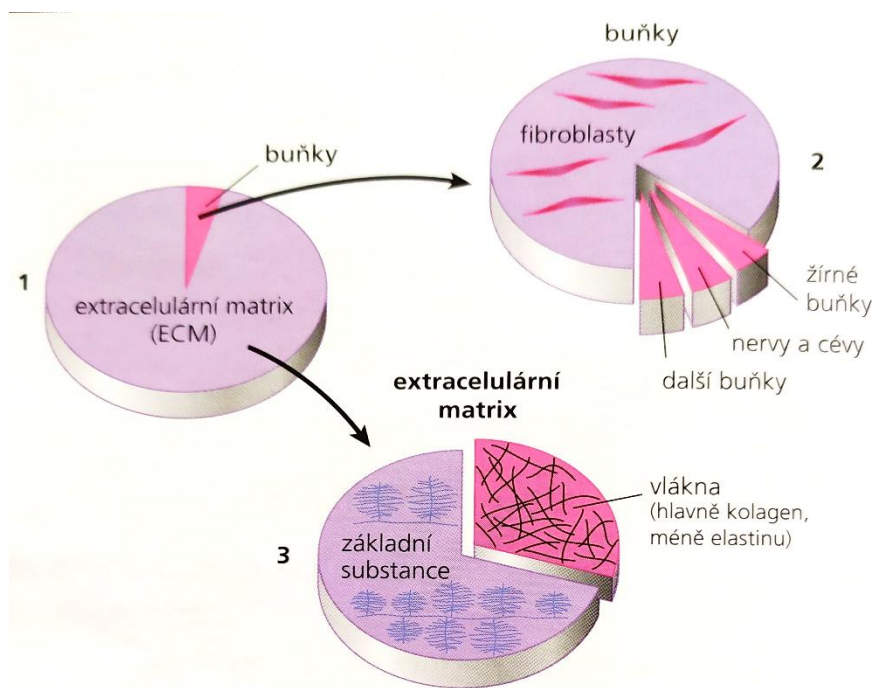
*Zdroj: převzato od Myers (2009)*

### 3.2.1 Mezibuněčná hmota

Tato hmota nazývaná též extracelulární matrix, ECM, matrix, spolu s intersticiální tekutinou vyplňuje prostory mezi buňkami. Většina buněk má pro ECM vazebná místa tzv. ECM receptory. Ty slouží k ovlivnění aktivit, jako jsou proliferace, diferenciacce, migrace, přežívání. Distribuuje mechanický stres ve tkáních a poskytuje strukturální prostředí pro buňky. Skládá se ze základní substance a vláken. (Lüllmann-Rauch, 2012)

**Základní substance** je amorfní, gelu podobné médium obklopující buňky. Vázáním různého množství vody vyvolává změnu viskozity, která zabraňuje šíření patogenního agens a ovlivňuje metabolismus buněk. Základní substance poskytuje vysoce hydratované prostředí pro fibrózní proteiny, čímž pomáhá plnit jejich různé funkce jako je např. lubrikace, absorpce škodlivých mediátorů či rezistenci vůči kompresním silám. Dále je klíčovým činitelem v buněčné výživě, protože slouží jako výměnné médium pro látky difundující z kapiilární sítě. (Paoletti, 2009)

Obrázek 3 Základní složení měkkých tkání



Zdroj: převzato od Thömmes (2016)

### 3.2.2 Intersticiální sloučeniny

**Proteoglykany** a strukturální proteiny vytvářejí jakési molekulární síto, přes které musí procházet vše, co proudí mezi buňkou a oběhovým systémem. Molekuly, které jsou příliš velké nebo které nesou inkompatibilní elektrický náboj, jsou odfiltrovány a poté jsou

odloučeny nebo uchovány. Celkový záporný náboj proteoglykanů zajišťuje, že základní substance je izoosmotická a izotonická. Proteoglykany vážou velké množství vody a kationtů. Jejich fyzikálně-chemickou vlastností je, že působí jako zásadní faktor viskoelastických vlastností kloubů a dalších struktur, které jsou pravidelně předmětem mechanické deformace. Na centrální protein se kovalentní vazbou váží GAG. (Paoletti, 2009)

**Glykosaminykany (GAG, mukopolysacharidy)** obsahují dlouhé řetězce disacharidů, mají záporný náboj a jsou vysoce hydrofilní. Z celkového molekulového složení ECM zabírají 1 až 5 %. Mezi nejvýznamnější patří hyaluronová kyselina, chondroitinsulfát, dermatansulfát, keratansulfát a heparansulfát. (Lindsay, Robertson 2008)

**Kyselina hyaluronová** se označuje také jako hyaluronan. Tato látka je extrémně hydrofilní, navázáním vody znásobí vlastní hmotnost až tisíckrát. Strukturou připomíná kartáče, jejichž štětiny se rozkládají do vějířů. Stěžejní funkce je lubrikovat prostředí a snižovat tak tření. Pokud se látky nahromadí v tkáni moc, působí spíše jako lepidlo. Vazebné spoje začínají degradovat při 40 stupních Celsia a adheovaná fascie povolí. (Müller, Hertzler, 2018)

### 3.2.3 Vlákná

**Kolagenní fibrily** jsou pevné, bílé, uložené paralelně, málo pružné, nevětví se a často se vyskytují ve svazcích. Základem kolagenu jsou repetitivní sekvence aminokyselin vytvářející polypeptidické řetězce. Propletením tří řetězců navzájem vznikne trojitý šroubovitý provazec nazývaný tropokolagen. Spojováním šroubovitých provazců vznikají mikrofibrily; dlouhé lineární struktury speciálně navržené tím způsobem, aby odolávaly zatížení v tahu. Mikrofibrily jsou k sobě spojovány pomocí kovalentních příčných vazeb (cross-links) a vytvářejí kolagenní vlákna. Fyzikální vlastnosti určitého kolagenního vlákna jsou dány stupněm svázání příčnou vazbou; čím větší je toto sesítení, tím je vlákno tužší. Stupeň propletení pomocí vazeb je určován částečně geneticky a z určité části je ovlivněn metabolicky. Tento fakt vysvětluje, proč jsou někteří jedinci pružnější a ohebnější než ostatní. Pro tvorbu zmíněných vazeb je kritický vitamin C, a proto je např. pro kurděje charakteristická přítomnost "slabých tkání". Příkladem klinické manifestace geneticky determinované příčné vazby kolagenu je hypermobilita kloubu (tj. schopnost dotknout se extendovaným palcem předloktí, hyperextenze loketního a kolenního kloubu, nadměrná pronace talu s plochonožím). Specifické tkáně obsahují různé typy kolagenu, které jsou definovány určitým složením polypeptidických řetězců ve šroubovici. Od ostatních proteinů v těle ho odlišuje společně

s elastinem vysoká koncentrace glycinu. Celkem je známo 28 typů kolagenu, označují se římskými číslicemi, avšak největší výskyt v lidském těle je připisován typům I – IV. (Gross et al., 2005)

- Typ I, zastoupen v 90 %, nalézá se v dermis, kostech, šlachách, fasciích, tvoří extrémně silné fibrily, které jsou velice odolné vůči stresu v tahu
- Typ II, bohatý na proteoglykany, netvoří tak snadno fibrily, je jemnější a nejvíce je zastoupen v chrupavce
- Typ III (retikulární vlákna), důležitý typ kolagenu fetální kůže a v dospělosti se nachází společně s typem I v cévách, střevě, děloze, plicích a papilární dermis, vzniká jako první při hojení jizvy
- Typ IV, specifický pro bazální membránu, tvoří spíše síť než vlákna

Každý z těchto typů může být syntetizován odlišnými buňkami, neboli jedna a ta samá buňka může syntetizovat několik druhů kolagenu (např. fibroblasty syntetizují typ I – III). (Paoletti, 2009)

**Elastická vlákna** nesou svůj název po vláknitém proteinu elastinu. Jsou žlutá, dlouhá, tenká a rozsáhle příčně propojená navzájem, tvoří více rozvětvenou strukturu. Mohou se extendovat na 2,5 násobek klidové délky. Vlákna jsou tvořena amorfní a mikrofibrilární komponentou. S přibývajícím věkem se množství amorfní hmoty zvyšuje a klesá pružnost. Tropoelastin, ze kterého se tato vlákna vytvářejí, je produkován fibroblasty kůže, šlach a buňkami hladkých svalů stěny velkých cév. V kůži se jeho obsah odhaduje na 2 %, zatímco ve stěnách cév až 50 %. Jako v případě kolagenu je optimální teplota pro funkčnost 37 stupňů Celsia. (Paoletti, 2009, Slomka, 2015)

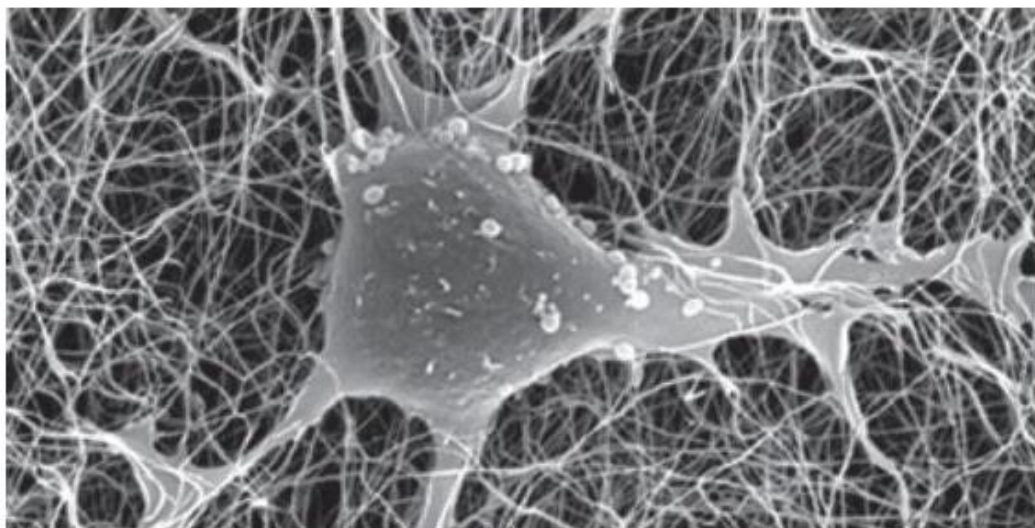
**Retikulární vlákna** jsou blízce vzpjata s kolagenními. Oproti nim jsou vlákna tenčí v průměru a netvoří svazky. Bývají situována v tukové tkáni, na pomezí řídkého vaziva a epitelů, svalech a nervech. Vlákna tvoří mřížkovanou strukturu tvořící filtr a poskytující elastickou oporu. (Lindsay, Robertson, 2008)

### 3.2.4 Fixní buňky pojivové tkáně

#### 3.2.4.1 Fibroblasty

Tyto univerzální buňky jsou nejběžnějším typem pojivových buněk. Mají protáhlý, hvězdicovitý tvar a jsou značně synteticky aktivní. Produkují základní substanci i prekurzory pro všechna vlákna pojivové tkáně. Nakonec hrají také centrální úlohu v procesech hojení ran a zánětu. V těchto buňkách je prokolagen produkován v endoplazmatickém retikulu, zraje v Golgiho aparátu a poté je transportován ven do matrix. Fibroblasty také syntetizují glykosaminglykany (GAG). Fibroblasty reagují na fyzikální a chemické stimuly. Drážděním přilehlých struktur vzniká piezoelektrický jev, který ovlivňuje funkci fibroblastů. Jakékoliv trvalé napětí nebo tlak na fasciální tkáň je přiměje k lokální proliferaci, organizaci buněk podél vektoru síly vzhledem k napětí nebo tlaku, zvýšení sekrece makromolekul ke zpevnění lokálního fasciálního systému v odpovědi na stres. Trvá-li stres dlouho, fascie se stává hustší, pevnější a více strukturalizovaná. Fibroblast je hlavní představitel organizace základní substance a je to jediný typ buňky, který může koordinovat informace přicházející z jiných buněk a z různých nervových vstupů pro produkci základní substance. (Paoletti, 2009)

*Obrázek 4 Fibroblast*



*Zdroj: převzato od Lesondak (2017)*

Fibroblast získává informace z okolního prostředí pomocí řasinek. Jsou to mimořádně citlivá čidla v podobě malých vlásků, jež se nacházejí na zevní straně fibroblastů. Pomocí těchto čidel měří rychlost okolní proudící kapaliny. V případě silného proudu, budují pevnější a stabilnější síť. Naopak je-li proudění mírné, dochází k odbourávání přebytečného kolagenu. (Müller, Hertzner, 2018)



#### **3.2.4.2 Fibrocyty**

Fibrocyt je označení pro klidovou formu vazivové buňky, která vznikla z fibroblastu. Funkce syntetizovat je velice snížena a stává se spíše stavební oporou vaziva. Je menší než fibroblast a má vřetenovitý tvar. Fibrocyty se mohou zpětně přeměnit ve fibroblasty např. při hojení ran. (Lüllmann-Rauch, 2012)

#### **3.2.4.3 Myofibroblasty**

Klíčovou roli hrají při procesu fibrotizace, jako patologického jevu doprovázeného rozvojem hypertrofických jizev, adhezí a restrikcí. Jsou to modifikované fibroblasty, které aktivně tvoří mezibuněčnou hmotu a zároveň vykazují podobnost s hladkou svalovou buňkou. Jejich výskyt roste s věkem a je to jeden z důležitých faktorů ztráty elasticity. Obsahuje myofilamenta schopná měřitelné kontrakce. (Lüllmann-Rauch, 2012, Schleip, Klinger, 2019)

#### **3.2.4.4 Fasciocyty**

Tyto buňky jsou spojeny s produkcí matrixu bohatého na kyselinu hyaluronovou, která na sebe váže molekuly vody. Jejich funkcí je tedy tvořit lubrikované prostředí s nízkým třením a předcházet adhezím. Nevyskytují se rovnoměrně ve tkáni jako fibroblasty, nýbrž ve svazcích, a to v místě styku sousedících povázek. Další vlastnosti jsou předmětem zkoumání. (Stecco et al., 2018 b)

#### **3.2.4.5 Telocyty**

Jsou všudypřítomné mechanosenzitivní buňky objevené poprvé ve fascii pankreatu roku 2005. Účastní se při metabolismu kmenových buněk, opravě tkání a imunitních procesech. Tělo buňky je malé, hvězdicovité s jedním až pěti výběžky, které zprostředkovávají informace v mezibuněčné hmotě celého těla. Dále je významným činitelem při neurodegenerativních, kardiovaskulárních a rakovinných onemocnění. (Lesondak, 2017; Varga et al., 2019)

#### **3.2.4.6 Adipocyty**

Výskyt tukových buněk může být izolovaný či v malých uskupeních. Pokud jsou ve tkáni dominantní, hovoříme o adipózní či tukové tkáni. Hlavní funkcí je termoizolace, úschova energie, tvorba hormonů a ochrana. Tuk je skladován v polotekutém stavu v podobě trygliceridů a cholesterol esterů. Každý rok se obnoví přibližně 10 % z celkového počtu buněk. (Stecco, 2015)

### 3.2.5 Bloudivé buňky pojivové tkáně

Buňky bloudivé jsou mobilní a nazývají se taktéž volné. Vyskytují se všude, avšak především v intersticiálním vazivu. Množství a složení je závislé na lokálních a aktuálních pato/fyziologických podmínkách. Patří k nim různé druhy bílých krvinek, makrofágy, plasmatické buňky a žírné buňky (mastocyty), všechny se účastní na obraně organismu. (Stecco, 2015)

## 3.3 Fasciální vrstvy

### 3.3.1 Fascia superficialis

Tato vrstva bývá charakterizována jako vláknitá etáž řídké pojivové tkáně, někdy nazývaná „areolární“. Tato vrstva slouží jako místo, odkud vycházejí lymfatické cévy, a hraje hlavní roli v procesech buněčné výživy a dýchání. Například stupeň popáleniny je hodnocen podle poškození povrchové fascie. Slovo „area“ pocházející z latiny, se překládá jako „otevřený prostor“. Vláknna kolagenu a elastinu jsou neuspořádaně orientována a převládá zde spíše mezibuněčná hmota, která jí dodává pružnost a elasticitu. Tato vrstva se nachází pod superficiální tukovou vrstvou situovanou pod dermis. Všechny tyto vrstvy drží pospolu díky vazivovým spojům retinaculum cutis superficialis a profundus. Celá struktura je tvořena tak, aby byl umožněn pohyb všech vrstev vůči sobě, a zároveň jako celek vůči svalům. Síla vrstvy je variabilní. Tlustší vrstva se vyskytuje spíše na dolních než horních končetinách, na posteriorních fasciích než na anteriorních a je silnější u žen. Mikroskopicky je spojována s multi-lamelární strukturou připomínající včelí plástve. Superficiální fascie se přímo účastní termoregulace, proudění lymfy, je bohatě vaskularizovaná, inervovaná a spojena s hlubokou fascií. (Lindsay, Robertson, 2008; Paoletti, 2009, Abu-Hijleh et al., 2006)

### 3.3.2 Fascia profunda

Hluboká fascie odkazuje na dobře organizovanou, hustou, fibrotickou vrstvu, která prostupuje, obklopuje a interaguje se svaly, orgány, cévami, nervy a kostmi. Tato fascie propojuje různé elementy muskuloskeletálního systému a též převádí síly jím vytvořené. Na základě tloušťky a vztahu k přiléhajícím svalům rozlišujeme fascii aponeurotickou a epimysiální. **Aponeurotická fascie** obaluje a drží sval nebo skupinu svalů a také slouží jako úponový aparát. Thorakolumbální fascie, linea alba rectus abdominis, fascia cruris, fascia brachialis a všechny další hluboké fascie končetin jsou jejími příklady. **Epimysiální fascie** je spíše tenčí, kolagenní, avšak silně uchycena na svaly. Významně se účastní při přenosu na-

pětí a sil. Každý sval tedy disponuje epimysální fascií definující jeho tvar a objem. Aponeurotická fascie obklopuje různé svaly a spojuje je, vytváří specifické kompartmenty. (Stecco et al., 2015)

### **3.3.2.1 Viscerální fascie**

Peritoneum, pleura, perikard, závěsný aparát žaludku a střev. To a mnoho jiných struktur patří k viscerální fascii. Rozpíná se od baze lebeční přes krční oblast do hrudníku, kde tvoří mediastinum a dále prochází přes hiatus oesophageus a hiatus aortae do břišní dutiny. Tam tvoří mediastinum a v pánevním dnu obklopuje sagitálně ležící orgány. Tyto povázky umožňují všem orgánům bezpečně provádět neustálý pohyb vůči sobě a svou přirozenou motilitu, zároveň je však fixují, ochraňují a tvoří opornou strukturu. (Lindsay, Robertson, 2008; Willard, 2012)

### **3.3.2.2 Mozkové pleny**

Meningeální fascie jsou tenké vazivové vrstvy, které obalují mozek a míchu. Nejpovrchověji se nachází dura mater, uprostřed arachnoidea a vně pia mater. (Lindsay, Robertson, 2008)

## 4 MYOFASCIÁLNÍ PATOLOGIE

Fasciální onemocnění patří do heterogenní skupiny, jejichž etiologie je často neznámá. Přetížení, zánět, autoimunitní procesy, nesprávná životospráva i genetické vlivy jsou často opakovanými faktory. K základním projevům patří neustupující bolest, snížení rozsahu pohybu, ztuhlost a diskomfort při pohybu. (Dawidowicz et al., 2016)

### 4.1 Myofasciální Trigger Point

Simons (1983) definoval MTrP, jako ztuhlý svalový snopec obsahující hyperiritaibilní, palpačně bolestivý bod. Jedná se tedy o specifickou lokální svalovou hypertonií s charakteristickými motorickými, sensorickými a vegetativními příznaky. Tyto svalové hypertonie nepostihují celý sval nebo svalovou skupinu, pouze určitou porci příčně pruhovaného svalu, resp. určitou část svalových vláken. MTrP můžeme rozdělit na aktivní, který vykazuje spontánní bolest nebo bolest v reakci na pohyb a latentní, jenž je citlivým místem spouštějící bolest nebo diskomfort, vyvolané pouze jako reakce na kompresi. V důsledku vytvoření trigger pointů se můžou měnit i vlastnosti přilehlé pojivové tkáně. Dochází ke zkracování a změnám fascie a kůže. Intramuskulární zkracování pojivových tkání nebo jejich lokální adheze vede ke zhoršené intermuskulární koordinaci a dopravování zásobních látek. Zkracování extramuskulární fascie a adheze intramuskulární vede k restrikci pohybů a poruchám intermuskulární koordinace. Vzhledem k modelu biotensegrity se porucha může šířit do vzdálených struktur. (Schleip, 2012 a)

Simons (1983) zveřejnil, aktuálně nejvíce uznávanou, integrovanou teorii vzniku MTrP. Prvním bodem řetězce je abnormální sekrece neurotransmiteru – acetylcholinu. Ten dále způsobí zvýšenou tenzi postižených vláken na základě změny elektrického potenciálu. Vytvoří se „taut band“, místo zvýšeného napětí, které způsobí omezení přítoku krve a lokální ischemii. Nedostatek kyslíku naruší metabolismus mitochondrií redukcí tvorby ATP. Odpovědí organismu je uvolnění senzitivních substancí, které jsou kompatibilní s receptory nociceptorů a způsobí bolest. Posledním krokem je aktivace autonomního nervstva, které způsobí sekreci acetylcholinu a takto se proces opakuje.

### 4.2 Adheze

Dojde-li ke vzniku adheze, dochází ke spojení a následnému omezení vzájemné posunlivosti jednotlivých vrstev. Paoletti (2009) uvádí adheze pouze ve spojení s viscerálními fasciemi. V břišní dutině a pánvi mohou adheze obklopit střevo, ledviny nebo reprodukční orgány a nepříznivě ovlivnit jejich funkci. Významné jsou i adheze u somatických fascií,

kde ovlivňují zejména rozsah pohybu. Jejich vznik může ovlivnit autoimunitní systém stejně jako nadměrná, soustavná zátěž. Rozhodující je zde neustále probíhající zánět, který vyvolá vyplavení cytokinů a růstových faktorů, látek stimulujících fibroblasty k syntéze kolagenu. Kolagenní vlákna jsou téměř neelastická a vytvoří napnutou strukturu omezující cirkulaci lymfy a krve.

### 4.3 Hypermobilita

Studie hypermobility vychází z existence tří důležitých faktorů vlivu: pohlaví, věku a etnického původu. Nadměrné kloubní rozsahy lze naměřit spíše u žen a dívek. Hodnotí se dle Beightonovy škály a terapie má dva protichůdné přístupy. První skupina tvrdí, že je důležité zajistit stability v kloubech posílením svalového korzetu. Druhý názor se opírá o schopnost pojivové tkáně adaptovat se zesílením vůči mechanickým silám. Hypermobilní osoby mohou mít vyšší výskyt elastinu ve tkáni, není to ale podmínkou. Přibližně 10% populace má nedostatek proteinu tenascin – x, který napomáhá strukturálnímu propojení kolagenních vláken, a tak zprostředkuje pevnost tkáně. Také děti jsou obratnější, přičemž tato schopnost s přibývajícím věkem mizí. Hypermobilita se zvýšeně často objevuje u lidí pocházejících z jižní Asie a Afriky. Naproti tomu lidé, původem ze severoevropského regionu, inklinují spíše k vývoji nadměrně pevného vaziva. Statistiky ukazují, že pouze 5 % Američanů je nadměrně pohyblivých, zatímco v Iráku jich žije až 30 % a v kmeni Jorbů v Nigerii dokonce 43 %. Z pohledu evoluce to vypadá, že fasciální typ s měkkým ohebným vazivem se prosadil v tropických klimatických zónách. (Müller, Hertzler, 2018; Tinkle 2020)

### 4.4 Kontraktury

Dupuytrenova nemoc nejčastěji postihuje muže Evropany, zejména Keltského nebo Skandinávského původu. Nejčastější období vzniku je ve čtvrté dekádě života, s největší incidencí kolem 50 roku u žen mezi 60 a 70 lety. Silná palmární aponeuróza působí jako ochrana složité struktury dlaně. Ochraňuje nervy a šlachy flexorů, tak aby i při zvýšené zátěži či tlaku nedošlo k jejich útlaku. Prvním příznakem je tvoření kožních jamek, které vznikají na podkladě změn vertikálních vláken aponeurózy spojujících přilehlou podkožní fascii a dermis. Liimitujícím faktorem jsou také kontrahující myofibroblasty, které tvoří trvalou tenzi fascie. Dále pokračuje proliferace buněk až do stádia viditelných a palpovatelných nodů neboli uzlin. Nody nejsou součástí aponeurózy, ale tyto shluky buněk se vyskytují v povrchovější etáži. Nově syntetizovaný kolagen mimo nody je dle biochemického rozboru kombinací typu I a III, v nodech převládá typ II. Nemoc dále progreduje do kontrahujících

pruhů, které prohlubují flekční držení. Nejčastěji bývají postižené šlachy V. a IV. palandu, avšak není jasné proč. (Sklep, 2012 a)

Schleip (2012 a) nedoporučuje mechanické protahování, neboť se tak dochází k facilitaci fibroblastů a tkáň se stává napnutější. Doporučuje injekčně aplikaci kortikosteroidů a chirurgický zákrok. Dnešní operační postupy jsou fasciotomie, fasciektomie a dermofasciektomie. První technika pouze odděluje nody od kůže. Druhý postup odstraní nody, ale zachová původní kožní překryv a poslední technika odstraní i kůži s následnou transplantací nové. (Pratt, Byrne, 2009)

Farmakologický přístup se snaží zacílit na tkáň několika přístupy:

- zastavit transformaci buněk povrchové fascie
- inhibovat schopnost kontraktility buněk
- inhibovat schopnost buněk tvořit další kolagen
- selektivně odstraňovat uložený kolagen

V neposlední řadě je třeba zmínit Ledderhoseho nemoc, taktéž známou jako plantární fibromatóza, která je analogií v oblasti plantární aponeurózy. Plantární fasciitida neboli patní ostruha je spojena spíše s přetěžováním plosky a dlouhodobým nerovnoměrným rozložením sil. Vlivem mikrotraumat, opakovaných zánětů a proliferací fibroblastů dojde k zbytnění plantární aponeurózy. Dalšími přidruženým onemocněním může být například Peyronieho choroba, postihující fascii penisu. Ztluštělé transformované buňky podobné fibroblastům tvoří plaky viditelné při naplnění corpus cavernosus krví. Deformují penis a způsobují bolestivou erekci. (Schleip, 2012 a; Luffly et al., 2018)

## 4.5 Vliv stárnutí

Kouření, alkohol, UV záření, radiace, strava, hydratace, pohyb a přirozený proces stárnutí nejvíce ovlivňují strukturu fasciální tkáň. Proces fibrotizace je neodmyslitelně vzpjat se stárnutím. Navenek dochází k tvorbě vrásek, uvnitř dochází k vysychání a tunutí tkáň, kvůli nízké aktivitě fibroblastů v produkci kolagenu a degradaci elastických vláken. Na molekulární úrovni dochází k ukládání mezibuněčné hmoty a zvýšenému výskytu myofibroblastů. Struktura začne postrádat svou organizaci a vymizením glykosaminglykanů přijde tkáň i o schopnost vázat vodu. Kolagenní vlákna postupem času přestanou být rozvětvena a pomocí patologicky vytvořených proteinů se mezi vlákny tvoří příčné spoje. Tyto spoje poté způsobí napřímení kolagenních vláken. (Chaitow, 2018)

## 5 ZOBRAZOVACÍ A EVALUAČNÍ METODY

### 5.1 Palpace

Vzhledem k tomu, že rozsah pohybů, které mají být zjištěny, je v řádu někdy i desetin milimetru, je důležité řídit se několika pravidly. Prvním opatřením je, že ruka terapeuta by neměla být příliš chladná, mohlo by to vyprovokovat obrannou reakci. Ruka by měla být položena na oblast, v co největší kontaktní ploše. Čím větší je kontakt ruky, tím větší počet receptorů se stimuluje, a proto se nasbírání i větší množství informací. Palpace by neměla trvat příliš dlouho, aby se nevyvolal reflexní spasmus, vyvíjený tlak by měl být velmi malý. Pokud je tlak příliš velký, žádoucí etáž palpace bude překročena a bude palpován sval. Nejdůležitější receptory v této souvislosti jsou receptory tlaku. Ruka by měla spočívat na povrchu kůže pouze svou vlastní vahou. Následně můžeme přejít k palpaci bříškami prstů, kde se užívá různého stupně tlaku, který závisí na vyšetřované oblasti a etáži. Narušením struktur se změní viskoelastické vlastnosti a změní se způsob, jakým tkáň vnímáme. Ztráta pružnosti se jeví jako zvýšení odporu k palpaci – fascie je vnímána abnormálně těsná a bude třeba vyvinout více síly k proniknutí. Můžeme palpat celou pruhy fascie, které budou mít prudce definovaný okraj. U některých fascií, jako například fascia lata, lze palpat přirozené rýhování. Za jiných okolností, ve fasciálních pruzích nebo normální fascii, jsou cítit malé uzlíky. Velikostí se mohou lišit od zrnka rýže až po olivu. Uzlíky oválného tvaru se vyskytují v membránách oddělujících svaly. Nakonec, palpace může odhalit oblasti, které jsou extrémně zatvrdlé nebo dokonce kalcifikované. Nalézány jsou nejčastěji kolem ramen, lokte, kolem hlubokých vertebrálních ligament a v plantární aponeuróze. (Paoletti, 2009)

### 5.2 Algometrie

Tlakový algometr je přístroj měřící senzitivitu tkáně na tlak a bolest až do hloubky 5 cm. Může být použit, jako evaluační metoda při terapiích ovlivňující trigger pointy, před a po léčbě nebo při myofasciálním syndromu. (Lesondak, 2017)

### 5.3 MyotonPRO

Jedná se o high-tech zařízení fungující na principu pulsujícího senzoru tvořícího mechanické vlnění. Data jsou dále zpracována softwarem a poskytují výstup v podobě informací o pružnosti či tuhosti měkkých tkání a povrchových svalů. (Lesondak 2017)

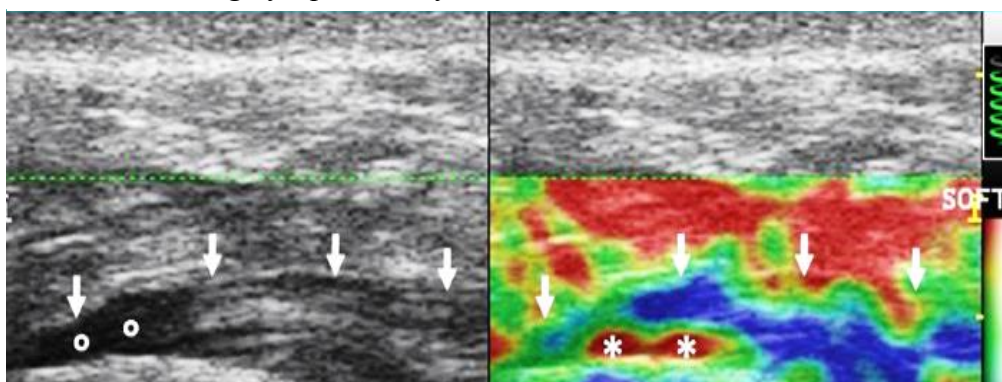
## 5.4 Elastografie

Ultrazvuková elastografie je zobrazovací technologie citlivá na změny v elasticitě (tuhosti) měkkých tkání. Dokáže rozeznat rakovinnou tkáň, fasciální restrikcí či jaterní fibrózu, protože patologická tkáň má odlišné mechanické vlastnosti. Výstupem je ultrazvukový obraz překrytý barevnou mapou, kde je každému bodu (pixelu) přiřazena barva, která odpovídá jeho mechanickým vlastnostem. Měkké tkáně jsou vyobrazeny teplými odstíny (červená, oranžová, žlutá), tuhé tkáně studenými (modrá, fialová).

Statická ultrazvuková elastografie funguje na základě rozdílu UZ signálu před a po kompresi tkáně, kterou provádí samotná UZ hlavička. Mezi výhody patří jednoduchost, nízká cena a široká dostupnost. Elastické parametry lze zobrazit klasickým ultrazvukem, který je doplněn o příslušný software s algoritmy elasticity. K nevýhodě patří neznalost velikosti deformační síly, protože deformaci řídí ruka vyšetřujícího. Následně je těžké reprodukovat a srovnávat s ostatními snímky.

Dynamická ultrazvuková elastografie je založena na střižných vlnách (shear waves). Vlny se tvoří jako odpověď elastického odporu tkáně na mechanické vibrace ( $f = 10\text{-}500$  Hz), které mohou vzniknout fyziologickými pohyby organismu (tep) nebo častěji externím vibrátorem. Výhodou je zejména přesnost na desetiny milimetru, protože k výpočtu je známa rychlost střižných vln i hustota tkáně. Hlavní nevýhodou je technologická náročnost a vysoká cena přístroje. (Sedlář et al., 2013)

Obrázek 5 Elastografie plantární fascie



Zdroj: *Real-time sonoelastography of plantar fascia* [online]. In: [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23297327>



# DESKRIPTIVNĚ – ANALYTICKÁ ČÁST

## 6 CÍLE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY

### 6.1 Cíle

1. Vytvořit ucelený přehled nejnovějších poznatků o fasciálním systému v oboru anatomie, histologie a představit nejčastější patologie.
2. Popsat nejznámější techniky měkkých tkání a na základě několika studií doložit jejich efektivitu a možnosti užití ve fyzioterapii.
3. Popsat procesy probíhající ve fasciální tkáni vlivem terapeutických metod.
4. Zhodnotit význam myofasciálních řetězců v rámci fyzioterapie.

### 6.2 Výzkumné otázky

1. Jaké vlastnosti a procesy probíhající ve fasciálním systému, mají význam v rámci fyzioterapie?
2. Jaký mají význam myofasciální řetězce v rámci fyzioterapie?
3. Jaké jsou přístupy terapeutických metod v rámci fyzioterapie?

## 7 METODIKA PRÁCE

Bakalářská práce, psaná formou literární rešerše, má analyticko – deskriptivní charakter. Následující kapitoly se opírají o nejnovější vědecké studie a publikace. Jsou v nich porovnány názory jednotlivých autorů na biomechaniku, myofasciální řetězení a vybrané terapie, které jsou doplněny o několik relevantních studií.

Všechny citované vědecké články a studie byly publikovány v období 1. 1. 2006 až 3. 4. 2020. Zdrojem byly volně přístupné vědecké internetové databáze a servery, jmenovitě: Google Scholar, PubMed, PMC, ScienceDirect, Journal of Bodywork and Movement Therapies, ResearchGate a Sci-hub. Doplněny byly o knihy dostupné v knihovně Fakulty zdravotnických studií v Plzni nebo na volně přístupném serveru Library Genesis. Knih se netýká zvolené časové období publikace.

Vyhledávání internetových zdrojů probíhalo pouze v anglickém jazyce, zadáním termínů: „fascia“, „fascial“, „myofascial“, „soft tissue“ v kombinaci se slovy, jako například: „manual/therapy“, „pain“, „anatomy“, „pathology“, „trains“, „system“, „history“, „research“, „release“, „chains“, „inervation“, „imaging“.

Vědecké a klinické studie společně s odbornými články splňovaly následující specifikace:

- Publikováno v období 1. 1. 2006 až 3. 4. 2020
- Psáno v anglickém jazyce
- Odborný článek v periodiku, monografie, klinická studie, literární rešerše dané problematiky

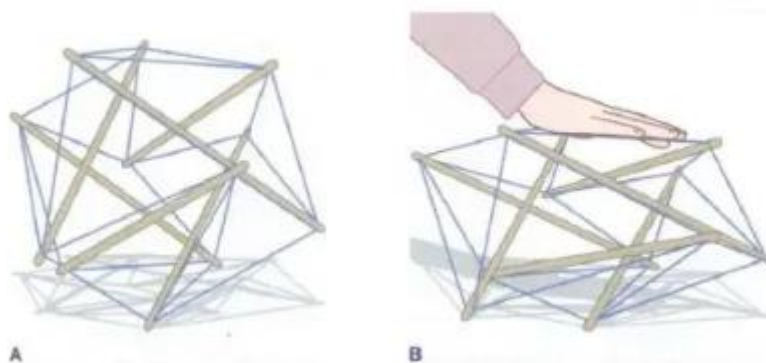
## 8 BIOMECHANIKA A VLASTNOSTI

Každá terapeutická metoda uplatňovaná ve fyzioterapii se opírá o teoretický základ. Pro vývoj, zdokonalení a uplatnění těchto metod v praxi je důležité pochopit, jak daná tkáň reaguje na vnější i vnitřní vlivy. Tato kapitola popisuje mechanismy probíhající ve fasciích a důležité elementy, které jsou ovlivnitelné mechanickou a tepelnou energií v rámci různých léčebných konceptů.

### 8.1 Model biotensegrity

Původně anglický výraz „tensegrity“ je spojením slov *tense* (napětí) a *integrity* (celistvost). Tento architektonický model popisuje, jak síť složená z pevných součástí drží prostřednictvím poměrů napětí tyto komponenty pohromadě, ale zároveň od sebe. Je to nízkoenergetická struktura nezávislá na gravitaci. Po aplikaci této teorie na lidskou tkáň byla přidána předpona –bio. Skládá se ze dvou komponent. Kompresní komponenta v podobě kostí a tenzní komponenta představující měkké tkáně. Biotensegrita odporuje po staletí zavedenému modelu, kdy kostra byla vnímána jako pevný rám, na který jsou připojeny svaly a měkké tkáně. Namísto toho je kompresní složka vnímána jako pevný element, který se „vznáší“ v pojivové tkáni. Pokud si představíme kostru bez vazů, svalů, šlach a fascií, zhroutila by se. Pokud učiníme opačně, získáme podobný výsledek. Tyto složky tvoří celek jen prostřednictvím vzájemné kooperace. Díky tensegritě nejsou síly koncentrovány v jednom bodě, ale distribuovány nerovnoměrně skrz celé tělo. To vytváří kontinuální tenzi. Případnou poruchu lze do jisté míry kompenzovat, ale je nutné najít jinou vyrovnávací strukturu, jinak hrozí kolaps celého systému. K zachování stabilní struktury společně se schopností pohybu, musí být základem trojúhelník. Pokud by nedošlo k triangulaci, systém by vyžadoval, buď nepohyblivé klouby, nebo neustálou tenzi generovanou svaly.

Obrázek 6 Model tensegrity



Zdroj: převzato od Chaitow (2018)

Výsledkem několika triangulací je icosahedron, zobrazený na obrázku. Má největší plochu v porovnání s počtem stran, je všesměrový, má téměř dokonalou skladnost při kompresi, disponuje vnějším i vnitřním skeletem, který slouží pro ideální rozložení sil. (Thömmes, 2016, Levin, Martin 2012)

Podle principu biotensegrity je tělo schopno integrovat různé stimuly vyvolané mechanickou silou. Tyto síly se šíří nonlinearně strukturou a jsou převáděny do biochemických signálů, které dále ovlivňují funkce a strukturu systému. Neexistují zde lineární vztahy a poměr mezi napětím a tlakem není nikdy nulový. Biotensegrita je hierarchicky řazena z molekul na buňky a případně ze tkáně na orgány. To nám pomáhá porozumět, jak síly vyvolané rukou terapeuta na kůži mají vliv na buněčné úrovni (přepis genu) nebo na globální úrovni (změna postury). K bližšímu porozumění je potřeba vysvětlit, co je to piezoelektrický jev a mechanotransdukce. Díky své unikátní struktuře jsou všudypřítomná kolagenní vlákna bipolární a schopny piezoelectricity. Tato schopnost umožňuje pomocí fyzikální síly (natažení, tlak, napětí) generovat elektrický impuls. Mechanotransdukce je schopnost tkáně tento impuls vézt extracelulárním prostředím až do prostoru intracelulárního prostřednictvím příslušných integrinů situovaných v buněčné membráně. Složení fasciální tkáně je považováno za kombinaci sol-gel, tudíž je ideálním vodičem. Dále dojde k ovlivnění metabolismu buňky, což může vyvolat například proteosyntézu, nebo tvorbu chemické látky, která potom slouží jako další prostředek mezibuněčné komunikace. (Lunghi et al., 2016)

Nabízí se otázka, jaký vliv na organismus může mít případná patologie biotensegrity a mechanotransdukce? Nejnovější výzkumy se zaměřují zejména na onkologii. Rakovinu vnímáme jako problém neřízené diferenciaci a množení buněk. Buněčný metabolismus je v systému biotensegrity do jisté míry regulován pomocí mechanotransdukce. Případná patologie by mohla korelovat s výskytem tumorů a metastáz. Většina ložisek se nachází v rigidní ECM, která mohla být ovlivněna extra – i intracelulárně. Bez ohledu na původ vzniku, změna toho makroprostředí může jednoznačně ovlivňovat rakovinné bujení. (Swanson, 2013)

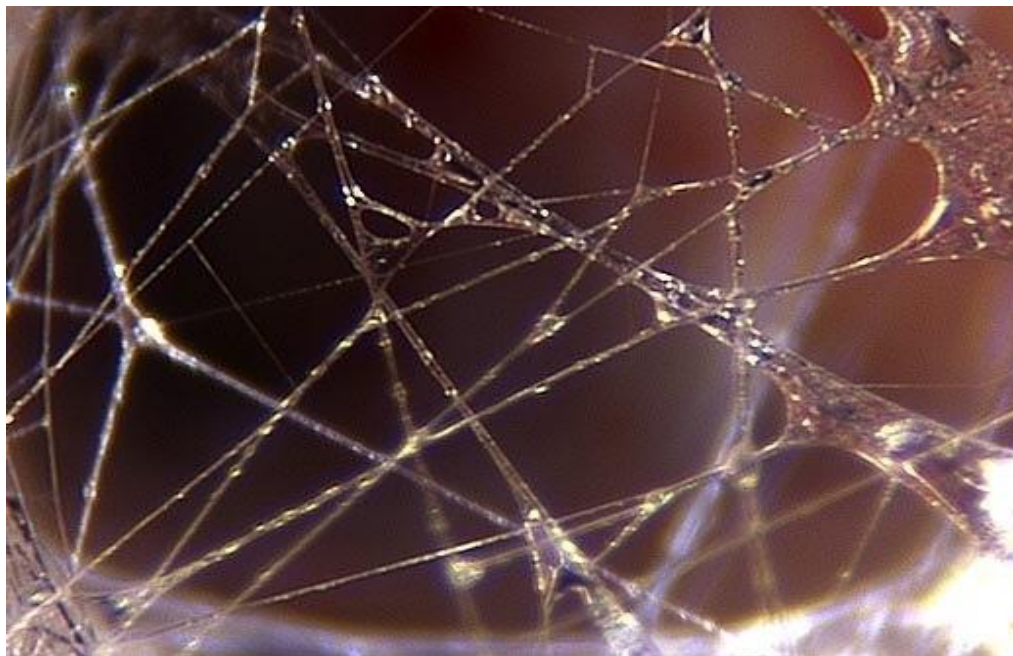
## **8.2 Viskoelasticita, plasticita a remodelace**

Francouzský chirurg specializující se na operace rukou Jean – Claude Guimberteau, byl prvním operatérem, který zavedlo videoendoskop do vazivové tkáně při operaci živého člověka. Pojem „intratissular endoscopy“ můžeme překládat jako „nitrotkáňová endoskopie“. Videodokument nazývá „Promenades sous la peau“ – Procházkou pod kůží. V krátkém sledu je možno sledovat tři nově vzniklá rozvětvení připomínající pavoučí síť. Současně se

na jiných místech dvě stávající rozpouštějí. Fascinujícím objevem byly i mikrodisperzní kapky (též mikrovakuoly) putující po vláknech samotných. (Guimberteau, Armstrong, 2015)

*„Preparovaná těla v medicínské výuce anatomie mají se štávnatými fasciemi živého člověka asi tolik společného jako vyschlá rozinka s čerstvým hroznem.“ (Müller, Hertzner, 2018 str. 52)*

*Obrázek 7 Mikrodisperzní kapky*



*Zdroj: převzato od Guimberteau, Armstrong (2015)*

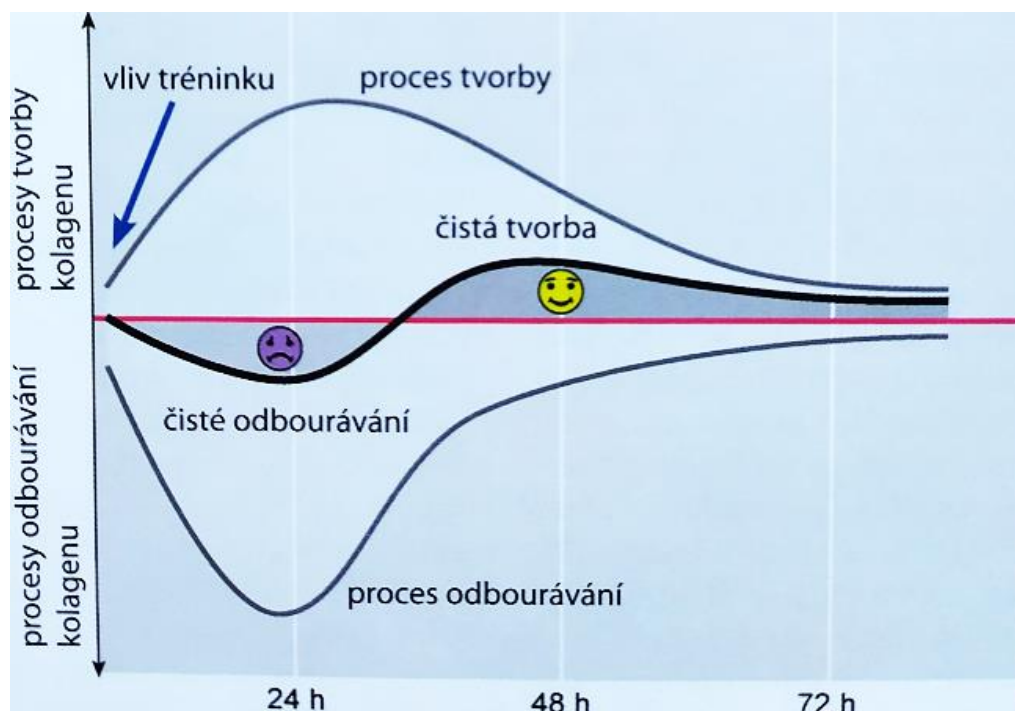
Guimberteau byl prvním, kdo přinesl jednoznačný vizuální důkaz o tom, že systém fascií je vysoce hydratované prostředí, neustále měnící svou strukturu. Nejedná se ovšem o zlomový objev. Díky laboratorním rozborům tkáně víme, že obsahují několik vysoce hydrofilních látek. Stecco (2015) tvrdí, že až 70% hmoty pojivové tkáně je právě voda. Většina vody je vázána do různých sloučenin (GAG), avšak vyskytuje se i volně. Největší množství váže kyselina hyaluronová, ta slouží jako lubrikant v místě styku fascií. Pokud dochází k opakovanému přetěžování, začne se kyselina v tkáni hromadit a namísto maziva funguje jako „lepidlo“. Poté dojde k zbytnění fascie a snížení průtoku tkáňového moku, lokální ischemii, možné je i hromadění nevázané vody. Luomala a Pihlman (2017) specifikují, že hyaluronan se začne měnit z gelu v sol při 40 stupních Celsia. Takové teplo uvnitř tkáně je možné vytvořit pomocí tření při fasciálních technikách. Tozzi (2014) uvádí, že voda slouží

také jako prostředek komunikace. Její molekuly a ionty obklopující proteiny (včetně kolagenu) jsou vysoce uspořádané a tvoří řetězové spoje prostřednictvím vodíkových můstků. Takové uspořádání umožňuje skokové vedení protonů mnohem rychleji, než je vedení impulzu elektrického. Toto vedení signálu prostřednictvím vody je fundamentálním článkem mechanotransdukce. Dle Kuchařové et al. (2007) se viskoelastická mění při mechanickém stresu (tah, tlak). Obecně, čím je stres silnější a intenzivnější, tím více se materiál stane rigidním. Rolf (1990) tvrdila, že většina změn odehrávající se ve tkáních v důsledku fasciálních technik, je na základě změny z tuhého stavu (gel) na více tekutý stav (sol). Dle Chaundryho a Schleipa (2008) toho není možné dosáhnout v pevnějších fasciích (fascia lata, thorakolumbální fascie, plantární fascie), ale je to možné v tenčích, méně strukturovaných a elastických typech fascie. Jako důvod uvádí neschopnost reagovat v krátkém časovém intervalu (60 s až 120 s) a neschopnost vyvolat sílu k extenzi kolagenních vláken, které mají relativně pevné vazby. Změnit biomechanické vlastnosti tkáně je možné pouze v horizontu několika týdnů opakovanou stimulací. Kjaer et al. (2009) dokonce uvádí období 6–24 měsíců potřebné ke změně viskozity. Ovlivnit jakoukoliv měřitelnou morfologickou složku fibrocytu bylo laboratorně prokázáno až po 2 hodinách od intervence. Princip thixotropie – fenomén tání, je tedy do dnešní doby předmětem spekulací.

Schleip (2012 b) uvedl, že případná facilitace Ruffiniho tělísek a intersticiálních fasciálních mechanoreceptorů, může být spojována s eferentními stimuly, které v rámci autonomního nervstva způsobí vazodilataci a tím viskoelastické změny ECM. Langevin et al. (2011) podrobil areolární tkáň statickému zatížení. Dle jeho teorie dojde díky integrinům – membránovým receptorům fibroblastů reagujícím na napětí, a fokálním vazebným komplexům mezi fibroblasty ke zpevnění jejich cytoskeletu. Cytoskelet je tvořen z mikrotubulů a aktino – myosinových vláken, které jsou schopny kontrahovat a vytvořit síly s opačným vektorem než protažení. Poté mají okolní struktury schopnost dosáhnout větší relaxace a snížení smykového tření, protože potřebná opora struktury proběhla na buněčné úrovni ve fibroblastech. Tuto teorii zastává i Iskratsch et al. (2014). Podle Schleipa (2012 b) v odpovědi na mechanický stimul se fascie chová jako houba. Po zmáčknutí či natažení je schopna opět nasát vodu, a to ve větším množství než ve stavu před protažením. K návratu zpět jí pomůžou síly kolagenních vláken, jejichž vazby se opět zkrátí, a vazebné síly proteoglykanů v ECM.

Abu-Hijleh et al. (2006) prokázal variabilitu tloušťky fasciálních vrstev u pacientů různé aktivity i pohlaví. Díky bipedální chůzi je naše laterální fascie stehna jednoznačně tužší a silnější než na mediální straně. Důvodem je přenos sil, a tedy stimulace fibroblastů ke změně stabilnější matrix. Palpovatelný vazivový přechod mezi hamstringy a m. vastus lateralis v podobě fascia lata není tak významný u vozíčkářů. Kdybychom místo chůze, jezdili rozkročení na koni, potom by se mediální fascie stehna stala také silnější. Díky tomuto příkladu je snazší porozumět složitému procesu přestavby pojivové tkáně. Ať už vlivem natažení při Fasciální manipulaci, cvičení, dráždění jehlou při dry needlingu, vytvoření tlaku dlaní nebo nástroji při IASTM odpověď fibroblastů je vždy totožná – tvorba nové matrix, zejména kolagenu a adaptace tkáně lokálním parametrům.

Obrázek 8 Tvorba a odbourávání kolagenu



Zdroj: převzato od Thömmes (2016)

Jak uvádí Bordoni (2015), ihned po cvičení převládá odbourávání starého kolagenu fibroblasty. Odbourávání funguje na principu tvorby určitých proteinů, které degradují kolagenní vazby. Zajímavé je, že čistá tvorba nového kolagenu nastává až zhruba 30 hodin po cvičení.

### 8.3 Fascie jako smyslový orgán

Thömmes (2016) tvrdí, že zatímco dříve byly za zdroje aferentace považovány pouze svalové a kloubní receptory, podle nejnovějších poznatků se ve větší míře účastní fascie. Fascie je bohatě prostoupena receptory, které jsou blízko nervových pletení. Díky množství aferentních signálů ze strany mechanoreceptorů o napětí, pozici, úhlu či rychlosti, můžeme dosáhnout lepší integrace, harmonizaci a efektivity pohybu. Dle Stecco et al. (2007) v místech s větší hustotou receptorů můžeme lépe vnímat změnu v směru distribuce sil, zatímco v místech, kde se šíří většinou síly jednoho směru (laceratus fibrosus), je inervace menší. Ianuzzi et al. (2011) tvrdí, že receptory kloubního pouzdra jsou ve fyziologickém rozsahu kloubu téměř inaktivní, jejich stimulace nastane až v krajních rozsazích kloubu a hlavní propioceptivní složkou během pohybu je tedy fascie. Navíc Benatazzo et al. (2011) upřesnil výskyt nejvyšší koncentrace propioceptorů v korelaci s vrstvou uložení. Dle jeho výzkumu je nejvyšší inervace mezi fascia profunda a subdermální tukovou tkání, kde dochází k největšímu tření vrstev a vytváření smykového tření. Schilder et al. (2014) při svém výzkumu aplikoval injekčně roztok hypertonické soli do svalu a šlachy. Aplikace do oblasti šlachy či přechodu šlacha/kost vyvolala větší nociceptivní podnět než ve svalovém břišku.

K mechanoreceptorům Lesondak (2017) uvádí následující:

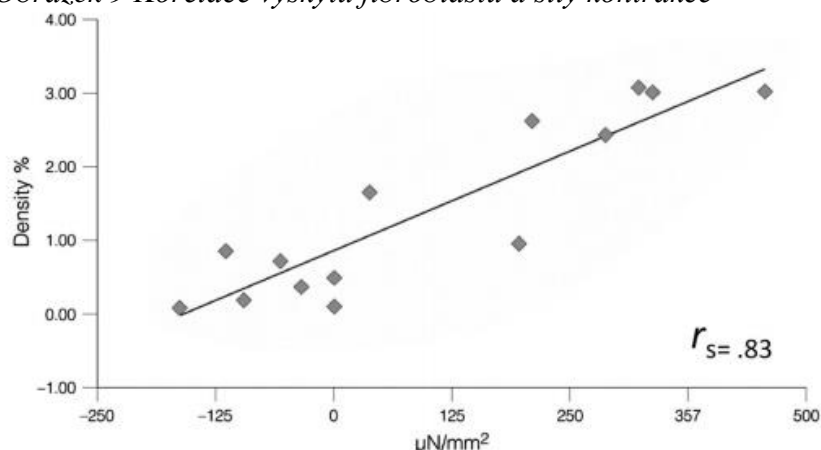
- Svalová vřeténka se skládají z modifikovaných svalových vláken, tzv. intrafuzálních vláken. Jsou uloženy paralelně s aktinem a myosinem a zpracovávají informace o natažení a rychlosti. Jejich primární zakončení jsou myelinizovaná a vedou vzruchy informující o rychlosti a velikosti protažení svalu. Sekundární zakončení vedou pouze informace o velikosti natažení.
- Golgiho receptory jsou k nalezení ve fascia profunda, avšak vyskytují-li se v oblasti šlachy, nazýváme je Golgiho šlachovým tělesem. Funkčně není mezi nimi rozdíl. Pouze 10 % se vyskytuje v oblasti šlach, zbylá část v kloubních pouzdrech, vazech, aponeurózách a vazivových poutkách. Jejich úkolem je monitorovat lokální napětí. Při natažení začnou pomalu aktivovat alfa-motoneuron, který inhibuje agonistu a facilituje antagonistu, čímž chrání kloub před překročením fyziologické bariéry.
- Vater-Paciniho a Ruffiniho tělíška jsou receptory reagující na změnu tlaku, dotyk a částečně vibrace. Mají vejčitý tvar.
- Volná nervová zakončení jsou všudypřítomná a tvoří až 80 % všech zakončení. Vlákná jsou buď myelinizovaná typu III, nebo nemyelinizovaná typu IV, známá jako



C vlákna. Zpracovávají informace všech druhů a mohou též ovlivňovat tep či tlak, což koresponduje s jejich zvýšeným výskytem v oblasti cév.

Schleip a Klinger (2019) objevili, že fascie mají schopnost udržovat tonus. Gabbiani et al. (2007) zjistil vysoký výskyt myofibroblastů při okraji traumat, avšak dlouho nebylo jasné proč. Jejich kontrakce může například pomoci ke stahování okrajů rány nebo naopak působit obtíže v podobě restrikcí. Tato vlastnost připomínající buňky hladkého svalstva může při vysoké koncentraci cytokinů, které ji aktivují, přispívat i k zatuhnutí tkáně a tvorbě adhezí. Kontraktilita koreluje s výskytem myofibroblastů, kterým velí autonomní nervový systém sekrecí hormonů a neurotransmiterů. V oblastech s nízkým výskytem těchto buněk nedochází k měřitelné kontrakci. Lumbální či plantární fascie je bohatá na tento typ buněk, a tak byly podrobeny in vivo experimentu. Síla kontrakce byla nejsilnější po přidání růstového hormonu TGF- $\beta$ 1, konkrétně 220 až 445  $\mu\text{N}/\text{mm}^2$ . Tato látka z kategorie cytokinů má prokazatelný vliv na sympatikus, což může značit vztah mezi psychikou a myofasciální bolestí a ztuhlostí. Druhá největší reakce byla na látku botulotoxin C3. Dle maximální možné koncentrace myofibroblastů se prostřednictvím matematických modelů odhaduje nejvyšší možná kontrakce až 2,63  $\text{N}/\text{mm}^2$ . Při delší restrikci pohybu, se odhaduje vytvoření tkáně s charakteristikou kontraktury o průměru 1 cm za jeden měsíc.

Obrázek 9 Korelace výskytu fibroblastů a síly kontrakce



Zdroj: *Active Contractile Properties of Fascia* [online]. In: [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://sci-hub.tw/10.1002/ca.23391>

Myofasciální bolest dle Jafriho (2014) postihne během života až 85% populace. Složená je ze symptomů vzniklých v rámci autonomního, motorického i senzitivního systému. Hlavní příčinou jsou myofasciální trigger pointy, které mohou být latentní, typické pro fibromyalgii – bolestivé palpačně nebo aktivní – bolestivé spontánně. Dále specifikuje bolest

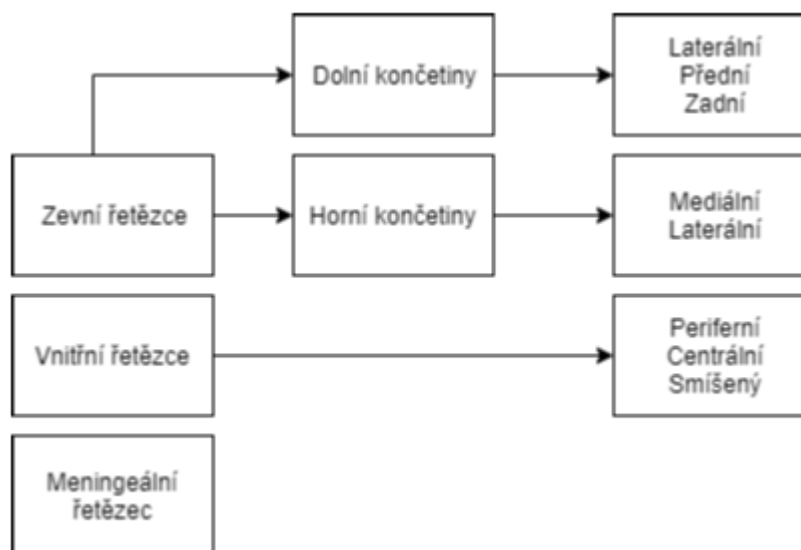
s původem čistě fasciálním v souvislosti s kompartment syndromem. Pokud se v kompartmentu nahromadí krev, zvýší se tlak. V kombinaci s rigidní fascií, která se neextenduje, je vyvíjen stres na receptory, což působí značnou bolest typicky v oblasti bérce.

## 8.4 Myofasciální řetězce a síly

Jak již bylo naznačeno, fascie tvoří funkční linie. Existuje mnoho modelů například od Serge Paolettiho, Leopolda Busqueta, Kurta Tittela či Hermana Kabata. Zde bude podrobněji popsán model Anatomy trains od Thomase Myerse, který se považuje za průkopníka myofasciálních meridiánů. V modelech lze najít hodně společných prvků, avšak liší se zejména v počtu řetězců a bodech inserce fascií. Tyto tahové myofasciální řetězce přenášejí napětí ve všech myslitelných směrech po celé délce těla. To vysvětluje, proč se potíže mohou objevit daleko od místa svého vzniku a proč ošetření bolestivého místa nepředstavuje tu nejadekvátnější alternativu. Řetězce tvoří svaly a jejich fascie. Je důležité zmínit, že Myers vycházel pouze z pitevních analýz tkáně. Tímto způsobem stanovil specifické linie prostupující tělo. Základem linie je v první řadě shodný směr svalových a fasciálních vláken. Druhou podmínkou je stejná hloubka uložení. Na základě dalších klinických metaanalýz byla potvrzena existence povrchové zadní linie, obou funkčních linií, spirální linie. Další linie jsou zatím považovány pouze za teoretické. (Myers, 2009)

Serge Paoletti (2009) uvádí následující rozdělení nejdůležitějších řetězců:

Obrázek 10 Řetězce dle Paolettiho



Zdroj: upraveno z Paoletti (2009)

Leopold Busquet rozlišuje základních 5 řetězců:

- Statický posteriorní řetězec
- Flekční řetězec (Přímý anteriorní řetězec)
- Extenční řetězec (Přímý posteriorní řetězec)
- Diagonální posteriorní řetězec
- Diagonální anteriorní řetězec

Kurt Tittel používá termín „svalové popruhy“, aby vyjádřil vzájemnou kooperaci fascie a svalu. Rozdělení je následující:

- Extenční svalový popruh: extenze horní i dolní končetiny a extenze trupu
- Flekční svalový popruh: flexe horní i dolní končetiny a flexe trupu
- Svalové popruhy statické: popruh mezi mm. rhomboidei a m. serratus anterior, popruh mezi m. levator scapulae a m. trapezius, popruh mezi m. trapezius a m. pectoralis maior et minor, popruh mezi m. trapezius a m. serratus posterior
- Svalové popruhy úklonu a rotace: popruh spojující páteř s dolními končetinami ventrálně, popruh spojující rameno s chodidlem ventrálně a popruh spojující horní končetinu s kontralaterální dolní končetinou dorsálně

Statický posteriorní řetězec Busqueta a meningeální řetězec dle Paolettiho se vymikají ostatním, protože neobsahují žádné aktivní svalové fascie – jedná se o pasivní řetězce. Busquetův řetězec se skládá z: dura mater cranialis et spinalis, ligamenta páteře, část gluteální fascie, část fascie m. piriformis, tractus iliotibialis a membrana interossea. Paoletti ho popisuje následovně: nejnižší bod je kostrč, stoupá míšními obaly, do kraniální dutiny skrz foramen magnum a končí epikraniální fascií. (Schleip, 2012)

Paoletti (2009) také zmiňuje důležité body, kterými je uskutečněn přenos sil, mající také roli tlumení, jsou to: pánevní pletenec, bránice, lopatka, jazyk, occipitocervikální spojení.

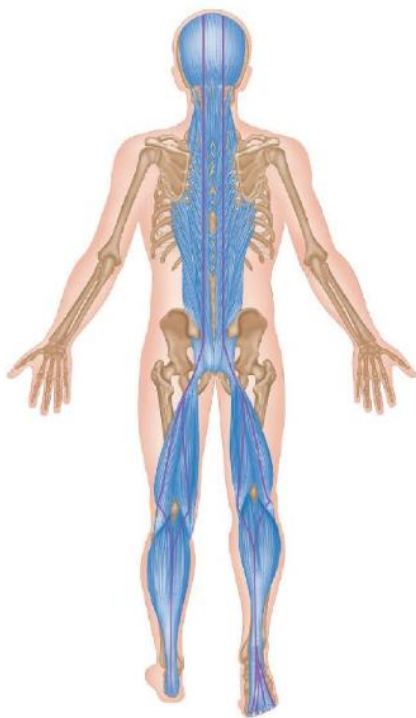
Jak uvádí Bordoni a Myers (2020), již v roce 1988 Stecco viděl souvislost mezi svaly a akupunkturními meridiány. Myers publikoval svou práci v roce 1997. Ve fyzioterapii řetězce našly uplatnění zejména při chápání vzniku patologií, které mezi sebou zdánlivě nesouvisely. Řetězce pomohly vysvětlit, jak například souvisí plochonoží a bolest v bedrech, rotace pánve a vliv hypertonických svalů nebo jak souvisí hypertonie trapézu s hamstringy.

Anatomy trains také vznesl otázku, jak souvisí bránice s posturou a orgány? Bránice je nejdůležitějším respiračním svalem, propojena fascií s vnitřními orgány, součástí hlubokého předního řetězce, fascie velkého prsního svalu je také v kontaktu. Nalezneme i vztahy pánevního dna a bránice.

Přibližně 70 % vláken je inzerováno šlachou, zatímco zbylých 30 % se upíná do fascie na úrovni epimysia nebo v podobě myofasciálních expanzí. Přenos sil mezi přilehlými svaly se nazývá intermuskulární myofasciální přenos. Tímto způsobem se síly šíří v příslušném kompartmentu i segmentu. Huijing (2007) navíc prokázal šíření sil i směrem k antagonistům. Intermuskulární typ přenosu úspěšně předvedl například Yucesoy (2010), kdy po přetěti šlachy m. flexor carpi ulnaris byl zachován částečný pohyb v zápěstí směrem medio-palmárním při kontrakci svalu, protože se několik svalových snopců upíná myofasciální expanzí do brachiální fascie. Při pokusu se kontrolovala i aktivita ostatních flexorů. Druhou, častější možností je přenos mezi svalem a extramuskulární strukturou. Právě takto je přenesena většina sil generovaných svalem postupně přes perimysium, paratendon a šlachy až na kost (Garofolini, Svanera, 2019). Zügel et al. (2018) tvrdí, že v případě výskytu tužší fascie okolo svalu, než je standard, více sil je přenášeno extramuskulárně. Můžeme předpokládat zvýšené nároky na šlachy svalů v postižené oblasti a patologické pohybové stereotypy. Aktuální výzkumy hledají souvislosti přenosu sil zejména s neurologickými chorobami, jako je spasticita. Navíc dle Stecco (2015) přenos sil pomocí myofasciálních expanzí tvoří dodatečné natažení a napětí, které umožňují reciproční komunikaci mezi fascií a svalem.

Důkazy o existenci myofasciálních řetězců můžeme najít v několika in vivo experimentech. Andrade et al. (2016) zjistil omezení rozsahu pohybu kotníku při flexi kyčelního kloubu, což prokazuje existenci posteriorní linie, nespecifikuje však které. Cruz-Montecinos et al. (2015) sledoval vztahy mezi lýtkovou fascií a fascií cervikální. Nejprve pacienty, sedící s extendovanými koleny, nechal klopat pánev anteriorně a zároveň sledoval změnu pozice hluboké fascie m. gastrocnemius. Následně pacienti provedli flexi krku. Fascie se prokazatelně posunula, jak při pohybu pánve, tak dodatečné flexi krku. Objektivním důkazem může být i fakt, že většina lidí s bolestmi zad má zároveň sníženou flexibilitu hamstringů. Patel et al. (2011) při studiu plantární fasciitidy prokázal zvýšenou ztuhlost a tloušťku posteriorních fascií v porovnání se zdravými pacienty.

Obrázek 11 Povrchová zadní linie

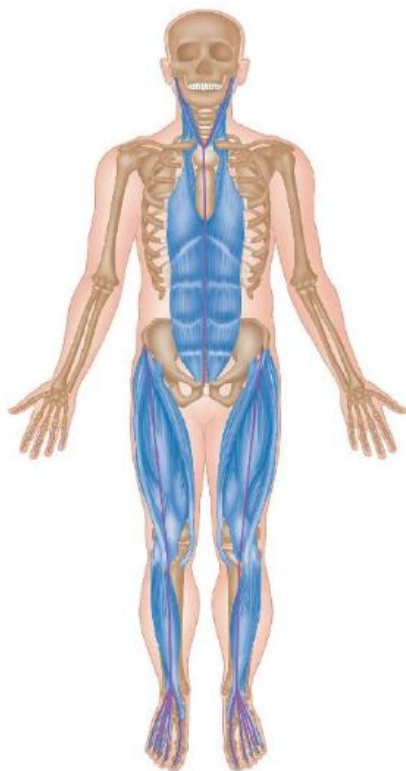


Zdroj: převzato od Chaitow (2018)

#### 8.4.1 Povrchová zadní linie

Linie je vedena od nadočnicových oblouků až ke kolenům, poté k patám a končí u palců nohy. Obsahuje svaly i fascie a skládá se z plantární aponeurózy, tricepsu surae, hamstringů, sakrotuberálních vazů, lumbosakrální fascie, erektorů páteře a epikraniální fascie. Extenduje páteř a kyčle, flektuje koleno a plantárně flektuje kotník. V psychomotorické rovině, dysfunkce této linie (držící vzpřímený stoj) je spojena s neúplnou vyzrálostí CNS. Má tedy posturální funkci, obsahuje spíše pomalá – červená vlákna a jeho fascie je silnější. (Chaitow, 2018)

Obrázek 12 Povrchová přední linie



Zdroj: převzato od Chaitow (2018)

#### 8.4.2 Povrchová přední linie

Linie je vedena po obou stranách symetricky od chodidel k lebce. Obsahuje svaly a fascie anteriorního crurálního kompartmentu, kvadriceps, rectus abdominis, sternální fascii a m. sternocleidomastoideus až ke galea aponeurotica. První část je od chodidel k pánvi, druhá od pánve ke galea aponeurotica. Převládají zde bílá, rychlá svalová vlákna s funkcí: flexe trupu, flexe kyčle, extenze kolene, dorsální flexe v kotníku. Ve stoji SFL flektuje dolní část krku, avšak hyperextenduje část horní. Při úleku nebo hrozícím útoku se právě tato linie flektuje jako první. Slouží jako antagonist zádí linie a pomáhá stabilizovat pánev a žebra. (Chaitow, 2018)

Obrázek 13 Laterální linie

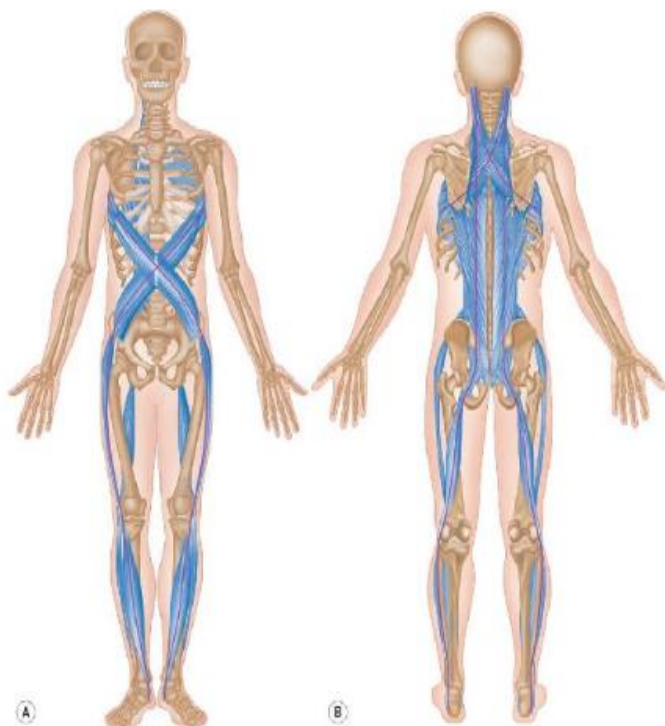


### 8.4.3 Laterální linie

Postranní linie začíná na mediální i laterální straně plosky prostřednictvím mm. peronei, dále vede okolo zevní kotník přes stehno, příčným vzorem přes trup až k processus mastoideus. Účastní se lateroflexe trupu, abdukce kyčle a everse chodidla. Zabraňuje vnějším silám v rotaci trupu, stranovým dysbalancím a stabilizuje segmenty při flexi a extenzi. (Chaitow, 2018)

Zdroj: převzato od Chaitow (2018)

Obrázek 14 Spirální linie



### 8.4.4 Spirální linie

Začíná na lebce úpony mm. splenius capitis a cervicis, prochází mezi lopatkami na kontralaterální stranu skrz mm. rhomboidei, obkružuje trup jako m. serratus anterior, kříží se v oblasti břicha, dále okolo kyčle směrem k chodidlu, které podbíhá. Skrz m. peroneus longus, m. biceps femoris, lig. sacrotuberale, thorakolumbální fascii a m. erector spinae končí opět na lebce. Rotuje trup a je významná při chůzi. Výrazně ovlivňuje pozici pánve ve vztahu k plosce nohy. (Chaitow, 2018)

Zdroj: převzato od Chaitow (2018)

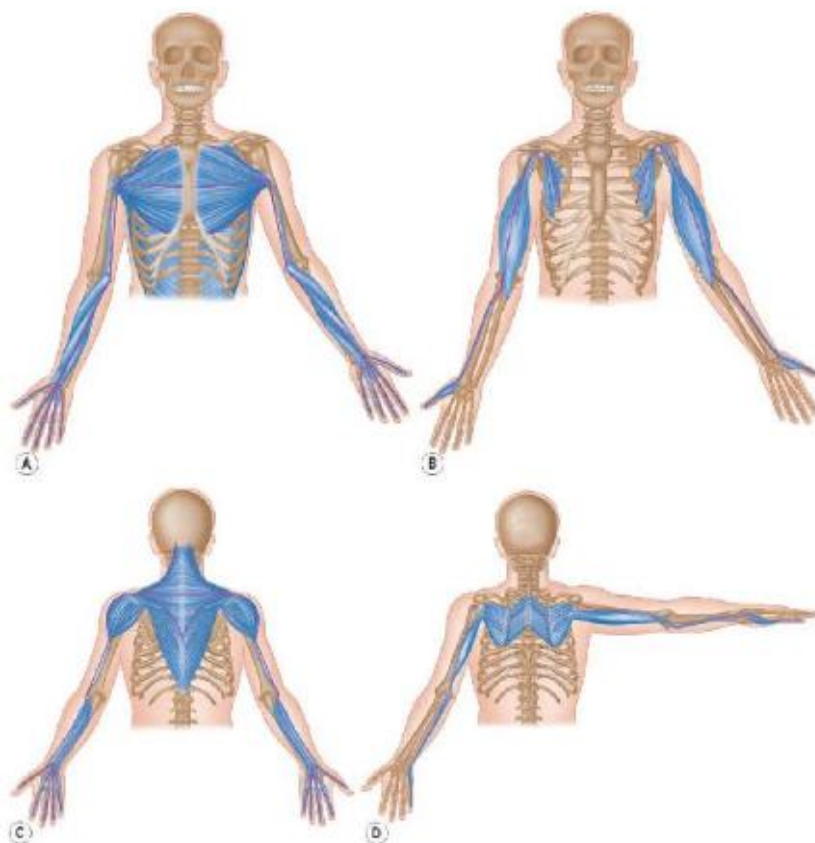
#### 8.4.5 Linie horních končetin

Tyto linie uceleně splývají do laterální, funkční, spirální a povrchové přední linie, které zajišťují stabilitu při manipulaci končetinami. Operují přes cca 10 kloubů a jsou aktivní pokaždé, když je horní končetina jakýmkoli způsobem v pohybu.

Hluboká přední linie se skládá z: m. pectoralis minor a přilehlé fascie, m. biceps brachii, radiální části svalů thenaru. Povrchová přední linie patří: m. pectoralis major, m. latissimus dorsi, fasciální přepážka oddělující flexory a extenzory, flexory předloktí.

Hluboká zadní linie vede: mm. rhomboidei, m. levator scapulae, rotátorovou manžetou, m. triceps brachii, laterální periost ulny, svaly hypothenu. Povrchová je koncipována m. trapezius, m. deltoideus, intermuskulární fascií a extenzory předloktí. (Chaitow, 2018)

*Obrázek 15 Linie horních končetin*



*Zdroj: převzato od Chaitow (2018)*

#### 8.4.6 Funkční linie

Rozlišujeme tři funkční linie: zadní, složenou z m. latissimus dorsi, thorakolumbální fascii, sakrální fascii, m. gluteus maximus, m. vastus lateralis a lig. patellae. Přední obsahuje: m. pectoralis major, m. rectus abdominis a m. adductor longus. Poslední funkční linie zvaná ipsilaterální je složena z vnější části mm. latissimi dorsi, mm. externi obliqii a mm. sartorii. Jejich zapojení se typicky projeví při šikmých vzorech. Přibližují ramenní pletenec kontralaterálně ke kyčli, anteriorně i posteriorně. Příkladem může být pohybový vzor, kterým oštěpaři vrhají oštěp. (Chaitow, 2018)

Obrázek 16 Funkční linie



Zdroj: převzato od Chaitow (2018)

#### 8.4.7 Hluboká přední linie

Struktura této linie je mnohem komplikovanější než u předešlých. Začíná prostřednictvím svalů m. tibialis anterior a m. flexor hallucis longus. Od mediálního kondylu femuru vede anteriorně skrz m. adductor longus a brevis, m. iliopsoas, m. pectineus, anteriorní část bránice, m. transversus thoracis, infra – a suprahyoidní svaly upínající se na dolní čelist. Posteriorně tvoří mm. adductor magnus, fascii pánevního dna společně s m. levator ani, longitudinální ligamenta páteře navazující na m. longus colli a capitis, navazuje na bránici, perikard, mediastinum, paravertebrální fascii a mm. scaleni.



Tato linie je nejvíce posturálně aktivní, je úzce vzpjata s hlubokým stabilizačním systémem. Svaly, které zahrnuje, obsahují predominantně červená vlákna. Krom dechové vlny a addukce kyčle se účastní všech pohybů. (Chaitow, 2018)

*Obrázek 17 Hluboká přední linie*



*Zdroj: převzato od Chaitow (2018)*

## 9 TERAPIE ORIENTOVANÉ NA FASCIE

Existuje široká škála technik a metod využívaných ve fyzioterapii. Z pohledu aktivity pacienta se může terapie dělit na aktivní, kde pacient provádí úkony (dynamický strečink), pasivní, kde pacient nevyvíjí žádnou aktivitu (Fasciální manipulace) a autoterapii. Dále, zda jde čistě o manuální techniku (Rolfing), nebo je využíván nástroj či zařízení (Graston technique, Foam rolling). Kauzální metoda terapie se zaměřuje na příčinu vzniku poruchy, všeobecně je tento styl spojen s Východní medicínou. Západní medicína a přidružené terapie jsou vzpjaty s léčbou symptomatickou, avšak toto dogma není pravidlem.

### 9.1 Dry needling

Metodu suché jehly v České republice nesmí dle zákona fyzioterapeut vykonávat, avšak v zahraničí, zejména v USA, je jimi tato metoda hojně využívána k léčbě nejen MTrP. DN je invazivní technika, při které akupunkturální jehla pronikne kůží, podkožím až ke svalu a neaplikuje se při ní žádné léčebné sérum. Mechanismus uvolnění bolesti se dle autorů liší, mezi nejčastěji zmiňované patří: vrátková teorie bolesti, segmentální inhibice, placebo efekt, úprava endogenních opioidů, či centrální senzitivace. Setkáváme se s i názorem, že efekt spočívá v mechanickém narušení dysfunkční motorické ploténky, chybí ale průkazná klinická studie. Dalším názorem je ovlivnění spontánní elektrické aktivity prostřednictvím uvolnění neurotransmiterů doprovázené lokálním svalovým záškubem. Průnik jehly uvolní akumulovaný acetylcholin a následně dojde ke snížení dráždivosti v podobě nižší spontánní elektrické aktivity. Běžně se objevuje přesvědčení, že DN se rovná akupunktuře. Společné mají užití akupunkturálních jehel, které ovšem při terapii suchou jehlou cílí na trigger point. Akupunkturisté jehly vpichují do meridiánů, aby rebalancovali tok energie tělem, což sekundárně může ovlivnit i MTrP. (Dommerholt, Huijbregts, 2009)

Dle Cagnie et al. (2013) kromě svalu můžeme ovlivnit přímo fascii a přilehlé měkké tkáně, včetně žíly. Prvně je nutně napalповat bariéru, a poté zavést jehlu více povrchově v rozsahu cirká 5–10 mm. Studie však prokázala, že při hlubším průniku tzv. „Deep Dry Needling“ je dosaženo větší lokální analgezie. Následně je jehla terapeutem rotována, aby mechanická energie vyvolala mechanotransdukcii tkáně a tím potřebný stimul fibroblastů pro remodelaci tkáně. Pozorovat můžeme tzv. needle grasp, kdy dojde k citelnému sevření jehly. Jedním z faktorů je aktivita svalu, dále však dochází k prodloužení kolagenních vláken, stimulaci mechanoreceptorů, aktivitě myofibroblastů či změně tvaru fibroblastů z oválu na vřeteno. Další chtěný efekt je lokální prokrvení. Často je tento jev vysvětlován uvolněním látek

CGRP, bradykinin či substance P, které ovlivňují A $\delta$  a C vlákna a tím vazodilataci kapilár. Boyce et al. (2020) analyzoval nejčastější nežádoucí efekty u 20, 464 uskutečněných terapií. Celkem u 16 % pacientů se vyskytlo krvácení, u 7,7 % následné pohmoždění a 6 % pacientů pociťovalo bolest v průběhu terapie.

- Celkem 30 pacientů s bolestí krční páteře bylo rozděleno do dvou skupin na polovinu. Prvních 15 pacientů podstoupilo DN, druhá skupina manuální terapii tlakem (TrP pressure release). Průměrný věk pacientů byl 21 let a průměrná doba obtíží 8 měsíců. Hodnocení proběhlo prostřednictvím „Neck disability index“, ve kterém dosažení 50 bodů znamená úplnou neschopnost pohybu, 0 bodů žádné omezení a klinicky významné je dosažení 10 bodů. DN skupina referovala výchozí hodnotu NDI 21, 7, kontrolní skupina 20, 0. Další měření proběhlo po uplynutí jednoho týdne, kdy: DN skupina hodnotila 17, 9 body a kontrolní skupina 19, 1 body. První skupina, dle NDI, s téměř o 4 body nižším skóre tak dosáhla významnější úlevě od bolesti, než druhá skupina s rozdílem pouze 0, 9 bodu. (Arias-Buría et al., 2020)
- Spastický pacient ve věku 29 let s levostrannou hemiplegií podstoupil DN za účelem zvýšení aktivního rozsahu pohybu (AROM) a pasivního rozsahu pohybu (PROM). Úspěšné bylo dosažení zvýšení rozsahu pohybu, ovšem jednalo se o pilotní studii s minimálním počtem účastníků. (Tavakol et al., 2019)

*Tabulka č. 1: Rozsahy pohybů v kotníku a zápěstí*

Pohyb	Před terapií	Po terapii
AROM dorsální flexe kotníku	4°	10°
PROM dorsální flexe kotníku	9°	18°
AROM extenze zápěstí	40°	53°
PROM extenze zápěstí	55°	70°

*Zdroj: upraveno z Tavakol et al. (2019)*

- Hu et al., (2018) vytvořil metaanalýzu šestnácti studií týkající se DN a akupunktury. Všechny studie se týkaly léčby bolesti v bederní oblasti. Tvrdí, že po analyzování dat je nejlepším řešením DN. Metoda suché jehly měla obecně téměř okamžitý efekt snížení bolesti dle VAS a v časovém úseku několika týdnů se efekt rovnal akupunktuře.
- Pacientka ve věku 42 let s nespecifickou bolestí v hrudní oblasti Th2 – Th7 podstoupila DN. Byla zaznamenána zvýšená tuhost superficiální fascie s rigidní dermis. Po vpichu jehel do superficiální fascie byla provedena rotace vlevo i vpravo s následným nedle grasp po dobu 15 minut. Po absolvování 4 terapií během dvou týdnů, se bolest dle škály NPRS podařilo snížit ze 7 na 0, došlo tedy k úplnému vymizení bolesti. (Anandkumar, Manivasagam, 2017)

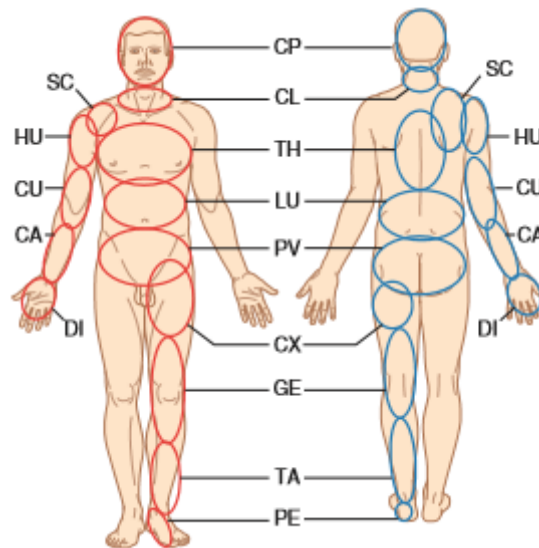
## 9.2 Fasciální manipulace dle Stecca

Luigi Stecco, italský lékař a anatom vyvíjel metodu přes 40 let s přispěním teoretických poznatků například z práce Idy Rolfové, Hermana Kabata či akupunktury. Rozdělil tělo na 14 segmentů, z nichž každý je koordinován 6 myofasciálními jednotkami, do kterých patří: jednokloubová a dvoukloubová svalová vlákna souhlasného směru, která pohybují kloubem v jednom směru a rovině, kloub samotný, přidružená nervová vlákna a přiléhající fascie. Dále definoval tři body:

- Centre of coordination (CC) – bod, kde se sbíhají unilaterální svalová vlákna
- Centre of perception (CP) – bod, oblast vnímání bolesti
- Centre of fusion (CF) – bod, kde se sbíhají vektory dvou myofasciálních jednotek

Terapii předchází podrobná anamnéza, a to zejména palpační vyšetření každé myofasciální jednotky a provedení specifického pohybového testu, na jejichž základě se určí hlavní ošetřované body.

Obrázek 18 Zóny dle Stecca



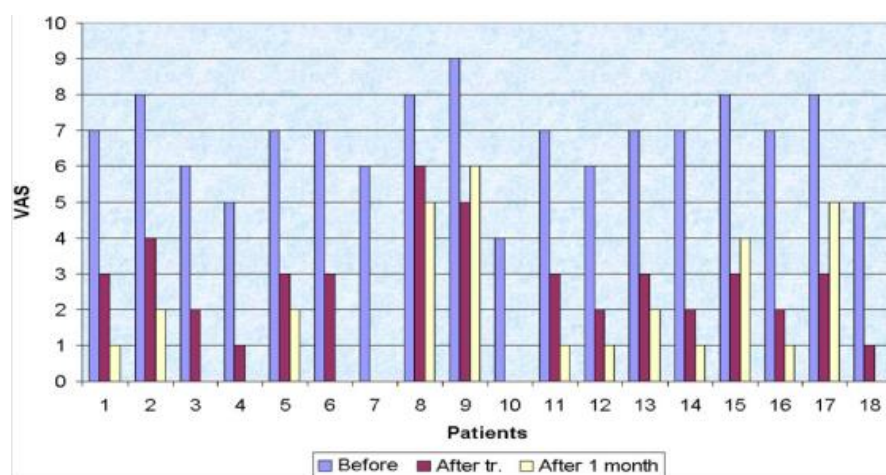
Zdroj: převzato od Luomala, Pihlman (2017)

CP – hlava; CL – krk; TH – hrudník; SC – lopatka; HU – paže; CU – loket; CA – oblast předloktí; DI – prsty; LU – bedra a oblast nad pupkem; PV – pánev; CX – kyčel a proximální část stehna; GE – kolenní kloub; TA – hlezno a distální část tibie; PE – chodidlo (Luomala, Pihlman, 2017)

Speciálních hmaty jsou kombinací tlaku (80 %) a tření (20 %). Tření by mělo probíhat přes tkaninu po dobu až 5 minut. Cílí se na CC a CF, tudíž se neléčí místo bolesti, ale příčina. Pro správné fungování je třeba cirkulace intersticiální tekutiny a mechanická facilitace fibroblastů, které nastartují remodelaci tkáně. (Luomala, Pihlman, 2017)

- Studie z roku 2009 hodnotila vliv terapie se zásadami Fasciální manipulace dle Stecca na patelární tendinopatii. Vzorek 18 sportovců hodnotil terapii prostřednictvím VAS. Měření proběhlo před terapií (modrá), ihned po (červená) a za jeden měsíc (bílá). Průměrná hodnota VAS před terapií byla 6,8, ihned po terapii došlo k poklesu na 2,6. U dvou případů došlo ihned k úplnému odeznění bolesti, za jeden měsíc tak referovali další 4 pacienti. Jen 4 pacienti (8,9, 15, 17) zaznamenali pouze mírné zlepšení po uplynutí jednoho měsíce, u nich se však vyskytovaly i přidružené bolesti v tříslech, bederní oblasti či plosce. Zde by se mohlo jednat o poruchu několika posturálních vzorů. (Pedrelli et al., 2009)

Obrázek 19 Hodnocení dle VAS

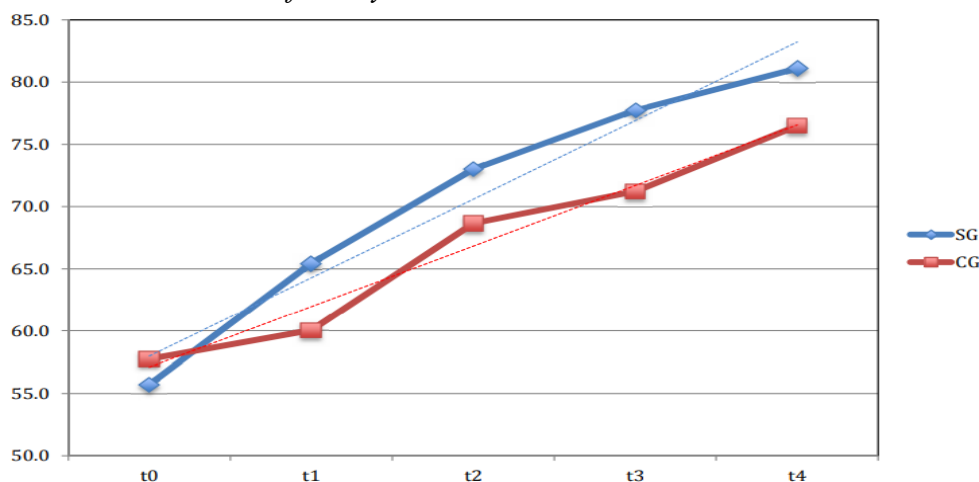


Zdroj: převzato z Pedrelli et al. (2009)

- Vzorek pacientů trpící nespecifickou chronickou bolestí zad v bederní oblasti podstoupil několik sezení v rámci Fascia manipulation. Dle škály NRS došlo ke zmírnění bolesti u 4 případů z 5 při prvním sezení, u posledního případu po třetím sezení konkrétně po uvolnění m. gracilis. V žádném z případů nedošlo ke zlepšení rozsahu flexe trupu, ale u 3 pacientů, kde se terapie zaměřovala na dolní končetiny, došlo ke zlepšení ROM hlavních kloubů mezi 5° a 10°. Měření po prvním, třetím a šestém měsíci po ukončení terapie ukázala, že ve třech případech došlo k významnému poklesu až vymizení, v jednom k mírnému zlepšení a u posledního k relapsu do původního stavu ve vnímání bolesti. (Casato et al., 2019)
- K úspěšnému vyléčení došlo u pacientky s rupturou rotátorové manžety. Pacientka hodnotila bolest dle VAS číslem 10. Aktivní flexe v rameni byla schopna do 110° a abdukce 95°. Ihned po první terapii došlo k uvolnění rozsahu v obou pohybech až na 180° a hodnota VAS byla 4. Měření po třech týdnech prokázalo snížení rozsahu obou pohybů o 10° a VAS byla na čísle 5. (Pintucci et al., 2017)
- Po totální výměně kyčelního kloubu bylo 51 pacientů rozděleno do dvou skupin. Kontrolní skupina (CG) podstupovala 2x denně 45 minut klasické terapie, u sledované skupiny (SG) bylo sezení nahrazeno FM. Měření se soustře-

díla na rozsahy pohybů v kloubu. U všech pohybů kromě flexe nebyl zaznamenán významnější rozdíl mezi dvěma skupinami. Rozdíl rozsahu flexe na časové ose bude znázorněn následujícím grafem. (Busato et al., 2016)

Obrázek 20 Rozsah flexe kyčle

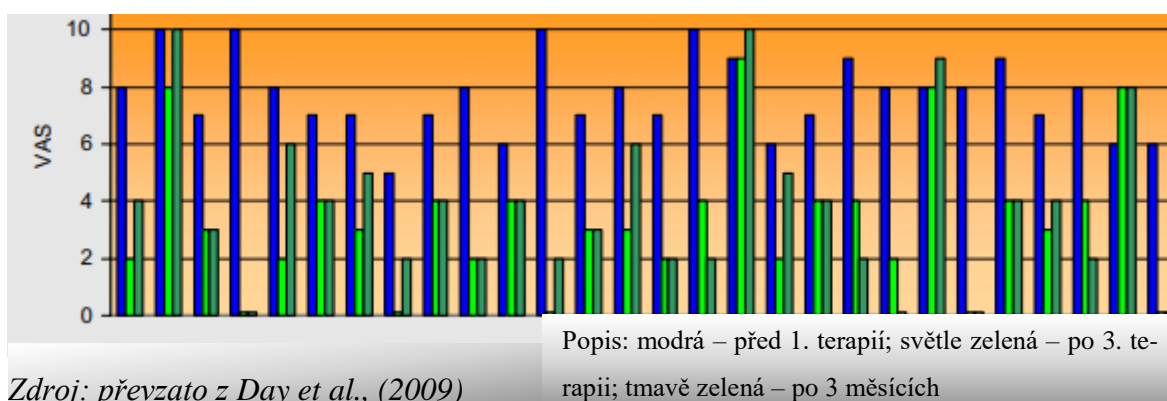


Zdroj: převzato z Busato et al. (2016)

Popis: t0 – před první terapií, t1 – po první terapii, t2 – na konci 5. dne, t3 – na konci 8. dne, t4 – konec 10. dne

- Další studie obsahovala celkem 28 pacientů s chronickou posteriorní bolestí ramene. Bolest ve všech případech zasahovala k lopatce i do oblasti m. triceps brachii. V 9 případech bolest zasahovala posteriorní plochu předloktí, 7 pacientů cítilo parestezie ke konečkům prstů. Před terapií 53 % pacientů vykazovalo značné omezení pohybu v sagitální rovině a třetina měla omezený rozsah krční páteře. Po třech sezeních byla bolest dle VAS celkově snížena o 57 %. V osmi případech po 3 měsících nastalo zhoršení bolesti a tři pacienti pociťovali bolest stejnou jako před začátkem terapie. (Day et al., 2009)

Obrázek 21 Hodnocení dle VAS



Zdroj: převzato z Day et al., (2009)

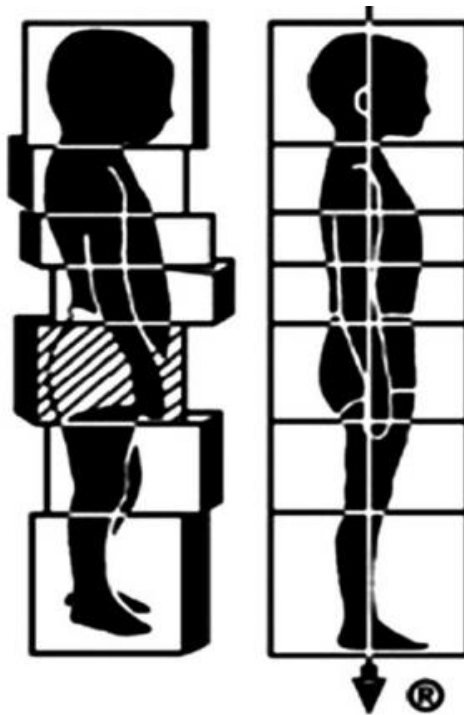
### 9.3 Structural Integration – Rolfing

Tkáně jsou vlivem gravitace podrobeny neustálému stresu vedoucímu ke tvorbě dysbalancí a patologií. Metoda cílí na správné uspořádání sil fasciální, kloubní a svalové složky v gravitačním poli pro pohyb bez obtíží a bolesti. Zakladatelka Ida P. Rolf vycházela z principů tantriky, jógy, Alexandrovovy metody i osteopatie. Tvrdí, že fascie jsou základní a nejdůležitější nosnou komponentou. Rolfing je proces integrující fyzické struktury lidského těla v celek. Nezaměřuje se na příčinu bolesti, ale na pohybové stereotypy, svalové dysbalance, vzpřímené držení těla a správné dýchání. Terapeuti vyvíjí déletrvající tlak na měkké tkáně, který je ve srovnání s klasickou masáží intenzivnější. Postupuje se od distálních částí k proximálním a terapeut k tlaku využívá krom prstů i pěst nebo loket. Pacient ve všech různých polohách při terapii doprovází mírnými pohyby. Terapie je rozdělena na 10 sezení. Prvně se rolfer zaměří na místa styku povrchové fascie s kostí (spina scapule, crista iliaca a dechovou vlnu). Dále se zajímá o plosku a její vztah vůči svalům bérce a hamstringů. Snaží se najít balanc v antero – posteriorním i medio – laterálním směru. Cílem je uvolnění centra gravitace v oblasti L4. Pokračuje ošetřením paravertebrálního valu se zaměřením na oblast mezi obratli Th8 – Th 10, která slouží jako přechod při kontralaterálních pohybech trupu. Následující sezení ošetřují fascie ramenního pletence, optimalizují souhru pánevního dna s adduktory, abduktory a flexory kyčle. V neposlední řadě se věnuje svalům okolo lopatky, hlubokým stabilizačním svalům a svalům krční páteře. Poslední tři sezení mají za úkol zesynchronizovat všechny tyto prvky v celek. (Schleip, 2012)

Ida Rolf vliv gravitace na posturu znázornila na obrázcích, kde tělo rozdělila do bloků, které vůči sobě neustále mění pozici. Pokud středy tělesných bloků leží v jedné ose, dochází k uvolnění napětí – rovnováze. Jestliže jsou bloky vychýleny v jedné z rovin, svaly se toto patologické postavení snaží kompenzovat svojí aktivitou a vznikají tak dysbalance. K největšímu napětí dochází v místě rotací. Zde se hromadí intersticiální tekutina, zejména ve fyziologických kompartmentech tvořených fascií. (Jacobson, 2011)



Obrázek 22 Postura znázorněná do bloků



Zdroj: převzato od Rolf (1990)

- V dostupných zdrojích je velice málo studií mezi lety 2006 a 2020, které se věnují čistě Rolfingu. Nejrelevantnější práce je z roku 2009 porovnávající data pacientů, kteří terapii podstoupili v letech 2002 až 2005. Bylo testováno celkem 31 pacientů s omezením a bolestmi v oblasti krční páteře. Průměrná hodnota aktivní rotace doleva byla zvýšena z původních 52° na 65°. Rotace vpravo byla zlepšena z 51° na 63° po terapii. Úklon vlevo se zvýšil z 25° na 33° a vpravo z 22° na 29°. Flexe a extenze krku se zvýšily v průměru o 5°. Průměrná bolest dle škály VAS byla snížena z 8,0 na 4,9. (James et al., 2009)
- Vliv Rolfingu na zlepšení chůze u dětí s dětskou mozkovou obrnou byl hodnocen pomocí interaktivního chodníku GAITRite. Měření se zúčastnilo celkem 28 pacientů s diplegií i hemiplegií. Nebyla zaznamenána signifikantní změna v šířce postoje, délce kroku ani rychlosti. Jedinou změnou bylo zvětšení plochy kontaktu plošky s trenažerem ve stoji (statistický význam,  $p=0,06$ ). (Price et al., 2016)

## 9.4 Foam rolling

Dr. Moshé Feldenkrais byl první, kdo použil v 50. letech 20. století válce jako terapeutickou pomůcku. Přednostmi jsou: levná cena, jednoduché použití, vlastní regulace tlaku a účinnost. Trendem se rolování stalo teprve v poslední dekádě ve fitness, vrcholovém sportu, ale i mezi běžnou populací. Existují různé tvary, velikosti a tvrdosti povrchu dle cílené oblasti a efektu. Krom uvolňování adhezí a trigger pointů se dá využít jako pomůcka pro protažení problematických oblastí, jako je například hrudní úsek páteře. (Knopf, 2014)

Müller a Herzer (2018) udává, že pomalé válcování různými směry je doporučováno k nabuzení proudící dynamiky základní substance a rehydrataci vaziva. Měli bychom kontinuálně přejíždět válcem po vazivu za stálého, nebolestivého tlaku. Kontraindikovány jsou rychlé pohyby tam a zpět a náhlá přerušování. Tekutiny je třeba prohnat skrz vzniklé bariéry zpět do žilního splavu a lymfatického systému. Rychlé a silné válcování je doporučováno k tonizaci vaziva. Intenzivními a mechanickými impulzy se dočasně zvýší napětí vaziva, což je důležité, když vykonáváme pružné a dynamické pohyby.

- Práce zaměřená na změnu prokrvení byla hodnocena pomocí Dopplerovské sonografie. Hotfiel et al., (2017) se zaměřil na oblast m. vastus lateralis a zjistil až 74 % nárůst průtoku krve po užití rollingu. Dokonce i po 30 minutách byl průtok o 23 % vyšší oproti normálu.
- Analýza studií věnující se Foam rollingu hodnotila účinnost v redukcí lokální bolesti, změny ROM a vlivu na výkon celkem 644 sportovců. Pro snížení lokální bolesti bylo stanoveno časové rozmezí rolování jedné svalové partie mezi 45 s a 90 s jako ideální. Terapie dlouhé v rozmezí 120 s – 600 s nepřinesly žádný signifikantní rozdíl. Měření rozsahu pohybu se věnovalo 17 studií, které použily 10 různých typů hodnocení, jde o heterogenní skupinu s nejednotnými výsledky. Pozitivní změna aktivního ROM byla zjištěna u 5 z 9 studií. Zlepšení pasivního ROM došlo u 5 z 8 studií. K hodnocení sportovního výkonu sportovci podstoupili měření maximální volní kontrakce, skok do výšky nebo běh na 800 m. Ve 3 ze 4 studií došlo k signifikantnímu zlepšení výkonu, avšak poslední studie toto zlepšení nepotvrdila. (Hughes, Ramer, 2019)
- Další studie hodnotící vliv rollingu kvadricepsů u rychlobruslařů opět nepotvrdila zlepšení výkonu hodnoceného pomocí  $VO_{2max}$ . Na druhou stranu bylo

dosaženo vyšší koncentrace laktátu v kvadricepsu před dosažení hranice vyčerpání a měření po 10 minutách ukázalo rychlejší vstřebání laktátu ze svalu. Tato studie potvrdila zlepšení látkové výměny, a tedy i regeneraci svalu. (Shalfawi et al., 2019)

- Celkem 20 pacientů podstoupilo FR laterální strany stehna po dobu 45 s celkem v pěti sériích s pauzami 20 s. Pomocí elastografie se měřila elasticita tkáně. Výsledkem bylo snížení ztuhlosti (zlepšení elasticity) ihned po terapii o 13,2 %. Zajímavé bylo, že ještě 6 hodin po terapii byla průměrná hodnota 12,1 %. (Mayer et al., 2019)
- Studie se 44 účastníky s průměrným věkem 21 let porovnávala ve 3 skupinách ROM dorsiflexe kotníku. První skupina prováděla pouze statický strečink, druhá terapii foam rollingu a třetí podstupovala protažení i rolling. Cítilo se na lýtkový sval, hamstringy a hýždové svaly. Měření probíhalo vždy na konci dne a v prvním týdnu nebyly zaznamenány žádné signifikantní změny. Mezi 3. a 7. týdnem se ROM ve všech skupinách zvýšil v průměru o 8,4 % bez významných odchylek mezi skupinami. Celkově bylo zlepšení v ROM mezi 1. a 7. týdnem 18,4 %. Výsledkem studie je, že statický strečink má srovnatelný výsledek s FR a kombinace dvou fasciálních metod nepřinesla synergistický efekt. (Smith et al., 2019)

## 9.5 IASTM

Techniky mobilizace měkkých tkání za pomoci instrumentů, jsou velice populární při léčbě myofasciálních restrikcí. Původ můžeme spojovat s čínskou technikou „gua sha“, kdy se pomocí opracovaného buvolího rohu tře kůže, až dokud nezčervená. Tvrdí se, že uvolněná krev pochází z adhezí, kde stagnovala a efekt může být až v podobě lehkých pohmožděnin. Tyto speciálně tvarované nástroje z nerezové oceli mají sloužit k ulehčení práce terapeuta, uvolnění adhezí, snížení bolesti, zlepšení prokrvení a zvýšení ROM. Po zranění či dlouhodobém přetěžování nastane lokální zánět a proliferace fibroblastů, což způsobí vznik fibroticky přeměněné tkáně. Tyto změny sníží elasticitu a způsobí adhezi, která omezí správnou funkci tkáně a způsobí bolest. Největší využití těchto metod je v léčbě všech typů tendinopatií. Jizevnatá tkáň omezí přítok krve a tím pádem i kyslíku a výživy potřebné pro opětovnou remodelaci. Prostřednictvím vibrací vedených nástrojem terapeut vnímá místa s vyšším odporem kůže, trigger pointy či zbytnělé fasciální vrstvy. Mechanickým stimulem dojde k proliferaci fibroblastů, opravě kolagenních vláken a tím se tkáň remodeluje. Dojde

ke kapilárnímu krvácení a mikrovaskularizaci, poté následuje zánět, který nastartuje uzdravovací proces. Důležitým činitelem je také strukturální glykoprotein fibronectin produkováný fibroblasty, jehož tvorba je facilitována právě IASTM. Tento nekolagenní protein tvoří vazbu mezi jednotlivými kolagenními vlákny, a tak udržuje správnou proporcionalitu vláken. Mezi nejznámější patří Graston®, ASTYM, Técnica Gavilán®, Hawk Grips®, Facial Abrasion Technique™. (Kim et al., 2017)

- Před ošetřením IASTM byla změřena teplota kůže lýtky s průměrnou hodnotou  $25.83 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.30^{\circ}$ . Po terapii měření ošetřované oblasti ukázalo  $31.83 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.21^{\circ}\text{C}$ . Měření probíhalo každých 5 minut s vrcholem 25 minut po terapii. Studie prokázala efekt lokálního prokrvení po použití IASTM. (Portillo-Soto et al., 2014)
- Skupina pacientů s chronickými bolestmi v bederní oblasti podstoupila Graston terapii po dobu 12 týdnů. Pomocí speciálního inklinometru a snímačů byly změřeny aktivní pohyby trupu. Ošetřena byla thorakolumbální fascie a hamstringy. Došlo ke zlepšení aktivního ROM všech měřených pohybů. Největší rozdíl byl u flexe trupu z původních  $74.5^{\circ} \pm 14.1^{\circ}$  na  $89.3^{\circ} \pm 10.5^{\circ}$  a flexe kyčle před  $110.2^{\circ} \pm 6.6^{\circ}$  a po terapii  $118.1^{\circ} \pm 8.1^{\circ}$ . (Lee et al., 2016)
- Studie zaměřující se na Impingement syndrom u vzpěračů potvrdila zlepšení rozsahu pohybu v ramenním kloubu. Snížení bolesti bylo dosaženo jen na několik hodin po terapii. Například aktivní flexe před první terapií měla střední hodnotu  $85^{\circ}$ , po poslední terapii již  $163^{\circ}$ . (Coviello et al., 2017)

Tabulka č. 2: Přehled protokolu dle IASTM

Program	Cíl	Postup
Rozehřátí	Zlepšit zásobení krve, zvýšit teplotu a plasticitu	10–15 minut, rotoped, poskoky, elliptical rotoped
IASTM	Odstranění fibrotické tkáně, facilitace syntézy a uspořádání kolagenu	40–120 sek.
Strečink	Prevence zranění, protažení zkrácené tkáně	3 opakování po dobu 30 sek.
Posilování	Posílit sval a prevence zranění	Vysoké opakování, lehká zátěž
Kryoterapie	Snížit bolest, zánět	10–20 minut

Zdroj: upraveno z Kim et al. (2017)

## 9.6 Strečink

Můžeme rozlišit několik typů protahování: aktivní, pasivní, dynamické, statické, balistické a protažení dle konceptu PNF. Tradičně je používáno za cílem zlepšení výkonu, flexibility (ROM) a prevence zranění. Protažení závisí na svalu a šlachosvalové jednotce stejně jako na proprioceptorech. Při aktivní formě dochází k interakci aktinu a myosinu, pasivní je spojena s protažením pojivové tkáně a svalu přes jejich klidovou délku vnější silou. Zásadní roli zde hraje šlachosvalová jednotka a její schopnost viskoelasticity, resp. mechanotransdukce tkáně. Při opakovaném protahování se zmenšuje její maximální pasivní odpor a stává se tak více protažlivou. Výsledkem je zvýšení ROM a menší riziko poranění. Existují 4 základní parametry, které mohou ovlivnit výsledek protahování: intenzita, trvání, frekvence a pozice protažení. Intenzita je důležitá pro zjištění rozsahu síly působící na tkáň. Při malém stimulu dojde pouze k navrácení do klidové polohy, naopak při překročení únosné hranice dojde k poranění a zánětu. Pozice nám může pomoci lépe kontrolovat protažení a pocíťovanou bolest. Pozice stabilní opory může být leh či stoj. Základem je stabilní opěrná база. Pokud protahovaný sval je zároveň aktivní při udržování postury, hovoříme o pozici pod zátěží (např. protahování hamstringů ve stoji vs v lehu). Další pozice nahrazují zdroj vnější síly terapeutem či přístrojem (izokinetický dynamometr). Většina metodik testů se liší

v trvání a frekvenci. Nejčastěji se můžeme setkat s protažením v trvání od 30 s do 90 s. Frekvence, tedy počet opakování bývá od 1 do 5 opakování.

Schleip (2012 a) vytvořil svůj vlastní přístup k protahování v metodice Fascial fitness. Namísto statického strečinku doporučuje více plynulý dynamický přístup. Před vlastním protažením je základem rozehrátí. Pohyby by neměly být trhavé a nekoordinované, aby se předešlo zranění, tvrdí, že kmitavý pohyb by měl být sinusového charakteru. Důležitý je také iniciační kontra pohyb k fascilitaci více motorických jednotek. S Myersem (2009) se shodují na tom, aby se neprotahovaly jednotlivé svaly izolovaně, ale aby součástí co nejdelších myofasciálních řetězců. Jejich metody protahování tak úzce souvisí s jógovými pozicemi, kde se nikdy neprotahuje pouze jeden sval.

- K zajímavému zjištění přišel Behm et al., (2016) při zkoumání vlivu statického strečinku na výkon. Pacienti podstoupili statické protažení kvadricepsu po dobu jedné minuty. Následně vykonávali extenzi v kolenu na stroji určenému k předkopávání v sedu. Celkový počet extenzí před dosažením únavy byl o 14 % snížen oproti měření před protažením.
- Studie zabývající se aktivní flexí v kolenu po statickém strečinku prokázala zvýšení ROM, kdy před terapií byla naměřena hodnota  $154.5^{\circ} \pm 2.3^{\circ}$ ; po  $166.2^{\circ} \pm 1.9^{\circ}$ . Měřeno bylo i napětí tkáně kvadricepsu, které pokleslo z  $39.7 \pm 3.7$  kPa na  $27.2 \pm 2.2$  kPa po terapii. Naměřené hodnoty byly však měřeny ihned po protažení. Přibližně po 20 minutách se hodnoty napětí vrátily do předchozích hodnot. Subjekty však nevykonávaly žádnou fyzickou aktivitu, můžeme předpokládat, že v případě aktivního pohybu by parametry zůstaly stejné až do fáze klidu a aktivace parasymptiku. (Nakao et al., 2018)
- Další studie zkoumala podobné parametry, ale při dorsální flexi v kotníku u dvou skupin. První tvořili muži s věkovým průměrem 72 let. Druhou muži s průměrem 22 let. Pacienti setrvali v pozici plného protažení lýtkového svalu po dobu 90 sek. U první skupiny došlo ke zlepšení rozsahu pohybu z  $23.9^{\circ} \pm 7.0^{\circ}$  na  $31.7^{\circ} \pm 5.4^{\circ}$ ; druhá skupina disponovala  $29.7^{\circ} \pm 8.3^{\circ}$  před a  $36.9^{\circ} \pm 8.3^{\circ}$  po protažení. Snížení napětí mm. gastrocnemii došlo u první skupiny prokazatelně jen v distální části svalu, a to v pozici, kdy pacienti aktivně drželi  $15^{\circ}$  dorsální flexe. U mladší skupiny došlo ke snížení napětí a klidového

odporu, jak v klidu, tak při 15° nebo submaximální dorsální flexi. (Hirata et al., 2020)

- Výzkum z roku 2017 porovnával statický, balistický a PNF strečink po dobu 4 x 30 sekund. Měřeny byly parametry ROM, maximální volní kontrakce a napětí tkáně. ROM byl zvýšen u statického strečinku o +4.3 %, u balistického o +4.5 % a PNF o +3.5 %. U maximální volní kontrakce nebyly zaznamenány změny. Zajímavým výsledkem bylo porovnání měření napětí šlachy a svalu. Hodnoty pro sval byly: statický: -13.1 %, balistický: -20.3 %, PNF: -20.2 %. Hodnoty pro šlachu: statický: -11.3 %, balistický: -10.5 %, PNF: -13.7 %. Můžeme vidět, že PNF a balistický strečink více facilitací uvolnění svalu než přilehlé pojivové tkáně. Celkově nejlepší výsledek měl PNF strečink, naopak nejméně účinný byl klasický statický. (Konrad et al., 2017)

## 9.7 Péče o jizvu

Normální jizva se chová jako běžná měkká tkáň; vrstvy jsou schopny harmonického posunu vůči sobě a okolním strukturám bez restrikce. Jizva se považuje za aktivní, pokud nejméně jedna vrstva není schopna toho pohybu v jakémkoliv směru. (Schleip, 2012 a)

Hypertrofická jizva je značně vyzvednuta, tuhá, pigmentovaná a erytematózní. Zvýšenou syntézou kolagenu a sníženou kolagenolýzou během remodelace dojde ke vzniku tlustých svazků kolagenu. Jizva se vyklenuje nad úroveň okolní kůže, ale nepřesahuje hranice původního traumatu. Často vzniká v místech se zvýšeným napětím, kde dochází k opakovanému pohybu. Keloidy jsou vyvýšené, tmavých odstínů a typicky přesahují hranici původní rány. Oproti hypertrofickým jizvám mají menší počet fibroblastů. Vzniká dysbalancí mezi syntézou kolagenu a přirozenou degradací ECM. Podle některých autorů je na vině porucha apoptického procesu, další autoři zmiňují vliv růstových faktorů (např. TGF-β1). Atrofické jizvy jsou způsobené destrukcí dermálního kolagenu během zánětlivého onemocnění, např. cystické akné, varicela. Často se vyskytují na pažích uživatelů intravenózních drog. Strie jsou pruhy atrofické a zvrásněné kůže. Objevují se na břiše při těhotenství či u kulturistů v oblasti bicepsu a prsního svalu. Přesná etiologie je neznámá, svou roli hraje destrukce elastinu, mechanický vliv nebo rychlé nabytí na váze. (Klauzová, 2009)

Dle Paolettiho (2009) se jizvy léčí podélným a příčným protahováním. Mezi základní hmaty patří i protahování do tvaru „C“ a „S“. K diagnostice i terapii může taktéž složit

Küblerova řasa. Postupujeme od dermis do hlubších etáží, kde se restriktce vyskytují častěji. Tvrdí, že restriktci nelze úplně vyléčit, lze však zregenerovat určitý stupeň elasticity.

### **9.7.1 Proces fibrotizace**

Veškeré narušení kontinuity pojivové tkáně je následně opraveno procesem fibrotizace. Původní tkáň je nahrazena novou, fibrotickou. V případě porušení dermis výsledkem toho procesu je jizva, která nemá vlastnosti původní tkáně – významná je ztráta citlivosti na dotyk a tlak nebo změna v posunlivosti jednotlivých vrstev. Hojení jizvy je komplexní proces zahrnující několik typů buněk odehrávající se v několika etážích (dermis – epidermis papilární – epidermis retikulární – adipózní tkáň – superficiální fascie – fascia profunda). Na počátku, ve fázi zánětu dojde k hemokoagulaci. Fibrinogen volně rozpustný v krvi se přemění na fibrin tvořící společně s krevními destičkami hrubý překryv rány. Dojde k vazokonstrikci a aktivaci imunitní složky v podobě makrofágů. Růstový faktor TGF- $\beta$  na sebe naváže fibroblasty a endotelové buňky. Následně dojde k vazodilataci, lokální hyperemii, zvýšení teploty i otoku. Zde započne reparační proces, část fibroblastů je přeměněna na myofibroblasty, které stáhnou okraje rány díky své kontraktilní schopnosti. Zbylé fibroblasty produkují novou kolagenovou síť s vlákny typu III. Poté započne doposud inhibovaná tvorba nové matrix. Nejvyšší tvorba kolagenu je kolem čtrnáctého dne. Poslední fáze je rekonstrukční a probíhá mezi 21. a 60. dnem, kdy dojde k výměně kolagenu typu III za typ I. Van den Berg uvádí, že proces přestavby probíhá až 360 dnů, kdy se stále nahrazuje kolagen a snižuje se počet aktivních fibroblastů. (Van den Berg, 2011)



## DISKUZE

Hlavním smyslem bakalářské práce bylo vytvořit ucelený přehled nejnovějších informací o makroskopickém a mikroskopickém složení fasciální tkáně. V analyticko-deskriptivní části se práce zabývá zejména biomechanikou a vlastnostmi tkáně ovlivnitelných myofasciálními technikami v rámci fyzioterapie. U vybraných technik byly popsány principy, na kterých jsou založeny, a jejich efekt byl podložen několika klinickými studiemi. Na základě vyhodnocení relevantních studií bylo cílem odpovědět na výzkumné otázky.

### **Výzkumná otázka č. 1: Jaké vlastnosti a procesy, probíhající ve fasciálním systému, mají význam v rámci fyzioterapie?**

Dříve se na fascie pohlíželo, jako na jednotlivé struktury s dominantním obsahem kolagenu. Dnes anatomové i terapeuti vnímají fasciální systém, jako 3D kontinuum, které prostupuje celé tělo a tvoří pouze jednotlivé sousedící části. Levin přišel s teorií biotensegrity, kterou dnes akceptuje naprostá většina vědecké komunity. Scarr (2019) namítá, že tato teorie nebere v potaz tenzi tvořenou nervy a cévami. Myers považuje biotensegritu za zatím nejlepší možný model chápání struktury a funkce fasciálního systému, dodává však, že není ideálním.

Fascie jednoznačně ovlivňuje kvalitu a rozsah pohybu. Častou patologií je restrikce tkáně, ke které může dojít opakovanou nadměrnou zátěží, stejně jako dlouhodobou inaktivitou. Výskyt ztuhlých oblastí závisí na několika faktorech. Fibroblasty jsou jednoznačně nejdůležitějšími buňkami, které řídí tvorbu a odbourávání kolagenu. V membráně buňky jsou umístěny integriny – receptory vlivem mechanického stimulu (napětí) ovlivňující metabolismus fibroblastů. Změna napětí může být vyvolána fyzickou aktivitou, teplem, vibracemi, tlakem nebo pasivním či aktivním natažením. Při nedostatku mechanických stimulů vlivem imobilizace nejsou fibroblasty dostatečně stimulovány k nové syntéze kolagenu. Stávající vlákna postupně přijdou o svou rozvětvenou strukturu a prostřednictvím patologických proteinů se vytvoří příčné spoje, které způsobí rigiditu. Dalším faktorem je koncentrace kyseliny hyaluronové. Tato látka je, jak tvrdí Stecco, klíčovým prvkem při zajištění volné skluznosti jednotlivých vrstev. Váže molekuly vody a funguje jako lubrikant. Při cvičení se objem svalu zvětšuje a komprimuje okolní fasciální vrstvy k sobě. To má za následek vytvoření patologického stavu, kdy zvýšená koncentrace kyseliny v místě styku vrstev způsobí slepení. Při imobilizaci jsou vrstvy dlouho ve statické pozici, navíc je snížen průtok intersticiální tekutiny, a opět dojde ke spojení. Následná nedostatečná cirkulace lymfy a krve více prohlubuje

restrikci. Myofibroblasty ve fascii objevil Schleip a jsou dalším faktorem ovlivňující pohyblivost fascie. Obsahují aktinová i myozinová vlákna, ale schopnost kontrakce je pomalá a nízké intenzity, což indikuje podobnost s hladkou svalovinou. Uvádí, že jejich aktivace nastává zejména chemickou cestou, ale i mechanicky. Sekrece stresových hormonů či zánětlivých faktorů úzce souvisí s psychikou člověka. Pokud je člověk dlouhodobě vystaven stresu myofibroblasty reflexně stáhnou fasciální síť. Jejich výskyt je často spojen se svaly uloženými horizontálně, jako je horní trapéz, bránice či svaly pánevního dna. Všechny tyto aspekty nejvíce ovlivňují protažlivost, tvárnost a případnou restrikci tkáně na buněčné a molekulární úrovni.

Ida Rolf tvrdila, že změna protažlivosti tkáně probíhá na základě přeměny hustého gelu v tekutější sol. Dodnes se však vedou spory, na jakém principu tento proces probíhá. Chaundry a Schleip prostřednictvím matematického modelu zjistili, že ruka terapeuta ani přístroj nejsou schopni vytvořit dostatečnou mechanickou energii k takové změně. Dále upřesňují, že je možné této změny dosáhnout ve vrstvě kůže a tenkých, elastických fasciích jako je třeba nasální fascie. Fascia lata, thorakolumbální či plantární fascie mají příliš složitou a pevnou strukturu. Dle Kjaera je doba potřebná ke změně protažlivosti fascie v rozmezí 6–24 měsíců, protože fibroblasty musí postupně odbourat starý kolagen a nahradit ho novou více flexibilnější sítí. Ovšem Stecco uvádí, že myofasciální techniky mohou ovlivnit trigger pointy, restrikci v kožní vrstvě či kontraktury, které následně mají pozitivní vliv na rozsah pohybu. Nezvratným důkazem změn ROM jsou mnohé klinické studie. Z analýzy zmíněných klinických studií vyplývá, že ROM bývá zvýšen v průměru o 5 až 20 % v porovnání se stavem před terapií. Existují i klinické studie, které vykazují zlepšení o 60 %, jako například případ pacientky s omezením pohybu v ramenním kloubu, která podstoupila metodu Fasciální manipulace.

Díky bohaté inervaci všech typů receptorů i autonomních nervových vláken fascie slouží jako propioceptivní a senzitivní orgán. Lesondak přisuzuje fascii funkci šestého lidského smyslu. Ruffiniho, Meisnerovo, Vater-Paciniho i Golgiho tělíska zpracovávají informace týkající se doteku, tlaku, vibrací či natažení. O přítomnosti bohaté inervace nociceptorů referovali Schilder et al. (2014) a Taguchi et al., (2013). První jmenovaný aplikoval roztok hypertonické soli zvláště do fascie, a svalu. Pacienti při aplikaci do fascie, cítili bolest v průměru 15 minut a charakterizovali ji jako velice ostrou a nesnesitelnou. V případě injekce do svalu, cítili bolest v průměru 10 minut s charakteristikou disperzní, tupé a méně intenzivní. Taguchi et al. (2013) prováděl experiment na crurální fascii krysy. První skupina podstoupila

nastřížení kůže, druhá nastřížení fascie. Následná koncentrace c-FOS, markeru nervové aktivity indukované poškozením tkáně a nociceptivní stimulací, byla 2,5krát vyšší v zadních rozích míšních segmentů L2, L3, L4 než u kryš s nastříženou kůží. Bohužel in vivo experimenty týkající se nervového zásobení fascií jsou velice technologicky náročné a drahé. Spolehnout se tedy můžeme zejména na pitevní analýzy a pokusy prováděné na kryších. Vzhledem k variabilitě fascií, se však objevuje názor, že pitevní analýza vzorku, který má velikost 1 mm<sup>2</sup>, například plantární fascie, nemůže být aplikována na inervaci celé fascie. Ovšem všichni významní autoři jako jsou Carla a Luigi Stucco, Robert Schlip, Thomas W. Fidely, Peter A. Huijing nebo Helene Langevin se shodují na tom, že fascie je významným proprioceptivním a sensorickým orgánem, mající klíčovou roli při správné funkci muskuloskeletálního aparátu.

## **Výzkumná otázka č. 2: Jaký mají význam myofasciální řetězce v rámci fyzioterapie?**

Myofasciální řetězce představují posturální a funkční vzory. Myers přesné tahové linie určil na základě provedených pitev. Několik jeho linií je topograficky shodných s akupunkturními meridiány. Tyto linie mají jednotnou hloubku uložení, shodný směr vláken a jsou schopny přenášet síly v tahu. Dle pitevních rozborů Stecco určila, že okolo 30 % svalových vláken se neupíná šlachou na kost, ale prostřednictvím expanzí do fascie aponeurotické nebo epimysialní. Tato spojení dokazují aktivní vztah mezi svaelem a fascií. Myofasciální řetězce nám pomáhají blíže definovat ideální motorické vzory. Například povrchová přední linie je aktivní v případě flexe trupu. Obsahuje svaly a fascie v úseku od dolní čelisti až po chodidlo. Díky vytvořenému napětí, linie může tvořit oporu pro žebra a pánev. Významně posturálně aktivní je povrchová zadní linie, která tvoří oporu pro vzpřímený stoj. Funkční linie jsou aktivní při šikmých vzorech pohybu. Za posturálně nejdůležitější se považuje hluboká přední linie, která je úzce vzpjata s hlubokým stabilizačním systémem, jenž je nezbytný pro stabilizaci segmentu a správný pohyb celého těla. Řetězce pomohly vysvětlit, jak například souvisí plochonoží a bolest v bedrech, rotace pánve a vliv hypertonických svalů nebo jak souvisí hypertonie trapézu s hamstringy. Anatomy trains také vznesl otázku, jak souvisí bránice s posturou a orgány. Přes tyto tahové linie je vedeno napětí do vzdálených struktur, kde mohou recipročně vyvolat reflexní změny nebo mohou nastartovat patologické procesy. Stejně jako Cruz-Montecinos můžeme pomocí dynamického ultrazvuku měřit změnu pozice jednotlivých fascií v důsledku pohybu vzdálených struktur. Tímto způsobem může být diagnostikováno přesně místo restrikce v rámci řetězce. Dále mohou sloužit jako

inspirace pro vytvoření cvičebních metod, které by zahrnovaly aktivitu celých linií. Zajímavé by bylo srovnání výskytu MTrP v rámci jednotlivých linií, avšak chybí průkazné klinické studie. Earls tvrdí, že fascie je chybějícím elementem v rovnici řešící poměr pohybu a stability. Pochopení vlastností a fyziologických reakcí fasciální sítě na zranění, trénink a manuální terapii, je důležitým klíčem ke správné funkci pohybového aparátu.

### **Výzkumná otázka č. 3: Jaké jsou myofasciální přístupy terapeutických metod v rámci fyzioterapie?**

Obecně můžeme rozlišit dva přístupy myofasciálních technik. Metody jako Rolfing a Fasciální manipulace jsou zástupci globálního přístupu. Strukturální integrace je metodou se zaměřením na harmonické rozložení sil a napětí v těle. Ida Rolf byla přesvědčena, že po nastolení rovnováhy sekundárně vymizí všechny patologie limitující pohybový aparát. S ohledem na velice malé množství aktuálně prováděných klinických studií, by se dal Rolfing považovat za nevýznamnou metodu. Největší množství studií bylo provedeno v 90. letech 20. století, avšak dle oficiálních stránek existuje po světě několik tisíc ověřených Rolferů. Základem je tlak silnější než při klasické masáži a pasivní protahování tkání terapeutem. Zpočátku se rolfeři věnují superficiálním fasciím, poté hlouběji uloženým strukturám a na konec se snaží integrovat tyto dvě části v celek. Práce Idy Rolf sloužila také jako inspirace k vytvoření Fasciální manipulace dle Stecca. Díky důmyslnému rozdělení těla na oblasti řízené motorickými jednotkami je specifičtější v lokalizaci problému. Léčba probíhá v definovaných bodech (Centra koordinace), které jsou často spojovány s výskytem trigger pointů. Za důmyslnější by se dalo považovat i ošetření tkáně, které je kombinací tlaku a tření. Často za restrikcí stojí napevno spojené vrstvy měkkých tkání prostřednictvím patologické koncentrace kyseliny hyaluronové. Právě třením se vyvolá teplo potřebné k degradaci struktury hyaluronanu a následnému uvolnění. Dle aktuálních studií je Fasciální manipulace jednou z nejpoužívanějších technik. Otázkou je, zda strečink považovat za lokální či globální techniku. Vzhledem k variabilitě provedení spadá do obou kategorií. Dle zásad Fascial fitness, vytvořeného Schleipem, bychom při protahování měli využívat pozice se zapojením nejdelších myofasciálních řetězců. Pozice imitující jógové ásány často využívají rotaci pro docílení maximálního efektu protažení. Na druhou stranu klasické protažení třísel nebo lýtka má pouze lokální efekt, avšak dalo by na základě biotensegrity tvrdit, že i lokální změna může recipročně ovlivnit vzdálené struktury. Existují jednoznačné důkazy, že statický strečink snižuje maximální možnou volní kontrakci svalu, což například u silových sportů je velice nežádoucí.

U terapií lokálního charakteru je v dnešní době na vzestupu Foam rolling. Je jednoznačně nejlevnější metodou a nejjednodušší na provedení. Výhodou je zejména autoregulace vyvíjeného tlaku a efektivita doložená několika stovkami studií v poslední dekádě. Nejvíce ovlivňuje rozsah pohybu, tedy elasticitu tkáně. Podle studií nemá signifikantní vliv na výkon, ale působí hyperemizačně, napomáhá regeneraci a odvodu metabolitů lymfatickými cestami. Dry needling má skvělé výsledky zejména v analgezii, která přichází v podstatě okamžitě s dlouhotrvajícím efektem. Rozsah pohybu ovlivňuje nepřímo uvolněním trigger pointů nebo přímo stimulací fasciální tkáně při povrchovém vpichu jehly. IASTM techniky nám umožňují, pomocí nerezových nástrojů, šetřit ruku terapeuta a zároveň vytvářet dostatečný tlak k uvolnění adhezí somatických fascií a stimulaci fibroblastů šlach. Tyto techniky, dle prováděných studií, jsou trendem u osteopatů a fyzioterapeutů v USA nebo Asii. Opakovanými tahy dochází k rozbití ztuhlé tkáně v podobě mikrotraumat, tím se uvolní prostor pro krev nesoucí nepostradatelné živiny. Společně s mikrotraumatizací se aktivuje i zánětlivý proces, který je provázán s fibroblasty, jež odbourávají staré struktury a budují nové syntézou kolagenu. Nežádoucím účinkem může být silná bolest v průběhu terapie a vznik podlitin v důsledku uvolnění uvězněné krve ve tkáni. Povzbuzením cirkulace přispívá k regeneraci a uvolněním adhezí ke zvýšení rozsahu pohybu a snížení lokální bolesti.

## ZÁVĚR

Jak už vyplývá z názvu bakalářské práce, cílem bylo obsáhnout téma fasciálního systému ve všech aspektech významných pro fyzioterapii. Práce se v teoretické části zabývá výhradně anatomickou a strukturální složkou pojivových tkání. Další kapitoly popisují základní patologie fascií a metody používané k jejich diagnostice.

Deskriptivně – analytická část popisuje zejména tři aspekty. První část je věnována vlastnostem, které jsou pro fascii charakteristické. Rozebírá pohled autorů na biochemické a biomechanické děje probíhající ve tkáni vlivem terapeutické intervence nebo za běžných podmínek. Z dostupných zdrojů soudím, že ideální pro pojivové tkáně je častá fyzická aktivita nízké až střední intenzity. Zásadní pro funkci fascie je stimulace fibroblastů – nejdůležitějších buněk pojivové tkáně. Imobilizaci a intenzivní fyzickou aktivitu srovnatelnou s profesionálními sportovci považuji za dva extrémy vedoucí k podobným patologiím. Mechanická energie vyvolaná tahem, teplem nebo tlakem facilituje správný metabolismus ECM, a tak předchází patologii. V rámci modelu biotensegrity je energie vedena tkání mechanotransdukcí a ovlivňuje i vzdálené segmenty. Významná je i kyselina hyaluronová, produkována fasciocyty, zajišťující skluznost struktur vůči sobě. Další esenciální komponentou je dostatečná hydratace tkáně. Předmětem mnoha studií je i nervové zásobení pojivových tkání. Dnes víme, že se fascie účastní při vnímání bolesti a propriocepci. Je také dokázán vztah mezi psychikou (limbickým systémem) a fasciemi. V poslední dekádě se intenzivně pracuje na objasnění rakovinných procesů spojených s metabolismem extracelulární matrix. Výzkum v tomto poli je technologicky náročný a většina experimentů je prováděna na krysách. Zde vidím obrovský potenciál do budoucna v uplatnění fasciálních technik.

Svůj opodstatněný význam má i myofasciální řetězení a jeho vliv na pohyblivost a posturu člověka. Je zde nastíněno porovnání názorů Kurta Tittela, Serge Paolettiho, Leopolda Busqueta a podrobněji vysvětleny myofasciální meridiány dle Thomase Myerse. Řetězce můžeme rozdělit na pasivní a aktivní. Pasivní obsahují pouze ligamenta či obaly míšní a mozkové, tedy struktury, které nevyvíjí samovolnou aktivitu. Aktivních řetězců existuje více a jsou neustále posturálně aktivní. Na jejich základě vznikají ideální pohybové vzory. Staly se předlohou některých protahovacích či posilovacích konceptů. Poslední kapitola je věnována vybraným technikám, jež byly zvoleny tak, aby co nejvíce obsáhly široké spek-

trum dostupných metod. Za nejdůmyslnější považuji Fasciální manipulaci se stovkami relevantních studií a skvělými výsledky. Nejvíce rozšířený mezi nesportující populací, je klasický statický strečink, který se ze strany předních terapeutů setkává stále s větší kritikou. Foam rolling by se dal považovat za zlatou střední cestu v péči o pojivové tkáně. Výsledky jsou doloženy velkým množstvím studií, avšak s heterogenní metodikou i hodnocením terapie. Velký potenciál v léčbě zejména myofasciálních trigger pointů vidím v terapii Dry needling, která má často okamžitý analgetický efekt s malým množstvím vedlejších účinků. Rolfing pracuje s celým tělem a snaží se pacienta naučit správným pohybovým stereotypům a zejména vnímat své tělo. Podstatnou část tvoří protahování tkání i tlak terapeuta. Za nevýhodu považuji zdlouhavost v podobě deseti šedesátiminutových sezení. Naopak okamžitý efekt po terapii může být sledován u technik IASTM, které jsou ovšem doprovázeny bolestí a případně pohmožděním tkáně. Efektivně a rychle můžeme těmito metodami odstranit restrikce, zlepšit cévní zásobení a zvýšit ROM.

## REFERENČNÍ SEZNAM

**ABU-HIJLEH, M. F.**, Roshier, A. L., Al-Shboul, Q., Dharap, A. S., & Harris, P. F. (2006). *The membranous layer of superficial fascia: evidence for its widespread distribution in the body. Surgical and Radiologic Anatomy*, 28(6), 606–619. doi:10.1007/s00276-006-0142-8

**ADSTRUM, S.**, Nicholson, H. (2019). *A history of fascia. Clinical Anatomy*. doi:10.1002/ca.23371

**ADSTRUM, S.**, Hedley, G., Schleip, R., Stecco, C., & Yucesoy, C. A. (2017). Defining the fascial system. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 21(1), 173–177. doi:10.1016/j.jbmt.2016.11.003

**ANANDKUMAR, S., MANIVASAGAM, M.** (2017). *Effect of fascia dry needling on non-specific thoracic pain – A proposed dry needling grading system. Physiotherapy Theory and Practice*, 33(5), 420–428. doi:10.1080/09593985.2017.1318423

**ANDRADE, RJ**, Lacourpaille L, Freitas SR, McNair PJ, Nordez A. Effects of hip and head position on ankle range of motion, ankle passive torque, and passive gastrocnemius tension. *Scand J Med Sci Sports* 26: 41–47, 2016

**ARIAS-BURÍA, J. L.**, Álvaro Monroy-Acevedo, César Fernández-de-las-Peñas, Gracia M Gallego-Sendarrubias, Ricardo Ortega-Santiago, Gustavo Plaza-Manzano. Effects of dry needling of active trigger points in the scalene muscles in individuals with mechanical neck pain: a randomized clinical trial. *Acupuncture in medicine*. 1-8, 2020.

**BEHM, DG**, Blazeovich AJ, Kay AD, McHugh M. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2016;41(1):1–11.

**BENETAZZO, L.**, Bizzego, A., De Caro, R., Frigo, G., Guidolin, D., Stecco, C., 2011. 3 D reconstruction of the crural and thoracolumbar fasciae. *Surgical and Radiologic Anatomy* 33, 855e862.

**BOYCE, D.**, Wempe, H, Campbell C, et al. Adverse events associated with therapeutic dry needling. *Int J Sports Phys Ther*. 2020;15(1):103-113.



**BORDONI, B**, Myers T., *A Review of the Theoretical Fascial Models: Biotensegrity, Fascintegrity, and Myofascial Chains. Cureus.* 2020;12(2): e7092. Published 2020 Feb 24. doi:10.7759/cureus.7092

**BORDONI, B**, Zanier E. *Understanding Fibroblasts in Order to Comprehend the Osteopathic Treatment of the Fascia. Evid Based Complement Alternat Med.* 2015; 2015:860934. doi:10.1155/2015/860934

**BUSATO, M.**, Quagliati, C., Magri, L., Filippi, A., Sanna, A., Branchini, M., ... Stecco, A. (2016). *Fascial Manipulation Associated With Standard Care Compared to Only Standard Postsurgical Care for Total Hip Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial. PM&R, 8(12), 1142–1150.* doi: 10.1016/j.pmrj.2016.04.007

**CASATO, G**, Stecco C, Busin R. Role of fasciae in nonspecific low back pain. *Eur J Transl Myol.* 2019;29(3):8330. Published 2019 Aug 6. doi:10.4081/ejtm.2019.8330

**COVIELLO, JP**, Kakar RS, Reynolds TJ. *Short-term effects of instrument-assisted soft tissue mobilization on pain free range of motion in a weightlifter with subacromial pain syndrome. Int J Sports Phys Ther.* 2017;12(1):144–154.

**ČIHÁK, R.** *Anatomie.* Třetí, upravené a doplněné vydání. Ilustroval Ivan HELEKAL, ilustroval Jan KACVINSKÝ, ilustroval Stanislav MACHÁČEK. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-3817-8.

**CRUZ-MONTECINOS, C.**, González Blanche A, López Sánchez D, Cerda M, Sanzana-Cuche R, Cuesta-Vargas A. *In vivo relationship between pelvis motion and deep fascia displacement of the medial gastrocnemius: anatomical and functional implications. J Anat* 227: 665–672, 2015. doi: i:10.1186/s13102-0160043z

**DAY, J. A.**, Stecco, C., & Stecco, A. (2009). *Application of Fascial Manipulation© technique in chronic shoulder pain—Anatomical basis and clinical implications. Journal of Bodywork and Movement Therapies, 13(2), 128–135.* doi: 10.1016/j.jbmt.2008.04.044

**DAWIDOWICZ, J.**, Matysiak, N., Szotek, S., & Maksymowicz, K. (2016). *Telocytes of Fascial Structures. Telocytes, 403–424.* doi:10.1007/978-981-10-1061-3\_26  
**STECCO, Carla** a Warren I. **HAMMER.** *Functional atlas of the human fascial system.* Edinburgh: Elsevier, 2015. ISBN 978-0-7020-4430-4.

**DOMMERHOLT, J.,** Huijbregts, P. *Myofascial Trigger Points Pathophysiology and Evidence-Informed Diagnosis and Management (Contemporary Issues in Physical Therapy and Rehabilitation Medicine)*. Sadbury : Jones and Bartlett Publishers, 2009. ISBN 978-0-7637-7974-0.

**EARLS, J.,** Thomas W. MYERS. *Fascial release for structural balance*. Berkeley, Calif.: North Atlantic Books, 2010. ISBN 978-1-905367-18-4.

**FINDLEY, T.** Fascia Research II: Second International Fascia Research Congress. *Massage Therapy Foundation*. 2, 2009, Sv. (3), 4-9.

**FINDLEY, T.** (2010). *Fascia Research 2012: Third International Fascia Research Congress. International Journal of Therapeutic Massage & Bodywork: Research, Education, & Practice*, 3(4). doi:10.3822/ijtm. v3i4.116

**GABBIANI, G.** Evolution and clinical implications of the myofibroblast concept. In: In: Findley TW, Schleip R, editors. *Fascia Research. Basic Science and Implications for Conventional and Complementary Health Care*. Munich: Urban and Fischer; 2007. pp. 56–60.

**GAROFOLINI, A.,** Svanera, D. (2019). *Fascial organisation of motor synergies: a hypothesis*. *European Journal of Translational Myology*, 29(3). doi:10.4081/ejtm.2019.8313

**GARNER, MR,** Taylor SA, Gausden E, Lyden JP. Compartment syndrome: diagnosis, management, and unique concerns in the twenty-first century. *HSS J*. 2014;10(2):143–152. doi:10.1007/s11420-014-9386-8

**GRINNELL, F.** (2008). *Fibroblast mechanics in three-dimensional collagen matrices*. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 12(3), 191–193. doi: 10.1016/j.jbmt.2008.03.005

**GROSS, J. M.,** Joseph FETTO a Elaine Rosen SUPNICK. *Vyšetření pohybového aparátu: překlad druhého anglického vydání*. Praha: Triton, 2005. ISBN 80-7254-720-8.

**GUIMBERTEAU, J. C.** a Colin ARMSTRONG. *Architecture of human living fascia: the extracellular matrix and cells revealed through endoscopy*. Edinburgh: Handspring Publishing, 2015. ISBN 978-1-909141-11-7.

**HIRATA, K,** Yamadera R, Akagi R. Can Static Stretching Reduce Stiffness of the Triceps Surae in Older Men? *Med Sci Sports Exerc*. 2020;52(3):673–679. doi:10.1249/MSS.0000000000002186

**HOTFIEL, T.**, Swoboda B, Krinner S, Grim C, Engelhardt M, Uder M, et al. Acute effects of lateral thigh foam rolling on arterial tissue perfusion determined by spectral doppler and power Doppler ultrasound. *J Strength Cond Res.* 2017;31(4):893–900.

**HU, H. T.**, Gao, H., Ma, R.-J., Zhao, X.-F., Tian, H.-F., & Li, L. (2018). *Is dry needling effective for low back pain? Medicine, 97(26), e11225.* doi:10.1097/md.00000000000011225

**HUIJING, P. A.** Epimuscular myofascial force transmission between antagonistic and synergistic muscles can explain movement limitation in spastic paresis. *J Electromyogr Kinesiol.* 2007;17(6):708–24

**HUGHES, G. A.**, Ramer LM. Duration of myofascial rolling for optimal recovery, range of motion, and performance: a systematic review of the literature. *Int J Sports Phys Ther.* 2019;14(6):845–859.

**CHAITOW, L.** *Fascial dysfunction: manual therapy approaches.* Second edition. Edinburgh: Handspring Publishing, 2018. ISBN 978-1-909141-94-0.

**CHAUDHRY, H.**, Schleip, R., Ji, Z., et al., 2008. Three-dimensional mathematical model for deformation of human fasciae in manual therapy. *J. Am. Osteopath. Assoc.* 108 (8), 379e390.

**IANUZZI, A.**, Pickar, J. G., & Khalsa, P. S. (2011). *Relationships Between Joint Motion and Facet Joint Capsule Strain During Cat and Human Lumbar Spinal Motions. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 34(7), 420–431.* doi: 10.1016/j.jmpt.2011.05.005

**ISKRATSCH, T.**, Wolfenson H, Sheetz MP. Appreciating force and shape—the rise of mechanotransduction in cell biology. *Nat Rev Mol Cell Biol.* 2014; 15:825–833.

**JACOBSON, E.** (2011). *Structural Integration: Origins and Development. The Journal of Alternative and Complementary Medicine, 17(9), 775–780.* doi:10.1089/acm.2011.0001

**JAFRI, M. S.** (2014). *Mechanisms of Myofascial Pain. International Scholarly Research Notices, 2014, 1–16.* doi:10.1155/2014/523924

**JAMES, H.**, Castaneda, L., Miller, M. E., & Findley, T. (2009). *Rolfing structural integration treatment of cervical spine dysfunction. Journal of Bodywork and Movement Therapies, 13(3), 229–238.* doi: 10.1016/j.jbmt.2008.07.002

**KIM, J.**, Sung DJ, Lee J. Therapeutic effectiveness of instrument-assisted soft tissue mobilization for soft tissue injury: mechanisms and practical application. *J Exerc Rehabil.* 2017;13(1):12–22. Published 2017 Feb 28. doi:10.12965/jer.1732824.412

**KJAER, M.**, Langberg, H., Heinemeier, K., Bayer, M.L., Hansen, M., Holm, L., Doessing, S., Kongsgaard, M., Krogsgaard, M.R., Magnusson, S.P., 2009. From mechanical loading to collagen synthesis, structural changes and function in human tendon. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 19, 500e510.

**KLAUZOVÁ, K.** Jizvy a jejich léčba. *Praktické lékařství.* 5(3), 2009, Sv. 124–129.

**KNOFF, K.**, Chris Knopf. *Trigger Point Therapy with the Foam Roller, Self-treatment Exercises for Muscle Massage, Myofascial Release, Injury Prevention and Physical Rehab.* Berkeley : Ulysses Press, 2014. ISBN 978-1-61243-390-5.

**KONRAD, A.**, Stafilidis S, Tilp M. Effects of acute static, ballistic, and PNF stretching exercise on the muscle and tendon tissue properties. *Scand J Med Sci Sports.* 2017;27(10):1070–1080. doi:10.1111/sms.12725

**KUCHAŘOVÁ, M.**, Doubal, S., Klemra, P., et al., 2007. Viscoelasticity of biological materials measurement and practical impact on biomedicine. *Physiol. Res.* 56 (Suppl. 1), S33eS37.

**LANGEVIN, H.M.**, Bouffard, N.A., Fox, J.R., et al., 2011. Fibroblast cytoskeletal remodeling contributes to connective tissue tension. *J. Cell. Physiol.* 226 (5), 1166e1175.

**LEE, J.-H.**, Lee, D.-K., & Oh, J.-S. (2016). *The effect of Graston technique on the pain and range of motion in patients with chronic low back pain.* *Journal of Physical Therapy Science,* 28(6), 1852–1855. doi:10.1589/jpts.28.1852

**LESONDAK, D.** *Fascia: what it is and why it matters.* Edinburgh: Handspring Publishing, 2017. ISBN 978-1-909141-55-1.

**LEVIN, S. M.**, Martin, D.-C. (2012). *Biotensegrity. Fascia: The Tensional Network of the Human Body,* 137–142. doi:10.1016/b978-0-7020-3425-1.00054-4

**LINDSAY, M.**, Chad ROBERTSON. *Fascia: clinical applications for health and human performance.* Clifton Park, N.Y.: Delmar, c2008. ISBN 978-1418055691.

**LUFFY, L.,** Grosel, J., Thomas, R., & So, E. (2018). *Plantar fasciitis*. *Journal of the American Academy of Physician Assistants*, 31(1), 20–24. doi: 10.1097/01.jaa.0000527695.76041.99

**LUOMALA, T.,** Mika Pihlman. *A Practical Guide to Fascial Manipulation*. Poland : Elsevier, 2017. ISBN 978-0-7020-6659-7.

**LÜLLMANN-RAUCH, R.** *Histologie*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3729-4.

**LUNGI, C.,** Tozzi, P., & Fusco, G. (2016). *The biomechanical model in manual therapy: Is there an ongoing crisis or just the need to revise the underlying concept and application?* *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 20(4), 784–799. doi: 10.1016/j.jbmt.2016.01.004

**MAYER, I.,** Matthias W. Hoppe, Jürgen Freiwald, Rafael Heiss, Martin Engelhardt, Casper Grim, Christoph Lutter, Moritz Huettel, Raimund Forst and Thilo Hotfiel. Different Effects of Foam Rolling on Passive Tissue Stiffness in Experienced and Nonexperienced Athletes. *Human kinetics journals*. 1-8, 2019, 1056-6716.

**MÜLLER, D. G.,** KARIN HERTZER. *Trénink fascií: úspěšný recept pro získání napnuté vazivové tkáně*. Přeložila Martina COUFALOVÁ. Olomouc: ANAG, [2018]. ISBN 978-80-7554-180-2.

**MYERS, T. W.** *Anatomy trains : myofascial meridians for manual and movement therapists*. Edinburgh : Churchill Livingstone, 2009. ISBN: 978-0-443-10283-7.

**MYERS, T. W.** (2019). *Notes from Berlin: The 2018 Fascia Research Congress*. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. doi: 10.1016/j.jbmt.2018.12.003

**NAKAO, G.,** Taniguchi K, Katayose M. Acute Effect of Active and Passive Static Stretching on Elastic Modulus of the Hamstrings [published correction appears in Sports Med Int Open. 2018 Dec 19;2(6): E200]. *Sports Med Int Open*. 2018;2(6): E163–E170. Published 2018 Nov 15. doi:10.1055/a-0733-6957

**PAOLETTI, S.** *Fascie: anatomie, dysfunkce, léčení = The fasciae: anatomy, dysfunction and treatment*. Ilustroval Peter SOMMERFELD. Olomouc: Poznání, 2009. ISBN 978-80-86606-91-0.

**PATEL, A.,** DiGiovanni, B. (2011). *Association Between Plantar Fasciitis and Isolated Contracture of the Gastrocnemius*. *Foot & Ankle International*, 32(1), 5–8. doi:10.3113/fai.2011.0005

**PEDRELLI, A.,** Stecco, C., & Day, J. A. (2009). *Treating patellar tendinopathy with Fascial Manipulation*. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 13(1), 73–80. doi: 10.1016/j.jbmt.2008.06.002

**PINTUCCI, M.,** Simis, M., Imamura, M., Pratelli, E., Stecco, A., Ozcakar, L., & Battistella, L. R. (2017). Successful treatment of rotator cuff tear using Fascial Manipulation® in a stroke patient. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 21(3), 653–657. doi: 10.1016/j.jbmt.2016.12.007

**PORTILLO-SOTO, A.,** Eberman, L. E., Demchak, T. J., & Peebles, C. (2014). *Comparison of Blood Flow Changes with Soft Tissue Mobilization and Massage Therapy*. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 20(12), 932–936. doi:10.1089/acm.2014.0160

**PRATT, A. L.,** Byrne, G., 2009. The lived experience of Dupuytren's disease of the hand. *J. Clin. Nurs.* 18, 1793-1802

**PRICE, K. S.,** Buysse, C. A., Loi, E. C., Hansen, A. B., Jaramillo, T. M., Pico, E. L., & Feldman, H. M. (2016). *Gait improvement in children with cerebral palsy after Myofascial Structural Integration therapy*. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 20(1), 152. doi: 10.1016/j.jbmt.2015.07.031

**ROLF, IDA P.,** Rosemary FEITIS. *Rolfing and physical reality*. S.l.: Distributed to the book trade in the U.S. by American International Distribution Corp. (AIDC), c1990. ISBN 0-89281-380-6.

**SCARR, G.** (2019). *Biotensegrity: what is the big deal?* *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. doi: 10.1016/j.jbmt.2019.09.006

**SEDLÁŘ, M.,** Erik STAFFA a Vojtěch MORNSTEIN. *Zobrazovací metody využívající ne-ionizující záření* Brno: Biofyzikální ústav Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně, 2014. ISBN 978-80-210-7156-8

**SHALFAWI, S. A. I.**, Enoksen, E., & Myklebust, H. (2019). *Acute Effect of Quadriceps Myofascial Tissue Rolling Using A Mechanical Self-Myofascial Release Roller-Massager on Performance and Recovery in Young Elite Speed Skaters*. *Sports*, 7(12), 246. doi:10.3390/sports7120246

**SHARKEY, J.** (2018). *Report from the 5th International Fascia Research Congress, Berlin, Germany*. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. doi: 10.1016/j.jbmt.2018.11.007

**SHOCKETT, S.**, Findley, T. (2018). *Findings from the Frontiers of Fascia Research Insights into “Inner Space” and Implications for Health*. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. doi: 10.1016/j.jbmt.2018.12.001

**SCHLEIP, R.**, & Klingler, W. (2019). *Active Contractile Properties of Fascia*. *Clinical Anatomy*. doi:10.1002/ca.23391

**SCHLEIP, R.**, Hedley, G., & Yucesoy, C. A. (2019). *Fascial Nomenclature: Update On Related Consensus Process*. *Clinical Anatomy*. doi:10.1002/ca.23423

**SCHLEIP, R.**, Amanda BAKER a Joanne AVISON. *Fascia in sport and movement*. Edinburgh: Handspring Publishing, 2015. ISBN 978-1-909141-07-0.

a **SCHLEIP, R.** *Fascia: the tensional network of the human body: the science and clinical applications in manual and movement therapy*. New York: Churchill Livingstone/Elsevier, c2012. ISBN 978-0-7020-3425-1.

b **SCHLEIP, R.**, Duerselen, L., Vleeming, A., et al., 2012. Strain hardening of fascia: static stretching of dense fibrous connective tissues can induce a temporary stiffness increase accompanied by enhanced matrix hydration. *J. Bodyw. Mov. Ther.* 16 (1), 94e100.

**SCHILDER, A.**, Hoheisel U, Magerl W, Benrath J, Klein T, Treede RD. Sensory findings after stimulation of the thoracolumbar fascia with hypertonic saline suggest its contribution to low back pain. *Pain*. 2014;155(2):222–31.

**SIMONS, D. G.**, Travell, J. G. (1983). Myofascial origins of low back pain. *Postgraduate Medicine*, 73(2), 66–77. doi:10.1080/00325481.1983.11697756

**SLOMKA, G.**, *The fascial network, Train and improve your posture, strength and flexibility*. Maidenhead : Meyer & Meyer Sport, 2015. ISBN: 978-1-78255-069-3.

**SMITH, J. C.**, Washell, B. R., Aini, M. F., Brown, S., & Hall, M. C. (2019). *Effects of Static Stretching and Foam Rolling on Ankle Dorsiflexion Range of Motion. Medicine & Science in Sports & Exercise, 1.* doi:10.1249/mss.0000000000001964

a **STECCO, C.**, Adstrum, S., Hedley, G., Schleip, R. & Yucesoy, C.A. 2018. Update on fascial nomenclature. *Journal of Bodywork and Movement Therapies, 22(2):354*

b **STECCO, C.**, Fede, C., Macchi, V., Porzionato, A., Petrelli, L., Biz, C., ... De Caro, R. (2018). *The fasciocytes: A new cell devoted to fascial gliding regulation. Clinical Anatomy, 31(5), 667–676.* doi:10.1002/ca.23072

**STECCO, C, et al.** *Functional Atlas of the Human Fascial System.* London : Churchill Livingstone, 2015. ISBN 9780702044304.

**STECCO, C.**, Gagey, O., Bellonic, A., Pozzuolia, A., Porzionato, A., Macchic, V., Aldegheria, R., De Caroc, R., Delmas, V., 2007. Anatomy of the deep fascia of the upper limb. Second part: study of innervation. *Morphologie 91, 38e43.*

**STANDLEY, P. R.**, & Meltzer, K. (2008). *In vitro modeling of repetitive motion strain and manual medicine treatments: Potential roles for pro – and anti-inflammatory cytokines. Journal of Bodywork and Movement Therapies, 12(3), 201–203.* doi: 10.1016/j.jbmt.2008.05.006

**SWANSON, RL.** 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(1):34–52.*

**TAGUCHI, T.**, Yasui, M., A. Kubo et al., “Nociception originating from the crural fascia in rats,” *Pain*, vol. 154, no. 7, pp. 1103–1114, 2013.

**TAVAKOL, Z.**, Shariat, A., Ghannadi, S., Noormohammadpour, P., Honarpishe, R., Cleland, J.A., Ansari, N.N., Moghimi, E. The effect of dry needling on upper and lower limb spasticity in a patient with a brain tumor. *Acupuncture in Medicine. 37(2), 2019, Sv. 133-135.*

**THÖMMES, F.** *Uvolňování fascií: fyziologické podklady a tréninkové principy, využití v týmových a vytrvalostních sportech a uplatnění v rámci prevence a rehabilitace.* Přeložil Mária SCHWINGEROVÁ. Olomouc: Poznání, [2016]. ISBN 978-80-87419-49-6.



**TINKLE, B. T.** (2020). Symptomatic joint hypermobility. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 101508. doi:10.1016/j.berh.2020.101508

**TOZZI, P.** (2014). Does fascia hold memories? *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 18(2), 259–265. doi:10.1016/j.jbmt.2013.11.010

**VAN DEN BERG, F.** (2011). *Angewandte Physiologie: Das Bindegewebe den Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen*. Stuttgart: Thieme.

**VAN DER WAL, J. C.** (2009). *The Architecture of the Connective Tissue in the Musculoskeletal System - An Often Overlooked Functional Parameter as to Proprioception in the Locomotor Apparatus*. *International Journal of Therapeutic Massage & Bodywork: Research, Education, & Practice*, 2(4). doi:10.3822/ijtmb.v2i4.62

**VARGA, I.,** Polák, Š., Kyselovič, J., Kachlík, D., Danišovič, E., & Klein, M. (2019). *Recently Discovered Interstitial Cell Population of Telocytes: Distinguishing Facts from Fiction Regarding Their Role in the Pathogenesis of Diverse Diseases Called “Telocytopathies.”* *Medicina*, 55(2), 56. doi:10.3390/medicina55020056

**WILLARD, F. H.** (2012). Visceral fascia. In R. Schleip (Ed.), *Fascia - The Tensional Network of the Human Body* (pp. 53-56). Edinburg: Churchill Livingstone.

**YUCESOY, C. A.** Epimuscular myofascial force transmission implies novel principles for muscular mechanics. *Exerc Sport Sci Rev*. 2010;38(3):128–34

**ZÜGEL, M.,** Maganaris, C. N., Wilke, J., Jurkat-Rott, K., Klingler, W., Wearing, S. C., ... Hodges, P. W. (2018). *Fascial tissue research in sports medicine: from molecules to tissue adaptation, injury and diagnostics*. *British Journal of Sports Medicine*, bjsports–2018–099308. doi:10.1136/bjsports-2018-099308

**URL 1: Fascia research congress** [www.fasciacongress.org](http://www.fasciacongress.org). *Foundation, Ida P. Rolf Research* [Online] Ilene Hass Creative Solutions. [Citace: 4. 4. 2020.] <https://fasciacongress.org/2012-congress/2012-abstracts/>.

**URL 2: Fascia research congress** [www.fasciacongress.org](http://www.fasciacongress.org). *Foundation, Ida P. Rolf Research* [Online] Ilene Hass Creative Solutions. [Citace: 4. 4. 2020.] <https://fasciacongress.org/2015-congress/2015-abstracts/>.