Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

MOŽNOSTI REHABILITACE U PACIENTŮ PO FRAKTUŘE KLAVIKULY

Diplomová práce

(bakalářská)

Autor: Magdaléna Grůzová, fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Amr Zaatar Ph.D.

Olomouc 2020

Jméno a příjmení autora: Magdaléna Grůzová

Název diplomové práce: Možnosti rehabilitace u pacientů po fraktuře klavikuly

Pracoviště: Katedra fyzioterapie

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Amr Zaatar Ph.D.

Rok obhajoby: 2020

Abstrakt: Tato bakalářská práce pojednává o možnostech rehabilitace u pacientů po fraktuře klavikuly. Teoretická část shrnuje anatomické poznatky a biomechaniku klavikuly, zabývá se způsoby mechanismu vzniku, klasifikace, diagnostiky a léčby fraktury této kosti a rovněž informuje o využití rehabilitace u pacientů s tímto zraněním. Praktická část obsahuje kazuistiku pacienta po fraktuře klavikuly, která byla řešena konzervativní léčbou, s návrhem krátkodobého a dlouhodobého rehabilitačního plánu.

Klíčová slova: klíční kost, fyzioterapie, zlomenina, imobilizace, ramenní pletenec

Author's name and surname: Magdaléna Grůzová

Name of bachelor's thesis: Possibilities of rehabilitation in patients after clavicle fracture

Workplace: Chair of physiotherapy

Thesis supervisor: Mgr. Amr Zaatar, Ph.D.

Year of defence: 2020

Abstract: This thesis concerns possibilities of rehabilitation in patients after clavicle fracture. The theoretical part summarizes facts on anatomy and clavicle biomechanics, it is focused on various ways of creation, classification, diagnostics and cure of the bone fracture and it also informs about use of rehabilitation in patients with such injury. The practical part is focused on casuistry of a patient after the clavicle fracture which was treated in conservative manner, with a proposal for a short-term as well as long-term rehabilitation plan.

Key words: clavicle, physiotherapy, fracture, immobility, shoulder girdle

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Amra Zaatara Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 27. 7. 2020 …….

Děkuji Mgr. Amru Zaatarovi Ph.D. a Mgr. Rostislavu Skýpalovi za pomoc, vstřícný přístup a cenné rady, které mi poskytli při zpracování mé bakalářské práce. Dále děkuji Nemocnici Agel ve Valašském meziříčí za poskytnutí pacienta pro vypracování kazuistiky.

Obsah

1 ÚVOD 8
2 ČÁST TEORETICKÁ 9
2.1 Anatomické poznatky pletence horní končetiny 9
2.1.1 Klavikula 9
2.1.1.1 Mikrostruktura klavikuly 10
2.1.1.2 Struktury v okolí klavikuly 11
2.1.2 Skapula 11
2.1.3 Skloubení pletence horní končetiny 11
2.1.3.1 Articulatio sternoclavicularis 11
2.1.3.2 Articulatio acromioclavicularis 12
2.1.3.3 Subdeltoideální spojení 12
2.1.3.4 Scapulothorakální spojení 12
2.1.4 Aktivní komponenty pletence horní končetiny 13
2.2 Kinematika pletence horní končetiny 14
2.3 Biomechanika pletence horní končetiny 15
2.4 Nádechová funkce klavikuly 17
2.5 Fraktura klavikuly 17
2.5.1 Klasifikace 17
2.5.2 Etiologie 20
2.5.2.1 Traumatické fraktury 20
2.5.2.2 Atraumatické fraktury 21
2.5.2.3 Fraktury vzniklé při porodu 21
2.5.3 Diagnostika 22
2.5.3.1 Klinický nález 22
2.5.3.2 RTG diagnostika 23
2.5.3.3 Výpočetní tomografie 23
2.5.4 Léčba 23
2.5.4.1 Konzervativní léčba 24
2.5.4.2 Chirurgická léčba 26
2.5.4.2.1 Dlahová fixace 27
2.5.4.2.2 Nitrodřeňová osteosyntéza 29
2.6 Kostní hojení 29

2.6.1 Primární kostní hojení 29
2.6.2 Sekundární kostní hojení 30
2.6.2.1 Zánětlivá fáze 30
2.6.2.2 Reparativní fáze 30
2.6.2.3 Remodelační fáze 30
2.7 Rehabilitace u pacientů po fraktuře klavikuly 31
2.7.1 Rehabilitace v období imobilizace 31
2.7.2 Rehabilitace po ukončení imobilizace 32
2.7.3 Rehabilitace aktivně sportujících pacientů 39
2.7.4 Terapie po fraktuře klavikuly bez imobilizace 40
2.7.5. Fyzikální terapie po fraktuře klavikuly 41
3 ČÁST PRAKTICKÁ 43
3.1 Anamnéza 43
3.2 Kineziologické vyšetření 45
3.3 Krátkodobý a dlouhodobý rehabilitační plán 47
DISKUZE 48
ZÁVĚR 51
SOUHRN 52
SUMMARY 53
REFERENČNÍ SEZNAM 54
SEZNAM ZKRATEK 61

1 ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá tématem fraktury klavikuly a zejména poté možnostmi rehabilitace.

Jelikož fraktura klavikuly není raritní záležitostí (tvoří necelou polovinu všech poranění pletence horní končetiny) a fyzioterapeuté se s ní setkávají poměrně často, nastavení adekvátní rehabilitace je spolu se správně zvolenou léčbou důležitým krokem k plnému funkčnímu zotavení. To je nezbytné pro pacientův návrat do činností každodenního života. Příčin fraktury klavikuly je celá řada, proto se toto zranění objevuje u různorodé skupiny pacientů. Léčba této diagnózy bývala v minulosti zejména konzervativní. V nynější době se stále frekventovaněji přistupuje k chirurgickému řešení, protože studie naznačují lepší hojení frakturované kosti. Doposud však nebylo vydáno velké množství vědeckých textů, jež by se problematice zejména rehabilitace po fraktuře klavikuly věnovaly (Alhakamy et al., 2018; Basamania a Rockwood, 2017; Catapano, Hoppe, Henry, Nam, Robinson a Wasserstein, 2019).

Cílem práce je uvést dosud známé a ověřené teoretické poznatky o tématu, představit výsledky nově provedených studií, získat potřebné znalosti k možnému použití v praxi a prezentovat kazuistiku pacienta po fraktuře klavikuly.

Teoretická část se věnuje anatomii, biomechanice a kinematice pletence horní končetiny, klasifikaci, etiologii, diagnostice, konzervativní a chirurgické léčbě fraktury klavikuly, kostnímu hojení a v neposlední řadě kinezioterapii a fyzikální terapii používané u této diagnózy. Praktická část obsahuje kazuistiku pacienta po fraktuře klavikuly řešenou konzervativně s návrhem rehabilitačního plánu.

2 ČÁST TEORETICKÁ

Fraktura klavikuly ve většině případů nepředstavuje velký diagnostický problém, avšak co se týče její léčby a rehabilitace, setkáváme se v různých přístupech s mnohem větší kontroverzí. Tato skutečnost se ještě zvýrazňuje, bereme-li v potaz, že odhadem 1 z 20 zlomenin je právě klavikuly, že tento stav tvoří až 44 % všech poranění ramenního pletence a že fraktura klavikuly je nejčastější frakturou u dětí. Necelých 70 % všech fraktur klavikuly utrpí muži a z celkového počtu těchto zranění je téměř 65 % dislokovaných. Navíc se zdá, že se v poslední době mění způsob poranění klavikuly a studie ukazují horší výsledky konzervativní léčby než léčby operativní (Basamania a Rockwood, 2017; Postacchini, Gumina, De Santis a Albo, 2002).

2.1 Anatomické poznatky pletence horní končetiny

Dle Dylevského (2009) je klavikula jednou z pasivních komponent pletence horní končetiny a hraje důležitou roli v jeho kineziologii. Tou druhou je skapula.

2.1.1 Klavikula

Vývoj klavikuly je jedinečný v tom, že se jedná o první kost v těle, která osifikuje, děje se tak již v 5. týdnu těhotenství a její osifikace probíhá endesmálně bez toho, aby byla klavikula v chrupavčité fázi osifikace (chrupavka se objevuje pouze na obou koncích kosti). Centrum osifikace začíná ve střední části klavikuly (Basamania a Rockwood, 2017).

Klavikula je považována za dlouhou kost, ačkoliv se její délka pohybuje v rozmezí mezi 12-16 cm (Dylevský, 2009). Je esovitě prohnutá a uložená povrchově v podkoží. Jedná se o jedinou dlouhou kost v těle, která je uložena horizontálně (Moverley, Little, Gulihar a Singh, 2020). Klavikula je podle Dylevského (2009, 101) „tzv. distanční kost, to znamená, že vymezuje vzdálenost hrudní kosti a volné horní končetiny. Zvětšuje tak možný rozsah pohybu končetiny, ale zároveň přenáší na hrudní kost tlak a nárazy působící na horní končetinu.“

Klavikula přiléhá k hrudní kosti (sternum) silnějším, ztluštělým koncem, extremitas sternalis a pro jejich skloubení má kloubní plochu facies articularis sternalis. Tento konec klavikuly se klene směrem dopředu. Zevní konec klavikuly přiléhající k nadpažku (acromion), extremitas acromialis, je plochý, klenutý směrem dozadu a má kloubní plochu fascies articularis acromialis (Čihák, 2011). Při sternálním konci klavikuly je patrná vazivová chrupavka, která kryje kloubní plochu a rozšiřuje tento konec natolik, že klavikula zde vystupuje nad sternum a je jasně hmatný její okraj (Dylevský, 2009).

Horní strana kosti je krytá pouze kůží a podkožím v laterární třetině, zbylé 2/3 jsou kryty ještě tenkou vrstvou svalu m. platysma (Basamania a Rockwood, 2017). Je hladká, zatímco na spodní straně nalezneme několik typických útvarů: tuberositas coracoidea v laterální části, která ještě bývá rozdělena na tuberculum conoideum a linea trapezoidea. Dále se na spodní straně nachází impressio ligamenti costoclavicularis a sulcus musculi subclavi (Čihák, 2011).

Cévní zásobení klavikuly je specifické tím, že tato kost je zásobena zejména cévami z periostu, jejichž větší množství nalezneme na předním a horním povrchu kosti. Zásobení z arteria nutricia a intermedullární je minimální (Basamania a Rockwood, 2017).

Klavikula působí jako vzpěra, jež podpírá paži v aktivitách a pohybech, které jsou představovány ve větší vzdálenosti od středu těla. Slouží také jako ochrana nervových struktur ležících pod ní (Familiari, Huri, Galasso, Gasparini a Doral, 2017).

2.1.1.1 Mikrostruktura klavikuly

Mechanické zatěžování klavikuly není doposud kvůli složité povaze pohybu horní končetiny a uspořádání muskuloskeletálního systému zcela objasněno a pochopeno. Jelikož přestavování kosti může být ovlivněno jejím zatěžováním, histologická organizace haversových systémů pravděpodobně odpovídá rozpoložení sil působících napříč kostí. Určení orientace kolagenních vláken navíc poskytne další informace o tom, jak se kostní matrix přizpůsobuje směru působení vnějších sil na kost (Crane, Kato, Patel a Huttenlocker, 2019).

Crane, Kato, Patel a Huttenlocker (2019) ve své studii zkoumali hustotu haversových systémů a orientaci kolagenních vláken v laterální, střední a mediální třetině klavikuly, aby zjistili, zda se střední třetina kosti adaptuje na zatěžování jinak než zbývající dvě části, vzhledem k tomu, že k frakturám klavikuly dochází nejčastěji právě v této třetině.

Největší rozdíl v hustotě haversových systémů byl objeven mezi laterální a střední částí klavikuly. Nejhustěji jsou umístěny v laterální třetině, v té mediální je jejich počet nižší a nejřídčeji se vyskytují právě ve střední části kosti. Orientace kolagenních vláken je napříč kostí jednotná a jejich uspořádání je podélné. Takto uspořádaná vlákna naznačují, že klavikula je poměrně dobře přizpůsobená na tahovou zátěž v tomto směru, zatímco vůči vysoké tlakové zátěži odolná není (Crane, Kato, Patel a Huttenlocker, 2019).

2.1.1.2 Struktury v okolí klavikuly

V oblasti nad klavikulou se připojují dva přední listy krční fascie z přední a zadní strany na manubrium sterni a odtud pokračují laterálně, kde obklopují m. sternocleidomastoideus a upínají se na klavikulu. Prostor mezi nimi obsahuje lymfatické cévy a komunikační cévu mezi dvěma jugulárními žílami. Pod klavikulou se nachází přední stěna fossa axillaris, jejíž povrchovou vrstvu tvoří m. pectoralis major a pektorální fascie a hlubokou vrstvu tvoří m. pectoralis minor a clavipectorální fascie. Pectorální fascie dále těsně naléhá na m. pectoralis major a upíná se na spodní stranu klavikuly. Za mediální částí klavikuly se vyskytuje několik důležitých struktur, mimo jiné plexus brachialis, vena a arteria subclavia. Na povrchu klavikuly přechází kromě kůže také m. platysma a nn. supraclavicularis (Basamania a Rockwood, 2017).

2.1.2 Skapula

Jedná se o typicky plochou kost trojúhelníkového tvaru, která je modelována tak, aby svým povrchem mohla naléhat na hrudník a pohybovat se po něm (Familiari, Huri, Galasso, Gasparini a Doral, 2017). Leží zhruba ve výši 2.-8. žebra na zadní straně hrudníku. Vyskytuje se na ní několik výběžků, které jsou důležité zejména proto, že na nich začínají svaly potřebné k pohybu v ramenním pletenci. Skapulu (lopatku) rozděluje na dvě části výrazný hřeben, spina scapulae, který se laterálním směrem ještě zvětšuje a vybíhá v nadpažek, acromion. Ten hraje roli při skloubení v pletenci horní končetiny (Dylevský, 2009). V kraniolaterální části je kost zakončena pomocí fossa glenoidea, která tvoří kloubní jamku pro glenohumerální skloubení (Familiari, Huri, Galasso, Gasparini a Doral, 2017).

2.1.3 Skloubení pletence horní končetiny

Čihák (2011) do skloubení pletence horní končetiny zařazuje articulatio sternoclavicularis a articulatio acromioclavicularis. Dle Kapadjiho (2019) zde však řadíme také dvě tzv. funkční skloubení (spojení), a to thoracoscapulární a subdeltoideální.

2.1.3.1 Articulatio sternoclavicularis

Jedná se o pravý složený kloub. Je to spojení fascies articularis sternalis a incisura clavicularis na sternu. Mezi tyto dvě kloubní plochy je vložen discus articularis, jenž je tvořen vazivovou chrupavkou a jeho funkcí je vyrovnávání těchto nestejnoměrně zakřivených kloubních ploch. Je po celém obvodu spojen s kloubním pouzdrem (Čihák, 2011). Kloubní plochy jsou sedlového tvaru, přičemž klavikulární je konkávní a sternální konvexní (Kapadji, 2019). Silné kloubní pouzdro zesilují následující ligamenta:

- Ligamentum sternoclaviculare anterius et posterius, jež jsou přiložena těsně ke kloubnímu pozdru,
- Ligamentum interclaviculare, jdoucí nad horním okrajem sterna a spojující klavikulu na obou stranách,
- Ligamentum costoclaviculare, jež spojuje klavikulu s prvním žebrem (Čihák, 2011).

2.1.3.2 Articulatio acromioclavicularis

Spojením acromionu a klavikuly je pravý plochý kloub (Dylevský, 2009). Kloubní plochy jsou tvořeny fascies articularis acromialis klavikuly a facies articularis acromii a mezi nimi se rovněž v 1/3 případů vyskytuje malý discus articularis, protože kloubní plochy na sebe dobře nenaléhají (jsou konvexní) (Kapandji, 2019). Horní strana kloubního pouzdra je zpevněna ligamentum acromioclaviculare (Čihák, 2011). Stabilita tohoto kloubu závisí na dvou extra-artikulárních silných ligamentech jdoucích od processus coracoideus na spodní stranu klavikuly:

- Ligamentum conoideum, připojeno na tuberculum conoideum,
- Ligamentum trapezoideum, upínající se do linea trapezoidea (Kapandji, 2019).

2.1.3.3 Subdeltoideální spojení

Nejedná se o kloub pravý, nýbrž o funkční spojení, které je součástí ramenního kloubu. Jakýkoliv pohyb v ramenním kloubu je spojen s pohybem v subdeltoideálním spojení. Spodní okraj tohoto funkčního spojení se skládá z horního konce pažní kosti a z úponů svalů rotátorové manžety, přesněji m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. teres minor, m. subscpularis a šlachy dlouhé hlavy m. biceps brachii. Jeho horní část je tvořena spodním povrchem musculus deltoideus a nadpažku (Kapandji, 2019). V tomto prostoru se nachází bursa subdeltoidea a subacromialis (Čihák, 2011).

2.1.3.4 Scapulothorakální spojení

Toto funkční spojení je tvořeno dvěma prostory, a to prostorem mezi zadní stranou lopatky, na které najdeme m. subscapularis, a musculus serratus anterior a mezi tímto svalem a stěnou hrudníku (Kapandji, 2019). Dylevský (2009, 103) udává, že „thoracoscapulární kontakt je uskutečněn pomocí vmezeřeného řídkého vaziva, které vyplňuje štěrbiny mezi svaly na přední ploše lopatky a hrudní stěnou. Klouzavý pohyb, který toto vazivo umožňuje, je předpokladem pro posun lopatky.“

2.1.4 Aktivní komponenty pletence horní končetiny

Aktivními komponenty rozumíme svaly, které se svou funkcí podílí na pohybu pletence horní končetiny, zejména na jeho nejpohyblivější části, a to scapule (Dylevský, 2009). Nicméně klavikula tvoří kostěný rámec pro úpon (insertio), či začátek (origo) hned několika svalů, a je tak důležitým článkem v pohybu pletence (Basamania a Rockwood, 2017).

Musculus trapezius je sval odstupující od všech hrudních obratlů a zevního hrbolu kosti týlní a upínající se svou horní částí na povrch zevní třetiny klavikuly (Basamania a Rockwood, 2017). Jeho zbylé dvě části se upínají horizontálně ke hřebeni lopatky (střední trapéz) a k začátku hřebene lopatky (dolní trapéz) (Dylevský, 2009). Sval je inervován z n. accessorius a k němu připojených vláken z C3 a C4 (Čihák, 2011).

Musculus deltoideus svou klavikulární částí začíná od přední plochy zevní třetiny klavikuly (Basamania a Rockwood, 2017). Akromiální část svalu začíná od akromionu a spinální část svalu od zevních 2/3 hřebenu lopatky. Inervace tohoto svalu je dvojí, a to z n. axillaris a pro klavikulární část z laterálního pektorálního nervu (Larionov, Yotovski, Link a Filgueira, 2020).

Musculus sternocleidomastoideus je svalem začínajícím na zadní ploše vnitřní třetiny klavikuly a manubrium sterni (Basamania a Rockwood, 2017) a upínajícím se na processus mastoideus a zevní část linea nuchalis superior. Inervován je z n. accessorius (Čihák, 2011).

Musculus pectoralis major začíná na přední ploše klavikuly, na sternu a na přední části 6. žebra a pochvě přímého břišního svalu. Upíná se na paži, na crista tuberculi majoris a je inervován z nn. pectorales (Čihák, 2011).

Výše uvedené svaly spolupracují při aktivní elevaci paže (Basamania a Rockwood, 2017). Na klavikulu se rovněž upíná **m. subclavius** začínající na 1. žebru u žeberní chrupavky, jenž je inervovaný z n. subclavius (Čihák, 2011).

Důležitou skupinou svalů jsou svaly tzv. rotátorové manžety, které se upínají na tuberculum minus humeri (**m. subscapularis** – začátek svalu na kostální ploše lopatky, provádí vnitřní rotaci v RAK) a tuberculum majus humeri. **Musculus supraspinatus** začíná na lopatce ve fossa supraspinata a upíná se na horní fasetu tuberculum majus humeri. **Musculus infraspinatus** se upíná těsně pod ním na střední fasetu a začíná ve fossa

infraspinata. Posledním svalem rotátorové manžety je **musculus teres minor**, jenž jde od středu laterálního okraje lopatky na dolní fasetu tuberculum majus humeri. Hlavní funkcí těchto tří svalů je zevní rotace v RAK. Inervaci obstarávají n. suprascapularis (m. supraspinatus a infraspinatus), n. axillaris (m. teres minor) a n. subscapularis (m. subscapularis) (Čihák, 2011).

Musculus teres major svým začátkem jde od dorsální plochy dolního úhlu lopatky a jejího přilehlého laterálního okraje na crista tuberculi minoris humeri. Je inervován z n. subscapularis a k dolní části jeho úponu se připojuje šlacha m. latissimus dorsi (Čihák, 2011).

Dylevský (2009) do aktivních komponent pletence zařazuje také následující svaly:

- **Musculus rhomboideus major**, jdoucí od trnových výběžků prvních čtyř hrudních obratlů na vnitřní okraj lopatky,
- **Musculus rhomboideus minor**, sval začínající na trnových výběžcích dvou posledních krčních obratlů a upínající se na laterokaudální konec vnitřního okraje lopatky,
- **Musculus pectoralis minor**, jenž odstupuje od 3.-5. žebra a upíná se na proccessus coracoideus,
- **Musculus levator scapulae**, který začíná na příčných výběžcích prvních čtyř krčních obratlů a končí na horním úhlu lopatky,
- **Musculus serratus anterior**, sval přikládající se na boční stranu hrudníku od 9 prvních žeber na mediální okraj lopatky.

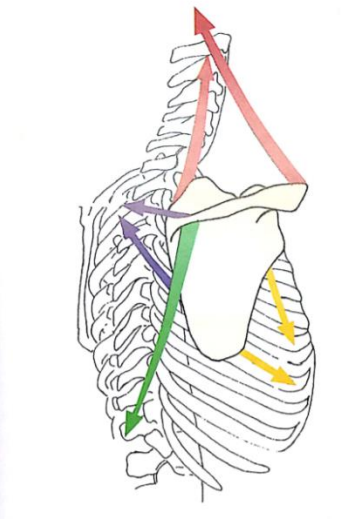
2.2 Kinematika pletence horní končetiny

Skapula je schopna vykonávat posuvné (vertikální a horizontální) a otáčivé pohyby. Mezi posuvné patří:

- Elevace (55°) – provádí ji horní část m. trapezius a m. levator scapulae
- Deprese (5°) – provádí ji dolní část m. trapezius
- Abdukce (10°) – provádí ji m. serratus anterior
- Addukce (10°) – provádí ji střední část m. trapezius a m. rhomboideus major et minor (Dylevský, 2009)

Do rotačních pohybů řadíme anteverzi, což je pohyb dolního úhlu lopatky směrem od páteře s maximální hodnotou 30°. Provádí ji m. serratus anterior. Druhým rotačním pohybem

je retroverze. Dolní úhel lopatky jde směrem k páteři a rozsah pohybu je rovněž 30°. Tento pohyb vykonává m. rhomboideus major (Dylevský, 2009).



Obrázek 1. Kinetika lopatky – elevace (červené šipky), abdukce (žluté šipky), deprese (zelená šipka) a addukce (modré šipky) (Dylevský, 2009).

2.3 Biomechanika pletence horní končetiny

Celkový příspěvek klavikuly pro pohyb pletence horní končetiny není zcela objasněn, ale ukazuje se, že klavikula díky svému geometrickému tvaru a schopnosti rotace zvyšuje stabilitu pletence vůči trupu a zároveň povoluje jeho mobilitu, zejména pohyb lopatky podél trupu (Basamania a Rockwood, 2017).

Jelikož klavikula slouží jako spojka mezi hrudníkem a ramenem a představuje tak stabilní spojení, výrazně přispívá síle a stabilitě pletence horní končetiny, zejména v polohách paže nad horizontálou (Basamania a Rockwood, 2017).

Lopatka leží v rovině formující 30° úhel s rovinou zad, která je paralelní ke frontální rovině. Tento úhel je označován jako fyziologická rovina abdukce ramene. Klavikula, která leží šikmo posteriorně a laterálně, formuje s frontální rovinou rovněž 30° úhel. Proto úhel mezi lopatkou a klavikulou (scapulo-klavikulární) je mediálně otevřený a v základní poloze má 60°. Může se však měnit v závislosti na pohybu pletence (Kapandji, 2019).

Rozšiřování scapulo-klavikulárního úhlu je omezeno maximálním natáhnutím ligamentum conoideum. Zužování úhlu je omezeno ligamentum trapezoideum (Kapandji, 2019).

Dylevský (2009, 102) uvádí, že „sternoklavikulární kloub je vlastně kulový kloub, jsou teoreticky možné pohyby všemi směry. Prakticky jde o drobné posuny, které se sice dějí ve všech směrech, ale jejich rozsah je velmi malý.“ Dle Kapandjiho (2019) má skloubení dva stupně volnosti, ale kombinací těchto dvou základních pohybů může docházet také k osové rotaci. Ve vertikální rovině je pohyb klavikuly možný v rozsahu 10 cm pro elevaci a 3 cm pro depresi. V horizontální rovině se laterální konec klavikuly může pohybovat v rozmezí 10 cm anteriorně a 3cm posteriorně (Kapandji, 2019).

Při pohybu paže do 90° abdukce je ve sternoklavikulárním skloubení klavikula posunována o 30° směrem nahoru a dozadu a také rotována v longitudinální ose o 50° posteriorně. Zároveň pohyb v tomto kloubu přispívá 4° při každých 10° elevace paže (Warth, Lee a Millett, 2014).

Pokud je lopatka brána jako pevný výchozí bod během abdukce paže, můžeme pozorovat 10° elevaci mediálního konce klavikuly, rozšíření scapulo-klavikulárního úhlu na 70° a 45° rotaci klavikuly posteriorně. Při flexi paže jsou pohyby obdobné, během extenze se uzavírá scapulo-humerální úhel a při vnitřní rotaci paže je jediným pohybem otevření úhlu mezi lopatkou a klavikulou na 13° (Kapandji, 2019).

Klavikula funguje se skapulou jako funkční celek, a proto pohybové schopnosti scapuly souvisí s pohybem ve sternoclavikulárním a acromioclavikulárním skloubení. Samostatné pohyby v acromioclavikulárním kloubu jsou pouze minimální posuny a jsou omezeny výše popsanými vazy (Dylevský, 2009). Z celkové 60° rotace lopatky je prvních 30° uskutečněno díky elevaci klavikuly ve sternoclavikulárním kloubu. Dalších 30° je možných díky rotaci klavikuly v acromioclavikulárním skloubení a také díky elongaci coracoacromiálního vazu (Basamania a Rockwood, 2017). „Vaz přemosťuje hlavici pažní kosti a při abdukci v ramenním kloubu se do jeho předního okraje opírá velký hrbolek pažní kosti. Lig. Coracoacromiale není součástí žádného kloubu.“ (Dylevský, 2009, 102).

Základní pohyby lopatky ve scapulothorakálním skloubení jsou již popsány výše, nicméně během abdukce nebo flexe horní končetiny jsou tyto pohyby do určitého stupně kombinovány. Scapula při aktivní abdukci v ramenním kloubu vykonává čtyři pohyby. Jedná se o elevaci (8-10 cm), 38° rotaci, která rovnoměrně narůstá se zvyšující se abdukcí (až do 145°), náklon okolo transverzální osy (spodní část se pohybuje dopředu a nahoru) a otáčení okolo vertikální osy (Kapandji, 2019).

2.4 Nádechová funkce klavikuly

Elevace laterálního konce klavikuly způsobuje zvýšený tah na costoclavikulární vaz a také na m. subclavius. Elevace v pletenci horní končetiny proto díky spojení klavikuly a prvního žebra a prvního žebra a sterna způsobuje pohyb hrudníku anteriorním a kraniálním směrem. Tento posun odpovídá pohybu hrudníku při aspiraci a můžeme proto tohoto vztahu využívat při různých dechových cvičeních (Basamania a Rockwood, 2017).

2.5 Fraktura klavikuly

Klavikula je jednou z nejčastějších kostí, na kterých dochází k fraktuře. U mladých osob se tak děje typicky ve střední části kosti a u starších pacientů je více pravděpodobná fraktura laterální či mediální části (Familiari, Huri, Galasso, Gasparini a Doral, 2017). V posledním desetiletí léčba fraktur klavikuly pokročila, zejména s širším využíváním operačních zákroků při postižení střední části kosti a používáním nových technik v léčbě laterální části klavikuly (Ropars, Thomazeau a Huten, 2017).

2.5.1 Klasifikace

Klasifikační systémy fraktur klavikuly využívají míry prevalence založené na anatomickém umístění fraktury (Kim a Pearsall, 2017). Jak je již uvedeno výše, většina (69-82 %) fraktur klavikuly je ve střední části kosti. Tento fakt může být anatomicky vysvětlen skutečností, že jak laterální, tak mediální konec klavikuly jsou pevně jištěny přilehlými vazy a svaly, kdežto střední část kosti postrádá jakékoliv silné jištění, a je tak více náchylná k určitému traumatu. Úpony svalů rovněž způsobují často dislokaci úlomků a zkrácení kosti, zejména u fraktury střední části (Kihlström, Möller, Lönn a Wolf, 2017). Fragmenty kosti jsou při fraktuře střední části klavikuly v typické dislokaci: mediální část je posouvána tahem m. sternocleidomastoideus kraniálně a laterální část je vahou končetiny dislokována kaudálně (Paneš, 1993).

Klasifikačních systémů týkající se této problematiky je celá řada. Jeden z prvních zavedl v roce 1967 **Allman**, který fraktury klavikuly rozdělil do 3 skupin:

- 1. skupina: fraktury střední třetiny
- 2. skupina: fraktury laterální třetiny
- 3. skupina: fraktury mediální třetiny (Žvák, Brožík, Kočí a Ferko, 2006).

Neer dále rozvedl klasifikaci fraktur **laterální třetiny** klavikuly, a to s ohledem na to, zda byly úlomky nedislokované (typ I), či dislokované (typ II). Dislokované fraktury laterální

třetiny klavikuly jsou pak dále klasifikovány podle integrity coracoclaviculárních ligament (ligamentum conoideum a ligamentum trapezoideum). Pokud jsou ligamenta neporušena, jedná se o typ IIA, pokud je jejich integrita částečně nebo zcela narušena, jedná se o typ IIB (Familiari, Huri, Galasso, Gasparini a Doral, 2017).

Klasifikaci dle Neera ještě dále modifikoval **Craig**, který odlišil jednotlivé fraktury podle typu poškození vazů v laterální třetině kosti a také zařadil intraartikulární poškození acromioclavikulárního skloubení a fraktury u dětí (O'Neill, Hirpara, O'Briain, McGarr a Kaar, 2011). Zabýval se rovněž frakturami mediální třetiny klavikuly (Stegeman, Fernandes, Krijnen a Schipper, 2015). Craig rozděluje **laterální fraktury** kosti na 5 typů:

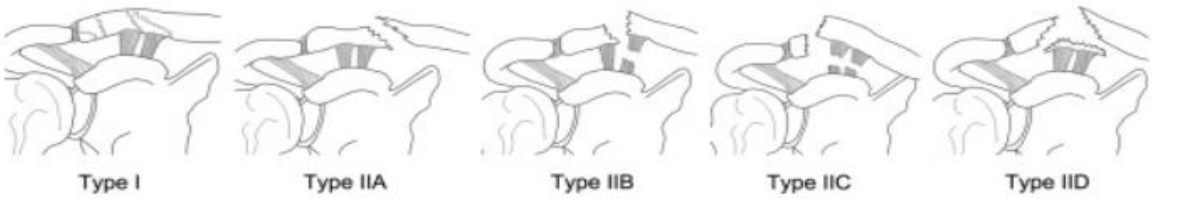
- Typ I – minimální dislokace fragmentů (intraligamentózní)
- Typ II – sekundární dislokace díky umístění fraktury mezi coracoclavikulárními vazy
  - A: coracoclavikulární vazy intaktní
  - B: lig. conoideum přetrženo, lig. Trapezoideum intaktní
- Typ III – fraktura kloubního povrchu, ligamenta intaktní
- Typ IV – fraktura u dětí, blízko AC skloubení, ligamenta jsou intaktní a připojena na okostici, dislokace proximálního fragmentu
- Typ V – tříštivá fraktura, vazy připojeny na inferiorní fragment kosti (Basamania a Rockwood, 2017).

Fraktury **mediální třetiny** klavikuly dělí Craig rovněž na 5 typů, a to:

- Typ I – minimální dislokace fragmentů
- Typ II – dislokace fragmentů s rupturou přilehlých vazů
- Typ III – intraartikulární fraktura
- Typ IV – epifyzální fraktury u dětí
- Typ V – tříštivá fraktura (Basamania a Rockwood, 2017).

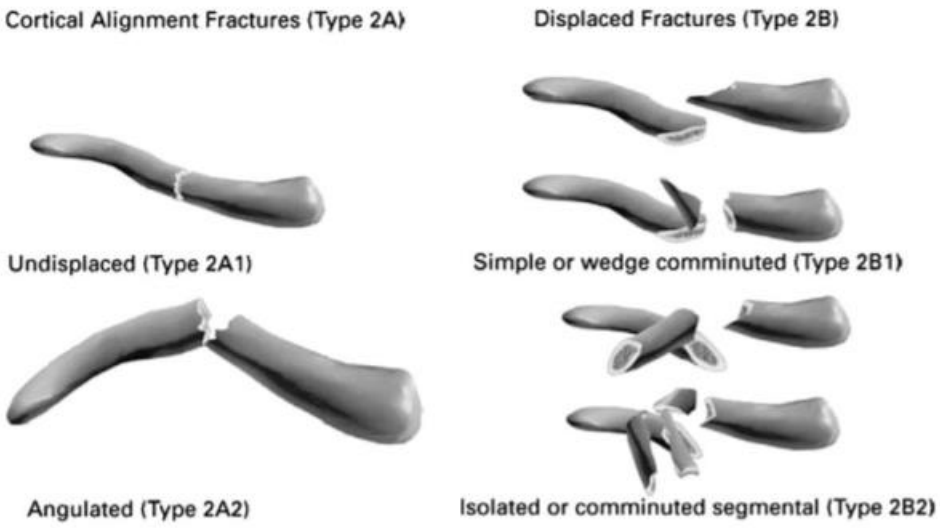
Existující klasifikační systémy pro fraktury laterální třetiny klavikuly se ukazují být ne vždy spolehlivé a poskytují pouze omezený počet informací pro rozhodnutí o následné léčbě. Tyto nejednoznačnosti vedou k různým variacím klasifikace a stanovení diagnózy, a promítají se tedy do vhodného zvládání léčby v klinické praxi. Z těchto důvodů byl navržen nový klasifikační systém (obrázek 2.), který rozděluje fraktury laterální třetiny klavikuly takto:

- Typ I – stabilní – nedislokovaná, nebo mírně dislokovaná, bez ohledu na umístění
- Typ II – nestabilní – dislokovaná (> 5 mm)
  - II A – fraktura mediálně od CC ligament, obě lagamenta intaktní
  - II B – fraktura mediálně od CC ligament, lig. trapezoideum intaktní, lig. conoideum přetrženo
  - II C – fraktura laterálně od CC ligament, obě ligamenta přetržena
  - II D – tříštivá fraktura, CC ligamenta připojena na inferiorním úlomku (Cho, Kim, Kim, Choi, Dan a Lee, 2018).



Obrázek 2. Nový klasifikační systém (Cho, Kim, Kim, Choi, Dan a Lee, 2018).

Robinsonova klasifikace je považována jako nejvhodnější klasifikační metoda pro fraktury **střední části** klavikuly (typ 2). Je to díky její vysoké prognostické hodnotě pro výsledek léčby. Robinson rozlišuje dva hlavní typy fraktur střední části kosti, a to nedislokované (typ 2A) a dislokované (typ 2B). Dislokované dále dělí na jednoduše dislokované nebo dislokaci s klínem (typ 2B1) a segmentové nebo roztříštěné fraktury (typ 2B2) (Stegeman, Fernandes, Krijnen a Schipper, 2015). Robinson tuto klasifikaci zavedl v roce 1998 a rozlišuje v ní také fraktury laterální a mediální pětiny (Cho, Kim, Kim, Choi, Dan a Lee, 2018).



Obrázek 3. Robinsonova klasifikace (Stegeman, Fernandes, Krijnen a Schipper, 2015).

2.5.2 Etiologie

2.5.2.1 Traumatické fraktury

Fraktura klavikuly je obvykle způsobena pádem na nataženou paži, nebo rameno, v takovém případě se jedná o nepřímý mechanismus úrazu. Přímým mechanismem je úder na samotnou klavikulu, kdy je při větší síle nebezpečí poranění nervově cévního svazku (Žvák, Brožík, Kočí a Ferko, 2006). Incidence tohoto zranění je odhadována mezi 29 a 64 případy na 100000 obyvatel ročně (Familiari, Huri, Galasso, Gasparini a Doral, 2017).

Švédská studie z roku 2017 (Kihlström, Möller, Lönn a Wolf) ukázala, že nejčastější příčinou fraktury klavikuly je pád nebo nehoda při dopravě, nejvíce při jízdě na kole. Americká studie provedená v roce 2019 ukázala, že 50 % zranění je způsobeno při sportovní aktivitě. Nejvíce z nich při jízdě na kole, americkém fotbalu, fotbalu, snowboardingu a dalších. Při zraněních nezpůsobených sportovní aktivitou byly nejčastější příčinou pády z postele, pohovky nebo uklouznutí na podlaze. Největšímu riziku tohoto poranění jsou vystaveni muži ve věku 0-19 let a také dívky ve věku 0-9 let (DeFroda, Lemme, Kleiner, Gil a Owens, 2019).

Jiná americká studie, jež se věnovala etiologii fraktur klavikuly u sportujících dětí na střední škole, ukázala, že nejvíce těchto poranění vzniká u chlapců při kontaktních sportech, jako jsou lední hokej, lacrosse, wrestling (McCarthy, Bihl, Frank, Salem, McCarty a Comstock, 2019). Úrazy vzniklé při sportovní aktivitě jsou nejhojnější u skupiny pacientů ve věkovém rozmezí mezi 21-30 lety. Celkový největší počet fraktur klavikuly se však objevuje

u pacientů ve věkovém rozmezí 41-50 let (Herteleer, Winckelmans, Hoekstra a Nijs, 2018). U žen je průměrný věk, ve kterém dojde k fraktuře klavikuly, 62 let, zatímco u mužů je to 45 let. Zvýšený výskyt těchto fraktur u starší populace by mohl být způsoben aktivnějším způsobem života lidí ve vyšším věku (Huttunen, Launonen, Berg, Lepola, Fellander-Tsai a Mattila, 2016). Fraktura mediální části kosti vzniká nejčastěji při traumatech hrudníku, která jsou způsobena nárazem s vysokou energií (Asadollahi a Bucknill, 2019).

2.5.2.2 Atraumatické fraktury

Pokud dojde k fraktuře klavikuly bez předcházejícího traumatu, je to způsobeno pravděpodobně určitým patologickým procesem, ke kterému v kosti dochází. Může se jednat o benigní či maligní nález, rovněž byla nalezena spojitost mezi frakturou klavikuly a arteriovenózní malformací kosti, jež může napodobovat nádorové bujení (Basamania a Rockwood, 2017). K atraumatickým frakturám dochází také z metabolických příčin. Jednou z nich je hyperparathyreóza (zvýšené množství vápníku v séru, zvýšená hladina PTH), která může způsobit kostní léze a osteolýzu a zapříčinit tak patologickou frakturu (Benameur, Guerrouj, Ghfir a Aouad, 2017).

Další frakturou, které nepředchází žádné trauma, je únavová fraktura. K té dochází zejména u profesionálních sportovců napříč sportovními odvětvími (např. baseball, potápění, gymnastika). Zdá se, že mechanismem vzniku těchto fraktur je opakované a nepřiměřené axiální zatěžování klavikuly. Většinou k tomuto stavu dochází po změnách nebo navýšení intenzity tréninku sportovců. Léčba spočívá v odpočinku a modifikaci tréninkové aktivity (Basamania a Rockwood, 2017).

2.5.2.3 Fraktury vzniklé při porodu

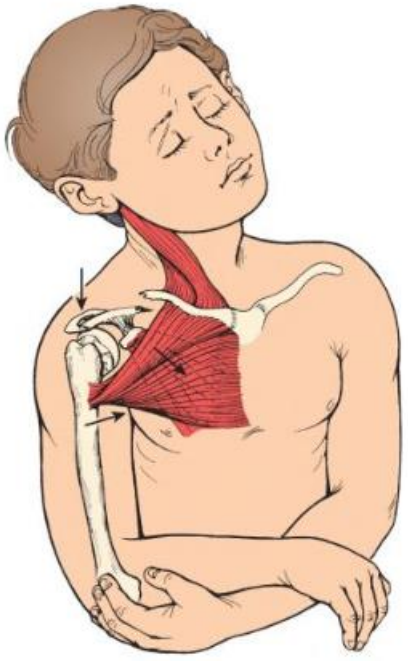
Celková incidence fraktur klavikuly vzniklých při porodu je přibližně 0,5-7,2 případů na 1000 porodů. Mechanismus úrazu u donošených dětí narozených vaginální cestou, kdy je dítě v cefalické poloze, je komprese klavikuly dítěte, která prochází jako první, o matčinu sponu stydkou. Zároveň k pravděpodobnosti tohoto poranění u novorozenců přispívá několik faktorů. Jedním z nich je porodní váha jedince. Incidence případů narůstá s váhou dítěte a také jejich velikostí. Dalším z faktorů je vyšší věk matky při porodu nebo zkušenost lékaře, který porod vede (Basamania a Rockwood, 2017).

2.5.3 Diagnostika

Ve většině případů je diagnostika fraktury klavikuly zřejmá, a to zejména díky nálezům klinických deformit a také objasňujícím rentgenovým snímkům (Basamania, Matzkin a Bal, 2006).

2.5.3.1 Klinický nález

U dislokovaných fraktur je klinický nález poměrně jasně vypovídající, pokud pacienta vidíme krátce po úraze. Pacientova anamnéza obsahuje nedávné přímé, či nepřímé poranění pletence horní končetiny. Klinická deformita je zřejmá a často bývá výraznější než množství nepohodlí a bolesti, kterou pacient udává. Proximální fragment může porušit kůži a způsobit otevřenou frakturu. Pacient si obvykle postiženou končetinu přidržuje zdravou končetinou u těla, protože jakýkoliv pohyb ve zraněném segmentu vyvolává bolest. Zároveň celá paže na postižené straně klesá směrem dopředu z důvodu tíhy končetiny a tahu m. pectoralis minor. Pacient může naklánět hlavu směrem k postižené straně, aby zmírnil tah m. trapezius. V okolí fraktury je patrný otok a může se formovat hematom. Celá oblast pletence je citlivá na dotek (Basamania a Rockwood, 2017).



Obrázek 4. Klinická manifestace dislokované fraktury klavikuly vpravo (Basamania a Rockwood, 2017).

Nedislokované fraktury nemusí způsobit deformity, a proto mohou být přehlédnuty, pokud není proveden rentgenový snímek (Basamania a Rockwood, 2017).

U tzv. plovoucího ramene je u pacientů patrný hematom v oblasti hřebene lopatky a otok a citlivost na obou koncích klavikuly. Celá klavikula může být plně mobilní, proto se jeví jako plovoucí. Dochází k anteriosuperiorní dislokaci SC skloubení a klavikula je posteriosuperiorně dislokovaná. K tomuto zranění často dochází při dopravních nehodách či pádech z výšky (Basamania a Rockwood, 2017).

2.5.3.2 RTG diagnostika

Při podezření na frakturu klavikuly je však často proveden pouze anterioposteriorní rentgenový snímek. Kvůli neobvyklému tvaru a orientaci kosti je tak složité adekvátně určit dislokaci a zahnutí úlomků pouze z tohoto pohledu. Rovina fraktury totiž není kolmá na rovinu paprsku rentgenu. Klavikula se při fraktuře zkracuje, ohýbá inferiorně a zároveň rotuje mediálně, deformita se tak vyskytuje ve třech rovinách a je náročné přesně charakterizovat její rozsah (Basamania, Matzkin a Bal, 2006).

Běžné rentgenové vyšetření by tak mělo obsahovat také šikmý apikální rentgenový snímek s 15-40° cefalickým zahnutím. Pro bližší diagnostiku fraktury laterální třetiny klavikuly nebo postižení AC skloubení se používá tzv. Zanca pohled, což je rentgenový snímek prováděný s 10-15° cefalickým zahnutím. Díky tomuto úhlu je odstraněno kostní překrytí AC skloubení a acromionu a na laterální část klavikuly je lépe vidět. Současné bilaterální hodnocení AC skloubení a klavikul je nápomocné při určování délky klavikuly a v porovnání symetrie (Sandstrom, Gross a Kennedy, 2018).

2.5.3.3 Výpočetní tomografie

Výpočetní tomografie (Computed Tomography - CT) může být při diagnostice zvažována v případě, že je přítomnost fraktury kosti nebo stupeň dislokace nejasný (Sandstrom, Gross a Kennedy, 2018). Dále se používá pro co nejpřesnější posouzení zkrácení klavikuly, protože zobrazuje kost v několika rovinách bez projekce abnormalit, a je tedy v této oblasti považována za spolehlivější modalitu. Zkrácení klavikuly je většinou indikací k provedení operativní léčby, a proto je jeho exaktní určení klíčové (Omid, Kidd, Yi, Villacis a White, 2016).

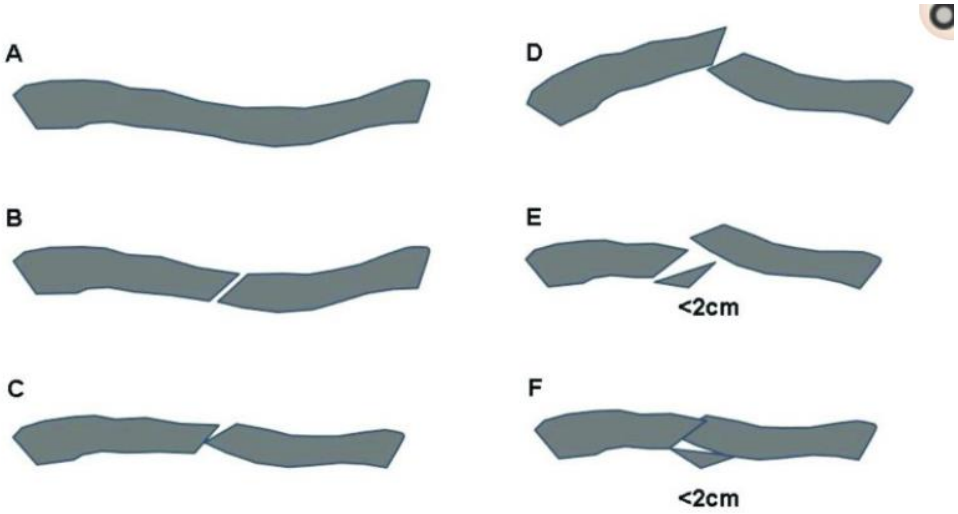
2.5.4 Léčba

Mnoho fraktur klavikuly (zejména střední části kosti) je léčeno konzervativní léčbou bez nepříznivých následků. Nicméně existuje skupina pacientů, která by mohla těžit z operativní intervence. Kontroverze v rozhodování o optimální léčbě se vyskytuje zejména u

fraktur tříštivých, s přítomností významné dislokace fragmentů nebo při zkrácení klavikuly (Herzog et al., 2017).

2.5.4.1 Konzervativní léčba

Primárním cílem léčby je obnovit funkci ramene na normální úroveň, a to zavedením určitých předpokladů, které umožňují klavikule zhojení s minimálními deformitami, bez ztráty rozsahu pohybu a s co možná nejmenší bolestivostí. Nelze diskutovat o tom, že u nedislokovaných fraktur a fraktur, které jsou kortikálně zarovnané, dochází k úspěšnému léčení konzervativními postupy. Fraktury klavikuly s dislokací a zkrácením menší než 2 cm jsou rovněž doporučeny na konzervativní léčbu (Waldmann, Benninger a Meier, 2018).

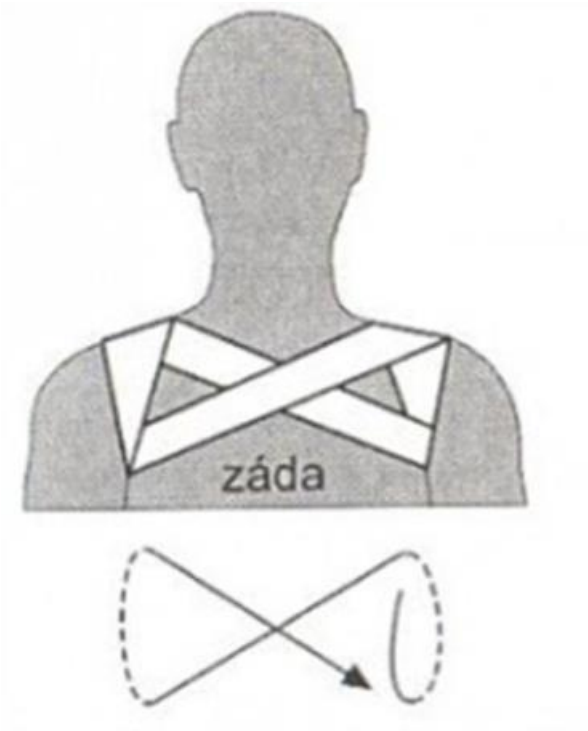


Obrázek 5. Indikace ke konzervativní léčbě: A – nekompletní fraktura, B – fragmenty zarovnány, C – minimální dislokace, D – dislokace s kontaktem fragmentů, E – dislokace menší než 2 cm, F – menší zkrácení kosti (Waldmann, Benninger a Meier, 2018).

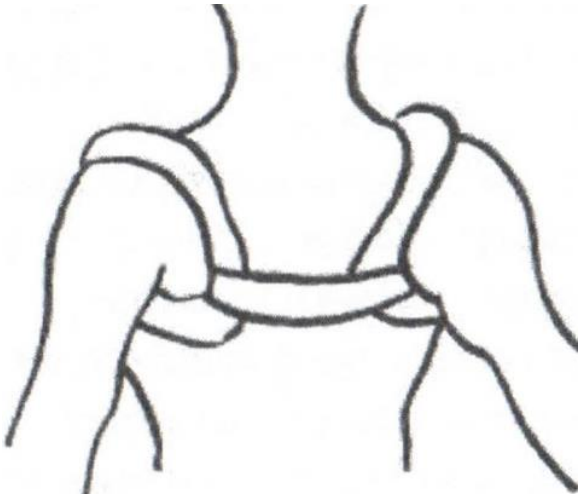
Počáteční fáze konzervativní léčby postižené klavikuly zahrnuje imobilizaci. Důsledné imobilizace klavikuly se však obecně nedá dosáhnout. Je to z toho důvodu, že na zlomenou kost stále působí tah svalů pletence horní končetiny, často se během dne i noci mění poloha paže a klavikula je stále v pohybu i při dýchání (Waldmann, Benninger a Meier, 2018).

Principem konzervativně řešené terapie je repozice zatlačením ramenou směrem dozadu a následná imobilizace pomocí **osmičkového obvazu** (obrázek 6) nebo tzv. **Delbetových kruhů** (obrázek 7) (Maňák a Wondrák, 2005; Žvák, Brožík, Kočí a Ferko, 2006). Té je možné docílit také díky **ramennímu závěsu** (obrázek 8). Oba dva způsoby imobilizace vykazují téměř shodné výsledky při návratu pacientů k pracovním a sportovním aktivitám a také v čase, ve kterém dojde ke konsolidaci kosti (Ropars, Thomazeau a Huten,

2017). Rozdíl mezi oběma způsoby není ani v následném kosmetickém vzhledu kosti, ve změně přiděleného způsobu léčby v důsledku bolesti či nepohodlí, ve zhoršení polohy fragmentů fraktury při hojení nebo ve zkrácení klavikuly o více než 15 mm (Lenza a Faloppa, 2016). Imobilizace ramenním závěsem se zdá být během prvních dvou týdnů méně bolestivá, osmičkový obvaz může způsobit iritaci kůže či otok v oblasti podpaží (Ropars, Thomazeau a Huten, 2017).



Obrázek 6. Osmičkový obvaz při fraktuře klavikuly (převzato z http://kirkae.blog.cz/0809/27-obvazy)



Obrázek 7. Delbetovy kruhy (Maňák a Wondrák, 2005)

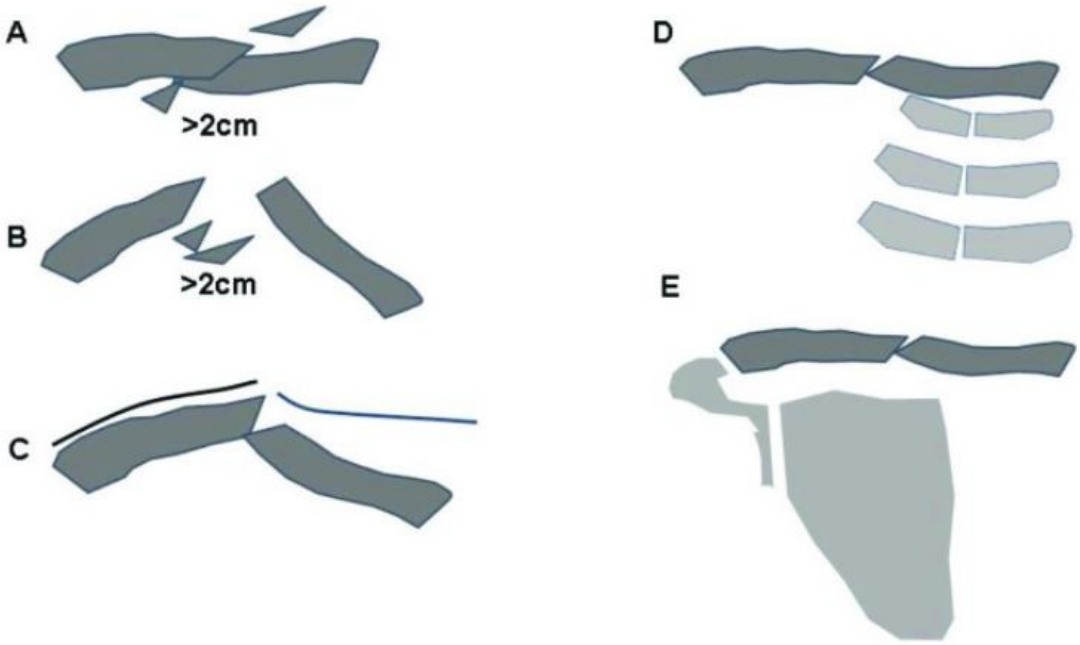
Obrázek 8. Fixace paže pomocí ramenního závěsu (převzato z https://www.sanomed.cz/e-shop/bandaze-a-ortezy/rameno/0093652)

Žvák, Brožík, Kočí a Ferko (2006) uvádí, že fixace osmičkovým obvazem by měla trvat čtyři týdny. Ke kompletnímu zhojení fraktury dochází po 10-12 týdnech při počáteční imobilizaci trvající nejméně tři týdny (Ropars, Thomazeau a Huten, 2017).

2.5.4.2 Chirurgická léčba

Operativní zákroky nebyly v minulosti obvyklým způsobem léčby fraktur klavikuly, i když se jednalo o frakturu dislokovanou. Špatný nebo žádný srůst kosti se nepovažoval za velkou a nepříjemnou komplikaci, která by se klinicky projevovala (Mughal, Shafiq, Javed a Amanullah, 2016). Výsledky chirurgické léčby však dokazují, že její použití je u terapie fraktur klavikuly lepší než konzervativní postupy, pokud není tato léčba kontraindikována (Alhakamy et al., 2018).

Operační zákrok by měl být zvážen, pokud se jedná o otevřenou frakturu, nervově cévní poškození, přidružené ipsilaterální sériové fraktury žeber, plovoucí rameno, či pokud je po fraktuře zhoršen stav kůže. Pro fraktury s dislokací fragmentů větší než 2 cm stále není nejlepší řešení léčby jasné, ale existují důkazy, že při chirurgické léčbě těchto fraktur je míra špatného zhojení výrazně nižší (0-3 %) než při léčbě konzervativní (0-34 %) (Waldmann, Benninger a Meier, 2018).

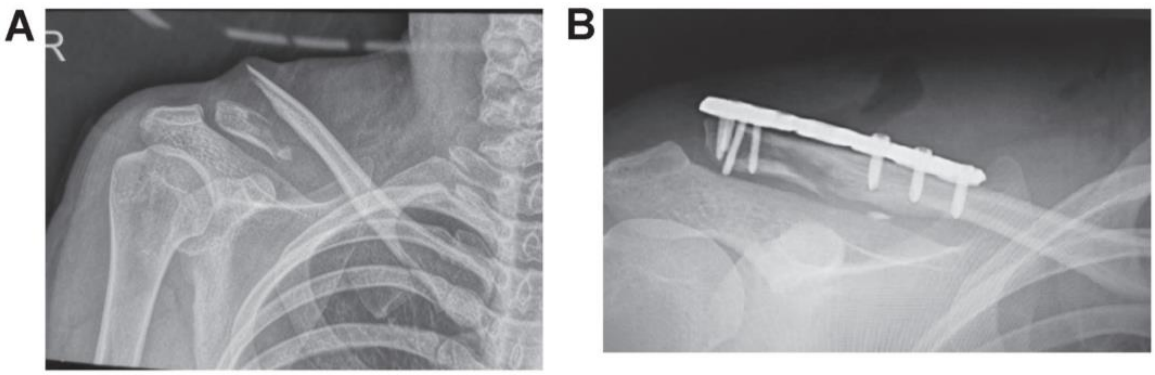


Obrázek 9. Indikace k chirurgické léčbě: A – zkrácení větší než 2 cm, B – dislokace bez kontaktu větší než 2 cm, C – porušení kůže, D - přidružené ipsilaterální sériové fraktury žeber, E – plovoucí rameno (Waldmann, Benninger a Meier, 2018).

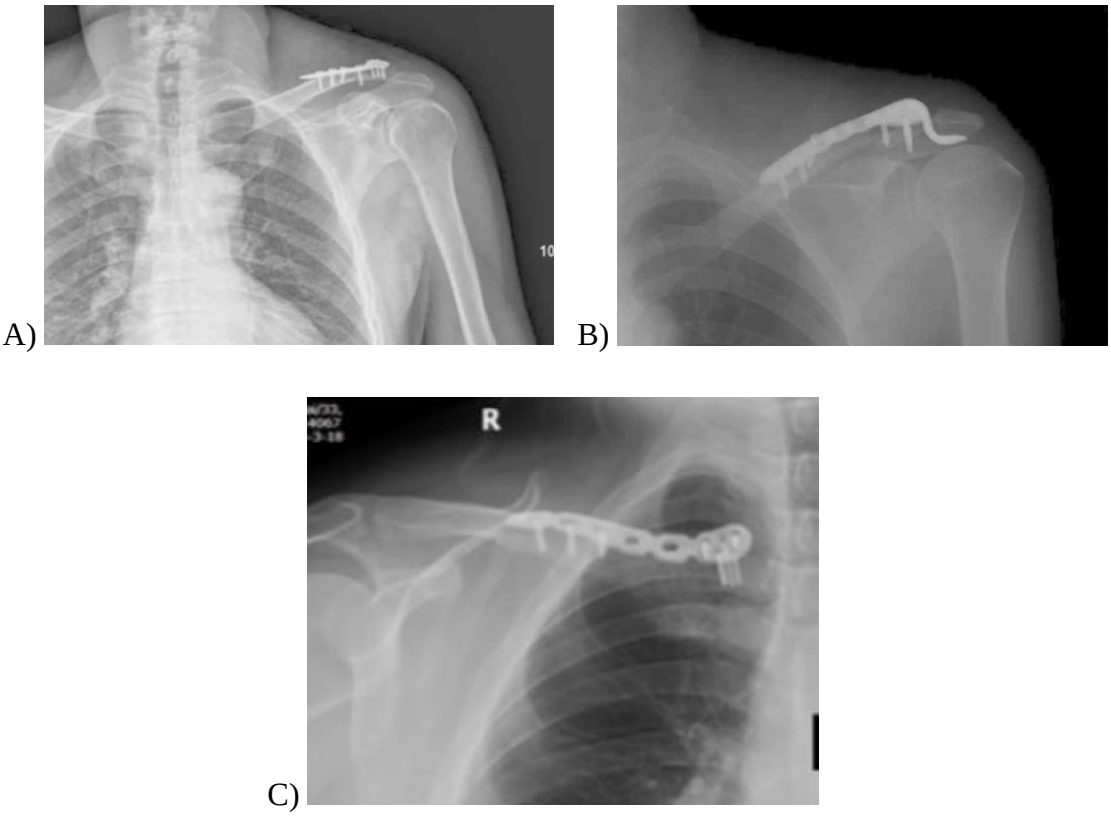
Otevřenou repozici a vnitřní fixaci lze provést nitrodřeňovou osteosyntézou nebo dlahovou fixací (Basamania, Matzkin a Bal, 2006).

2.5.4.2.1 Dlahová fixace

Dlahových fixací se používá několik druhů, patří mezi ně např. LCP dlaha, distální klavikulární anatomicky tvarovaná dlaha, klavikulární hook-plate, T-dlaha, vertikální dlahová fixace (Li, Wu, Jiang, Han, Chen a Yu, 2020). Pacient je při operaci umístěn do Fowlerovy polohy a fraktura je odhalena pomocí šikmého řezu. Následně je rozříznut m. platysma ve směru svých vláken a operatér hlídá, aby nedošlo k poškození větví n. supraclavicularis. Periost je šetrně odstraněn z horního povrchu klavikuly pro umístění dlahy. Poté se navrtají otvory a umístí šrouby, přičemž nesmí dojít k poranění v. a a. subclavia a hrudní dutiny. Nevýhodou této metody je, že vyžaduje další operaci k odstranění dlahy, pokud po zhojení fraktury dráždí kůži (Basamania, Matzkin a Bal, 2006).



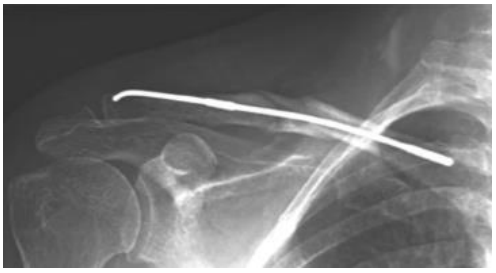
Obrázek 10. Uzavřená fraktura laterální části pravé klavikuly. A – předoperační RTG snímek ukazující frakturu typu II dle Graigovy klasifikace, B – RTG snímek 3 dny po operaci, fraktura byla fixována anatomicky tvarovanou dlahou (Li, Wu, Jiang, Han, Chen a Yu, 2020).



Obrázek 11. A) T-dlaha, B) klavikulární hook plate, C) LCP dlaha (Li, Wu, Jiang, Han, Chen a Yu, 2020; Liu, Zhang, Tian a Kan, 2019).

2.5.4.2.2 Nitrodřeňová osteosyntéza

Pro nitrodřeňovou osteosyntézu se užívá nitrodřeňový šroub, jehož je rovněž více druhů. Jedním z nich je elastický nitrodřeňový hřeb (ELIN), který má v porovnání s dlahovou fixací menší incizi, kratší operační čas a je u něj menší riziko re-fraktury. Naopak významné rozdíly se nevyskytují v obnově funkce paže či špatného zhojení kostí (Ullah et al., 2020). K nitrodřeňové osteosyntéze se dále používají Kirschnerovy dráty. Na úrovni fraktury je v ose klavikuly proveden řez a po dosáhnutí fraktury je otevřen intramedulární kanál úzkým vrtákem. Poté je do otvoru zaveden Kirschnerův drát (o průměru 2-3 mm), který nejprve projde laterální částí kosti a poté mediální (technika in-out). Používají se i jiné druhy hřebů, ale optimální chirurgická technika pro léčbu fraktury klavikuly stále nebyla objasněna (Coppa, Dei Giudici, Cecconi, Marinelli a Gigante, 2017).

A)  B)

Obrázek 12. A) elastický nitrodřeňový hřeb (ELIN), B) Kirschnerovy dráty (Coppa, Dei Giudici, Cecconi, Marinelli a Gigante, 2017; Ullah et al., 2020).

2.6 Kostní hojení

Zlomenina kosti představuje strukturální selhání primárního nosného aparátu těla, nicméně jejím unikátním biologickým aspektem je schopnost hojení. Kosti v těle jsou schopny se zahojit bez vnějšího zásahu (Bartel, Davy a Keaveny, 2006). Při narušení kontinuity kosti je však pro úspěšné a přesné zhojení důležité zachování dvou hlavních principů, a to biomechanického, což znamená dostatečně stabilní fixaci, a biologického, dostatečné cévní zásobení. Za těchto podmínek může probíhat kostní hojení. V závislosti na míře stability fixace probíhá dvěma způsoby (Koudela a kol, 2004).

2.6.1 Primární kostní hojení

Při primárním hojení naléhají fragmenty kosti těsně na sebe a je zajištěno absolutní znehybnění. U tohoto typu hojení rozlišujeme kontaktní a štěrbinové kostní hojení. Aby došlo

k tomuto typu hojení, je potřeba docílit tzv. absolutní stability fragmentů a té dosáhneme kompresní osteosyntézou (tahový šroub, kompresní dlaha) (Koudela a kol, 2004).

2.6.2 Sekundární kostní hojení

Tento typ hojení je běžný způsob kostního hojení v každodenním životě. Jedná se o komplexní čtyřfázový proces, ve kterém na sebe vzájemně působí několik faktorů, mezi nimi například aktivita buněk, mechanické a biochemické signály a další. Sekundární hojení se odehrává ve třech fázích (Koudela a kol, 2004).

2.6.2.1 Zánětlivá fáze

Začíná zánětlivou odpovědí a tvorbou hematomu. Když dojde k fraktuře, dochází k poškození kosti, cév a měkkých tkání v jejím okolí. V důsledku poškození cév se dané místo stává hypoxickým a to způsobuje nekrózu buněk, která následně vede k zánětlivé reakci organismu. Do oblasti fraktury migrují zánětlivé buňky, leukocyty a makrofágy spolu s fibroblasty a mesenchymálními buňkami, což vede k vývoji granulační tkáně ve 3.-7. dni po zlomenině (Ghiasi, Chen, Rodriguez, Vaziri a Nazarian, 2019; Wang, Yang a Wang, 2017).

2.6.2.2 Reparativní fáze

Po počáteční fázi se za 2-4 týdny z granulační tkáně vytvoří chrupavčitý měkký svalek. Po 2-4 měsících se tato formace vyvine na tvrdý kostnatý svalek obklopující celou linii lomu kosti. Tuto část sekundárního kostního hojení nazýváme reparativní fází. Dochází k diferenciaci mesenchymálních buněk na osteoblasty (ve větší vzdálenosti od fraktury) a chondrocyty (v centrální části fraktury), jenž produkují chrupavku k mechanické stabilizaci fraktury. Následně tyto chondrocyty dozrávají, hypertrofují a začínají kalcifikovat a vzniká měkký svalek. Při vzniku kostnatého svalku dochází k enchondrální osifikaci, která se děje pomocí osteoblastů migrujících do míst, kde cévy vstupují do chrupavčitého svalku a produkují vláknitou kost. Když dojde k přemostění štěrbiny fraktury kostnatým svalkem, považujeme to za klinické zhojení kosti (Ghiasi, Chen, Rodriguez, Vaziri a Nazarian, 2019; Wang, Yang a Wang, 2017).

2.6.2.3 Remodelační fáze

V poslední fázi se osifikovaný svalek restrukturalizuje po dobu několika měsíců (až roku) až do dosažení konečné podoby, která připomíná původní morfologii kosti. Nepotřebné nebo špatně umístěné části kosti jsou absorbovány pomocí aktivity osteoklastů a vlivem osteoblastů je formována lamelární kost originálního tvaru a síly (Ghiasi, Chen, Rodriguez, Vaziri a Nazarian, 2019; Wang, Yang a Wang, 2017).

2.7 Rehabilitace u pacientů po fraktuře klavikuly

Rehabilitace po fraktuře klavikuly je indikována téměř okamžitě po začátku léčby bez ohledu na to, o jaký způsob léčby se jedná (Basamania a Rockwood, 2017). Vzhledem k tomu, že je klavikula důležitou komponentou pletence horní končetiny a pro jeho kineziologii hraje významnou roli, rehabilitace se zaměřuje na pletenec jako celek. Kolář et al. (2012, 480) uvádí, že „hlavním cílem rehabilitačního programu je znovuobnovení funkční stability, resp. plné hybnosti v ramenním kloubu. Snažíme se o to nejen cvičením stabilizace a rozsahu pohybu, ale i snižováním nocicepce.“.

Na to, jaký je nejefektivnější způsob léčby, do této doby nebyl proveden dostatek odborných studií, a proto stále zůstává otázkou, jakou terapii po fraktuře klavikuly zvolit. V odborných textech se setkáváme s různou délkou doby imobilizace i způsobu funkční rehabilitace a jaké tyto dva aspekty mají dopad na klinické výsledky léčby, popřípadě v jakém poměru by se měly v terapii objevit (Catapano, Hoppe, Henry, Nam, Robinson a Wasserstein, 2019).

2.7.1 Rehabilitace v období imobilizace

Pokud pacient neutrpěl ještě jiná zranění, začíná v první fázi s posilovacími cviky dolní poloviny těla a také je doporučováno použití rotopedu či jiné stabilní pomůcky v aerobním zatížení pro udržení celkové kondice. Okamžitě po úrazu je také vhodné zařadit cviky v zápěstí a loketním kloubu. Snažíme se o udržení rozsahu pohybu a síly úchopu (Basamania a Rockwood, 2017).

Pokud je imobilizace dosaženo pomocí ramenního závěsu, provádíme s pacientem izometrické posilování flexorů a extenzorů loketního kloubu (Hromádková a kol, 1999). Jakmile odezní akutní bolest, snažíme se o izometrické zapojení m. deltoideus a svalů rotátorové manžety (Basamania a Rockwood, 2017). Imobilizace ramenního pletence vede už po pár dnech k výraznému omezení rozsahu pohybu, a pokud je končetina držena v antalgické poloze, dochází k inhibici abduktorů glenohumerálního kloubu a dolních fixátorů lopatek. Dalšími značně omezenými svaly jsou zevní rotátory. Proto se snažíme o aktivaci všech těchto svalů již v době imobilizace (Kolář et al., 2012). Činíme tak například pomocí izometrických kontrakcí těchto svalů v různých polohách. Pacient se postaví bokem ke zdi, paži má u těla a tlakem vycházejícím buďto z abduktorů (tlak LOK) nebo ze zevních rotátorů (tlak zápěstí) aktivuje tyto svalové skupiny. Pacient se může postavit do různé vzdálenosti od

zdi, či dát paži do jiné polohy (například mírná flexe/extenze) a tím tento cvik modifikuje a zapojuje jiná svalová vlákna (ústní sdělení Mgr. Rostislav Skýpala).

Při imobilizaci osmičkovým obvazem můžeme aktivně cvičit nejen pohyby zápěstí a prstů, ale i loketního kloubu. Od 2. týdne zahrneme do terapie mírné pohyby ramenního kloubu s dopomocí, zejména do abdukce, jež udržuje reponované fragmenty klavikuly ve správném postavení. V této fázi terapie rovněž začínáme s mírnými kyvadlovými pohyby v ramenním kloubu. Pacientům je také doporučována aktivita ipsilaterální paže při těch ADL, které jsou možné při imobilizaci (Basamania a Rockwood, 2017).

Kolář et al. (2012, 478) uvádí, že v tomto období „je terapie zaměřená na zlepšení segmentové pohyblivosti krční a hrudní páteře, její napřímení a optimální nastavení pozice lopatky.“ Do ukončení imobilizace jsou s pacientem prováděna cvičení s kontrolovaným rozsahem pohybu do bolesti a bez zatěžování postižené paže. (Kolář et al., 2012).

2.7.2 Rehabilitace po ukončení imobilizace

Tato fáze je charakterizována snahou o postupné obnovení funkce ramenního kloubu po imobilizaci (Hromádková a kol, 1999). Terapie se v tomto období může lišit v závislosti na tom, zda se jedná o pacienta, který podstoupil konzervativní, či chirurgickou léčbu, nicméně Kolář et al. (2012) se na tuto skutečnost v terapii neohlíží. Při konzervativní léčbě fraktury klavikuly je plný rozsah pohybu v glenohumerálním kloubu povolen, jakmile odezní bolestivost pohybu. K tomu ve většině případů dochází po 4-6 týdnech léčení. V této době od úrazu je zároveň povoleno postupně zatěžovat danou končetinu, rovněž se řídíme pacientovou bolestí (Basamania a Rockwood, 2017).

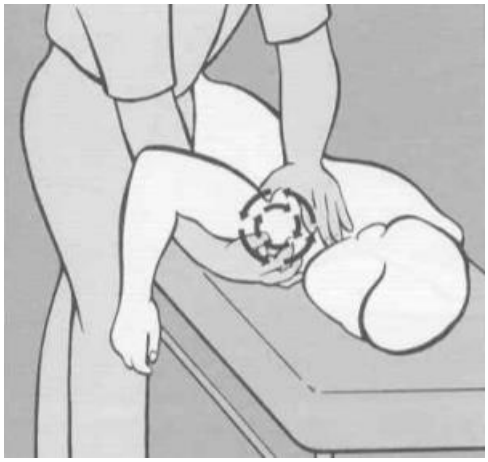
Pacienti by se měli v prvních 4-6 týdnech od úrazu vyvarovat zvedání objektů těžších než 2 kg (Khodaee, Waterbrook a Gammons, 2020).

Pokud se v terapii setkáme s pacientem, který podstoupil chirurgickou léčbu, je vhodné ošetřit jizvu po jejím provedení. Pokud by jizvě nebyla věnována pozornost, mohlo by dojít ke změnám protažitelnosti měkkých tkání v jejím okolí, což by mohlo vést k negativnímu ovlivnění hybnosti končetiny. Na jizvu aplikujeme “C“ a “S“ hmat, kterými se snažíme o uvolnění patologických bariér (Kolář et al., 2012).

Na začátku terapie používáme manuální techniky na měkké tkáně, které slouží k obnovení správné funkce a pohybu v ramenním pletenci. Jedná se zejména o úpony svalů při dolním a horním úhlu lopatky a při spina scapulae. Můžeme se rovněž pokusit o

mobilizaci AC a SC skloubení. Při mobilizaci AC skloubení používáme techniku ventrodorzálního a kraniokaudálního pružení a při mobilizaci SC je dle Lewita (2003, 182) „nejúčinnější mobilizační technika pomocí zkřížených rukou ve smyslu distrakce…“ (Kolář et al., 2012; Lewit, 2003; Sopu, Green a Molony, 2015).

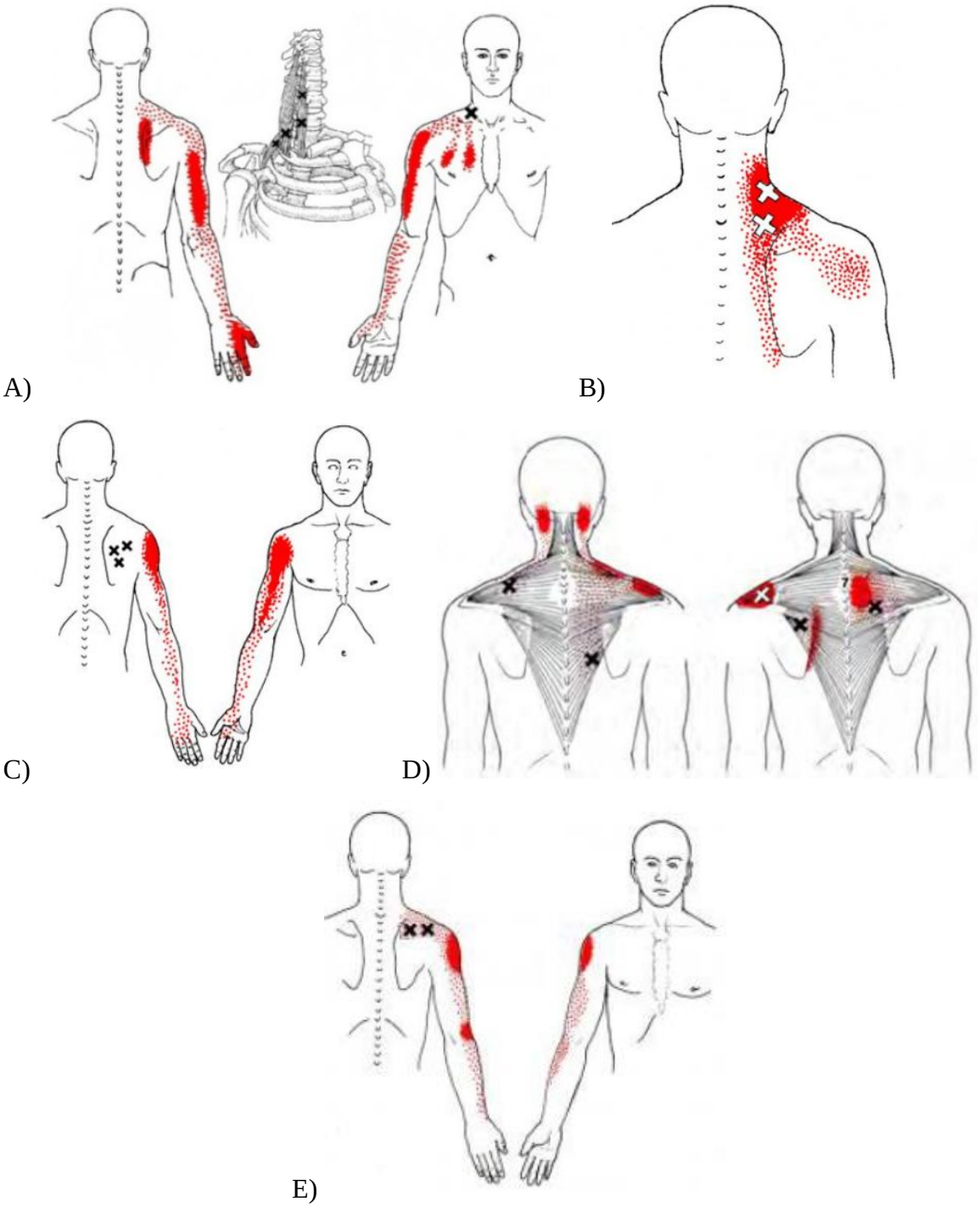
Dalším důležitým prvkem v terapii je mobilizace skapuly. Ta se volně pohybuje po zadní straně hrudníku pomocí mazných váčků a její mobilizace může být užitečná, pokud se v pohybu vyskytují odpory. Pacient leží na břiše s hlavou otočenou směrem k postižené končetině a terapeut uchopí oběma rukama lopatku z dorzální strany a rameno z ventrální strany a provádí krouživý pohyb. Ten vychází z trupu terapeuta a obě jeho končetiny se pohybují jako celek (Lewit, 2003).



Obrázek 13. Mobilizace skapuly (Lewit, 2003).

Pro mobilizaci měkkých tkání, kdy se snažíme ovlivnit funkční omezení kloubní pohyblivosti, slouží například metoda **postizometrické relaxace (PIR).** Tato funkční omezení souvisí s přítomností tzv. spoušťových bodů (trigger points – TrPs), které způsobují přenesenou bolest a které jsou hlavní příčinou blokád, jež se snažíme mobilizovat. Postup PIR se skládá ze čtyř kroků. Nejprve dosáhneme předpětí ve směru mobilizace, pacient zde klade velmi malý odpor proti směru mobilizace po dobu minimálně pěti sekund a následně na povel “uvolněte“ pacient relaxuje a dochází k fenoménu uvolnění. Bariéra se posouvá a ze získaného postavení můžeme proces opakovat. Metodu PIR používáme na svaly, které vykazují zvýšené napětí a přítomnost TrPs. U stavů po fraktuře klavikuly to bývají zpravidla svaly v oblasti ramenního pletence, konkrétně svaly rotátorové manžety (zejména m. supraspinatus a m. infraspinatus), m. pectoralis major et minor, m. trapezius, m. levator

scapulae, ale také m. sternocleidomastoidues nebo skalenové svaly (Kolář et al., 2012; Lewit, 2003).



Obrázek 14. Umístění spouštěcího bodu ve svalu a místo jeho přenesené bolesti, A) mm. scaleni, B) m. levator scapulae, C) m. infraspinatus, D) m. trapezius, E) m. supraspinatus (převzato z https://fibromyalgik.webnode.cz/news/trigger-points-spoustove-body/)

Při snaze obnovit pohyblivost v ramenním pletenci, zejména pak ve scapulothorakálním spojení, je na svaly v okolí lopatky vhodné použít také metodu

proprioceptivní neuromuskulární facilitace (**PNF).** Technika PNF funguje na principu facilitace, kdy pomocí různých facilitačních postupů (manuální kontakt, verbální stimulace, zraková stimulace, optimální odpor, timing a další) pacientovi pomáháme získat výkonnou motorickou funkci, zvýšit motorickou kontrolu, zlepšit koordinaci, stabilitu v segmentu, zvýšit efektivitu pohybové funkce nebo snížit míru únavy. PNF pracuje s pohybovými vzory/diagonálami. Bastlová (2018, 19) udává, že „vzory vždy kombinují pohyby ve všech třech rovinách pohybu, což reprezentuje vysokou úroveň koordinace.“ (Bastlová, 2018; Kolář et al., 2012).

Z facilitačních technik PNF můžeme začít s rytmickou stabilizací či zvratem antagonistů (neboli stabilizačním zvratem). Oběma těmito technikami se snažíme o zvýšení stability a zlepšení koordinace pohybu. Rytmická stabilizace pracuje s izometrickou kontrakcí všech svalů segmentu, nejprve agonistů a poté antagonistů, bez relaxace. Tuto stabilizaci provádíme v jakékoliv části diagonály a povel pro pacienta zní „nenechte se sebou pohnout“. Terapeut odporuje snaze pacienta bez změny úchopu (Bastlová, 2018).

Stabilizační zvrat se od rytmické stabilizace liší v typu kontrakce svalových skupin. V této technice se jedná o stabilizačně-izotonickou kontrakci proti odporu terapeuta. Povel pro pacienta zní „tlačte proti mně“ a úchop terapeuta se mění v závislosti na směru aktivity pacienta. Jakmile pacient drží tlak v jednom směru, terapeut změní kontakt do opačného směru a pacient opět tlačí proti odporu (Bastlová, 2018).

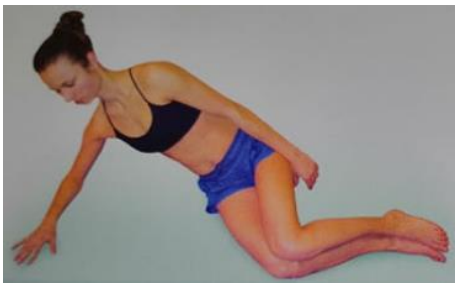
Mezi další často používané facilitační techniky PNF patří rytmická iniciace, kombinace izotonických kontrakcí, stretch, dynamický zvrat a další. Cíli těchto metod jsou mimo jiné zvýšení aktivního rozsahu pohybu, relaxace, prevence nebo snížení únavy, zlepšení vnímání pohybu, úprava rychlosti provedeného pohybu (Bastlová, 2018).

Techniky na stabilizaci a koordinaci pohybu facilitují zapojení svalů rotátorové manžety, jenž jsou pro funkci ramenního pletence důležité. Kontrolovanou aktivaci rotátorové manžety se stabilizací lopatky můžeme posilovat cvičením s therebandem či gumou. Těmito cviky klademe důraz na koncentrické a excentrické kontrakce svalů ramenního pletence, zejména při pohybech do vnitřní a zevní rotace a do abdukce a addukce. Pacient drží theraband před tělem v obou horních končetinách a LOK je v 90° flexi. Poté aktivuje zevní rotátory RAK, LOK drží u těla a celá předloktí se pohybují směrem od sebe. Při zpátečním pohybu se jedná o excentrické zapojení těchto svalů (Reinold, Escamilla a Wilk, 2009).

A) B)

Obrázek 15. Posílení zevních rotátorů RAK, A) výchozí poloha cviku, B) konečná poloha cviku (Nižňanská, 2010).

Zevní rotátory můžeme posilovat rovněž v uzavřených kinematických řetězcích, a to mimo jiné ve cvičeních z konceptu **dynamické neuromuskulární stabilizace (DNS)**. Metoda DNS ovlivňuje funkci svalu v jeho posturálně lokomoční funkci. Pro nácvik stabilizace lopatky a zapojení zevních rotátorů RAK slouží cvičení přechodové fáze z polohy lehu na boku do polohy nízkého šikmého sedu s oporou o loket. Zatěžování je doporučeno okolo 6. týdne od úrazu, a to také pokud se jedná o chirurgickou léčbu (Kolář et al., 2012; Zhou et al., 2019).

A) B) 

Obrázek 16. A) Leh na boku – výchozí poloha, B) nízký šikmý sed – konečná poloha (převzato z https://www.rehabps.com/REHABILITATION/PostersCZ.html)

Při imobilizaci paže dochází ke zkrácení či oslabení svalů v okolí axilly. Proto po jejím skončení provádíme k ošetření zkrácených svalů (zejména m. biceps brachii, m. pectoralis major et minor, m. levator scapulae) techniky měkkých tkání či jiný způsob pro jejich uvolnění, např.: metody založené na neurofyziologickém podkladě (PNF). Pacienta

můžeme rovněž naučit v rámci autoterapie statický stretching daných svalových skupin. K oslabeným svalům řadíme kromě již výše zmíněných zevních rotátorů také m. triceps brachii. Z počátku se v terapii snažíme o jejich aktivaci ve fázickém pohybu. Pro stabilizaci ramenního pletence se doporučuje použít také funkční taping. (Janda, 1996; Kolář et al., 2012).

Obrázek 17. Taping pro stabilizaci AC skloubení (Helgeson a Stoneman, 2014).

Dále je do terapie zařazeno pasivní nebo terapeutem asistované cvičení na zvětšení rozsahu pohybu v RAK do bolesti, postupně je přidáváno aktivní cvičení, např. pacient provádí "chůzi" prsty po zdi a postupnou flexi či abdukci v RAK, nebo uchopí do obou rukou tyč a dopomáhá si pohybem zdravé končetiny ke zvětšení rozsahu pohybu zraněné. Další variantou cvičení za zvýšení rozsahu pohybu je cvik, kdy pacient sedí na židli čelem k lehátku nebo stolu, zraněnou končetinu má položenou na lehátku (stole) na overballu a následně pohybem trupu směrem vpřed sune paži na overballu po podložce a tím zvětšuje flexi v RAK. Případně, pokud se otočí bokem k podložce, zvyšuje pohybem rozsah do abdukce. Jedná se o trikové zvětšování rozsahu pohybu (ústní sdělení Mgr. Rostislav Skýpala; Kolář et al., 2012).

Do terapie řadíme také kyvadlové pohyby prováděné v různých pozicích (pacient například opisuje rukou pomyslnou "osmičku") a statické posilovací cvičení. Snažíme se o zvýšení síly svalů v oblasti ramenního pletence. Ze začátku nám k tomuto poslouží zapojení daných svalů pomocí izometrických kontrakcí, analytické cvičení podle svalového testu a můžeme rovněž zařadit některé techniky PNF. Pro zvýšení svalové síly slouží například kombinace izotonických kontrakcí, opakovaná kontrakce, dynamický zvrat, stabilizační zvrat a další. Ze cvičení v otevřených kinematických řetězcích přecházíme postupně na cvičení

v uzavřených kinematických řetězcích (pozice v kliku) se zatěžováním zraněné končetiny a pomalým a postupným zvětšováním tohoto zatížení. Při nácviku zátěže zraněné horní končetiny můžeme použít také tlaku do labilních ploch jako overball, měkký molitan, čočka a podobně (Bastlová, 2018; Ronchetti, Welch, Smith a Blair, 2016; Kolář et al., 2012).

Cvičení v uzavřených kinematických řetězcích je důležité pro stabilizaci ramenního pletence a slouží také jako nácvik kokontrakce svalových skupin. S pacientem můžeme cvičit například vzpor na předloktích či rukách a podle potřeby je možno tyto cviky modifikovat přidáním nestabilních ploch, vyvýšených ploch, posturomedu a podobně. U vzporu na předloktí je výchozí polohou klek na kolenou s oporou o špičky, kolena a předloktí, osa těla vede středem pánevního dna, šíje a temene. Kolena jsou od sebe na vzdálenost kyčlí nebo mírně větší, lokty mírně před rameny, předloktí s náznakem vnitřní rotace v lehce se sbíhající pozici. U cvičení by měl pacient cítit výraznou aktivitu a pevnou oporu v RAK a zároveň vnímat tendenci k rozšíření ramen. Dalším krokem je aktivní náklon pacienta směrem nad předloktí a zpět či do stran. Vzpor na rukách je mírně náročnější verzí tohoto cviku (Švejcar a Šťastný, 2013).

Obrázek 18. Vzpor na předloktích (Švejcar, Šťastný, 2013).

V závěrečných fázích terapie pacient provádí plyometrická cvičení (střídající se akceleračně-decelerační aktivita, například házení míčů proti zdi), cílená cvičení na svaly ramenního pletence a specifické pohyby paže potřebné k její plné funkčnosti (Kolář et al., 2012).

Ve studii, kterou provedli Zhou, Li, Yang, Li, Zhang, Zhang, Huang a Xu (2019) je fyzioterapeutická léčba po operačním zákroku zahájena dva týdny po výkonu. Jedná se o

cvičení aktivního rozsahu pohybu, opět jsou doporučeny kyvadlové pohyby paže. Pacient by neměl provádět abdukci paže nad horizontálu a zatěžovat postiženou horní končetinu minimálně 6 týdnů. Zvedání těžkých břemen a kompletní návrat ke všem aktivitám je pacientům povolen až po úplném zhojení fraktury.

U pacientů s frakturou mediální třetiny klavikuly, kteří podstoupili chirurgickou léčbu (přesněji dlahovou fixaci LCP dlahou), je následná fyzioterapeutická péče zahájena tři týdny po operačním výkonu a imobilizaci končetiny. Liu, Zhang, Tian a Kan (2019) ve své studii uvádí, že terapie se skládá hlavně z pasivních a aktivních pohybů paže, zejména do flexe a elevace a že pacienti podstupující tuto terapii byli schopni dosáhnout plného rozsahu pohybu v postiženém ramenním pletenci během dvou měsíců od operace. Do čtyř měsíců od operace byl možný návrat všech ADL i pracovních činností.

Hromádková a kol. (1999) uvádí rozpracovaný metodický postup cvičení při rehabilitaci v oblasti pletence horní končetiny. Jako první bychom se měli snažit o uvolnění svalů v okolí glenohumerálního skloubení a dosáhnout tak co možná největšího rozsahu pohybu.

Dále dle Hromádkové a kol. (1999, 18): „cvičíme elevaci a depresi ramenního kloubu, obě rotace s nataženou paží, přecházíme na šetrnou aktivní flexi, abdukci a obě rotace.“ Měli bychom se vyvarovat addukce paže v pooperačním období. Poté, co dojde k uvolnění všech pohybů v poloze na zádech, se zaměříme na zvýšení svalové síly. V tomto případě se jedná o posílení pomocí izometrických kontrakcí proti minimálnímu odporu a pomocí aktivních pohybů.

Při rehabilitaci pacienta můžeme využít také jiné polohy, a to na vleže na boku, na břiše nebo vsedě (Hromádková a kol, 1999).

2.7.3 Rehabilitace aktivně sportujících pacientů

Pro pacienty, kteří se před úrazem aktivně věnovali sportovní činnosti nebo jsou profesionálními sportovci, má rychlá konsolidace kosti stěžejní význam. Po konzervativní léčbě je návrat k dané sportovní aktivitě omezen časem, po který kost srůstá, rozsahem pohybu v rameni a svalovou silou svalů pletence horní končetiny, a proto je jejich návrat k tréninku opožděn o dobu, která je potřebná ke správnému zhojení fraktury (van der Ven, Timmers, Broeders a Olden, 2019). Obecně se má za to, že rozsah pohybu v ramenním kloubu by měl být omezen na maximálně 90° flexe a abdukce, pokud pacient podstoupil jakoukoliv

operační léčbu (Basamania a Rockwood, 2017). Tomuto tvrzení však odporuje studie van der Vena a kol., která uvádí, že pokud pacient podstoupí chirurgickou léčbu, paže může být zvedána nad úroveň horizontály okamžitě po operaci a je možné ji používat v aktivitách denního života, díky rychlé úlevě od bolesti, a proto bývá u aktivních sportovců preferována tato varianta léčby (van der Ven, Timmers, Broeders a Olden, 2019).

Po imobilizaci v ramenním závěsu, která by u těchto pacientů měla trvat maximálně jeden týden, se začíná s fyzioterapií. Terapie se ze začátku zaměřuje zejména na práci s lopatkou. Snažíme se o aktivaci mm. rhomboidei, čímž dochází k addukci a také rotaci angulus inferior scapulae mediálně. Dále bychom měli zabránit oslabení m. serratus anterior, aby lopatka správně naléhala na hrudní stěnu a byla tak stabilizována pro další aktivity paže. Po dvou týdnech od operace je u pacientů možno větší zatížení končetiny a také je povolen plný aktivní rozsah pohybu v pletenci. K tomu je zapotřebí mobilita skloubení pletence (AC skloubení, sternoclaviculární skloubení), glenohumerálního kloubu, sternocostální skloubení 1. a 2. žebra a krčního úseku páteře. Po zhojení fraktury se proto zaměříme na mobilizaci výše uvedených kloubních spojení (van der Ven, Timmers, Broeders a Olden, 2019).

Profesionální cyklisté, kteří podstoupili tuto rehabilitační péči, se vrátili k soutěžení po třech týdnech od operace (van der Ven, Timmers, Broeders a Olden, 2019). Nicméně Basamania a Rockwood (2017) uvádějí, že sportovci, kteří se věnují bezkontaktním sportům, se mohou navrátit k soutěžení po dosažení plného rozsahu pohybu, svalové síly a po vytvoření svalku, což se zpravidla děje až 6 týdnů po fraktuře.

2.7.4 Terapie po fraktuře klavikuly bez imobilizace

Lädermann, Abrassart, Denard, Tirefort, Nowak a Schwitzguebel (2017) ve své studii zkoumali efekt okamžité mobilizace postižené končetiny u pacientů, kteří podstoupili chirurgickou léčbu, na kompletní funkční zotavení. Do studie byli zahrnuti jak pacienti s akutní frakturou, tak ti, u kterých nedošlo ke zhojení fraktury konzervativně a chirurgická léčba byla u nich až druhotným řešením. Tito pacienti podstoupili otevřenou repozici fraktury a vnitřní fixaci LCP dlahou.

Po operačním výkonu jim byl povolen okamžitý pohyb postiženou končetinou a nebyla předepsána žádná fyzioterapeutická péče. Pacienti se směli vrátit k ADL a provádět aktivní rozsah pohybu a pokud možno omezit zatěžování končetiny, které by vyvolávalo na stupnici 0-10 (0 = žádná bolest, 10 = maximální bolest) bolest rovnou nebo větší než 4. Plné

zatěžování operované končetiny bylo povoleno 6 týdnů po operaci. Fyzioterapie byla indikována pouze v případě, kdy po 6 týdnech od zákroku nedošlo k navrácení plného rozsahu pohybu a svalové síly. K tomuto stavu došlo u 26 % pacientů s akutní frakturou a 55 % pacientů s druhotně indikovanou chirurgickou léčbou. Všichni účastníci studie následně dosáhli plného rozsahu pohybu a navrátili se k pracovním, sportovním a volnočasovým aktivitám (Lädermann, Abrassart, Denard, Tirefort, Nowak a Schwitzguebel, 2017).

Zdá se tedy, že imobilizace postižené končetiny po chirurgickém zákroku není vždy potřebná a fyzioterapie nemusí být indikována u všech pacientů. To může mít za následek snížení finančních nákladů na léčbu a také kratší čas funkčního zotavení. Tento způsob terapie fraktury klavikuly může být bezpečně doporučen oběma výše zmíněným skupinám pacientů (Lädermann, Abrassart, Denard, Tirefort, Nowak a Schwitzguebel, 2017).

2.7.5. Fyzikální terapie po fraktuře klavikuly

Dle Navrátila (2019, 43) je cílem fyzikální terapie „zvyšování a mobilizace obranných a autoreparačních možností organizmu působící proti chorobnému procesu.“ V rehabilitaci po fraktuře klavikuly můžeme využít metod, které nejsou kontraindikovány pro takovýto stav, zejména pokud pacient prodělal chirurgickou léčbu a fragmenty kosti byly reponovány pomocí kovové dlahy či drátu. Kovové předměty v místě aplikace či v proudové dráze jsou jednou z obecných kontraindikací. U konzervativně řešených fraktur je pole možností FT větší.

- **Ultrazvuk** – pulzní ultrazvuk nízké intenzity (0,5 – 50 mW/cm2) je často používán ke stimulaci a urychlování procesu kostního hojení po frakturách. Pokud je aplikován v místě kosti, která není po fraktuře zhojená, jeho účinky se projevují formováním svalku a zmenšením symptomů špatného hojení (Bawale, Segmeister, Sinha, Shariff a Singh, 2020). Dalšími významnými účinky jsou disperzní (hojení hematomů), antiedematózní, myorelaxační (Navrátil, 2019).
- **Magnetoterapie** – mezi klinicky prokazatelné účinky magnetoterapie patří hojení zpomalené konsolidace kostí a rovněž nastartování hojení pakloubů. U traumatologických pacientů by měla být terapie zahájena co možná nejdříve z důvodu zabránění rozvoji edému. Pokud je již přítomen, můžeme tímto dosáhnout jeho redukce. Používáme nízkofrekvenční pulzní magnetoterapii. U tohoto druhu FT neplatí obecná kontraindikace kovových předmětů v místě aplikace (Navrátil, 2019).

- **TENS** – nejčastěji je používán konvenční (kontinuální) TENS s fixní frekvencí za účelem poúrazové analgezie. Tento proud bývá velmi příjemně pacienty tolerován (Navrátil, 2019).
- **Diadynamické (DD) proudy** – využívá se kombinace DD proudů, tzv. koktejly. Nejběžnější z nich je DF2 + CP4 X LP6. Jedná se o 2 minuty DF proudu, jehož účinkem je analgezie, 4 minuty CP proudu s antiedematózním účinkem a po přepólování o 6 minut LP proudu. Ten má rovněž analgetický účinek a používá se za účelem zklidnění po předchozích proudech (Navrátil, 2019).
- **Galvanoterapie** – využívá k terapii stejnosměrný proud a svými účinky je vhodná pro stavy po traumatech s místním tkáňovým šokem, při zhmoždění svalů a vaziva. Dochází k polarizaci tkání, hyperémii, poklesu kožního odporu, eutonizaci a ovlivnění nervové dráždivosti (Navrátil, 2019).
- **Distanční elektroterapie** – jedná se o bezkontaktní elektroterapii, kdy na tělo pacienta působí indukované elektrické proudy vzniklé časově proměnným magnetickým polem, jehož zdrojem bývá cívka. Magnetické pole je však samo o sobě nevelké. Důležitá je proudová hustota indukovaných elektrických proudů, s jejímž narůstáním se zvětšují léčebné účinky. Mezi ně řadíme zejména snazší hojení zlomenin a tišení bolesti pohybového aparátu (Navrátil, 2019).

3 ČÁST PRAKTICKÁ

V praktické části je zpracována kazuistika pacienta po fraktuře klavikuly s konzervativním řešením.

3.1 Anamnéza

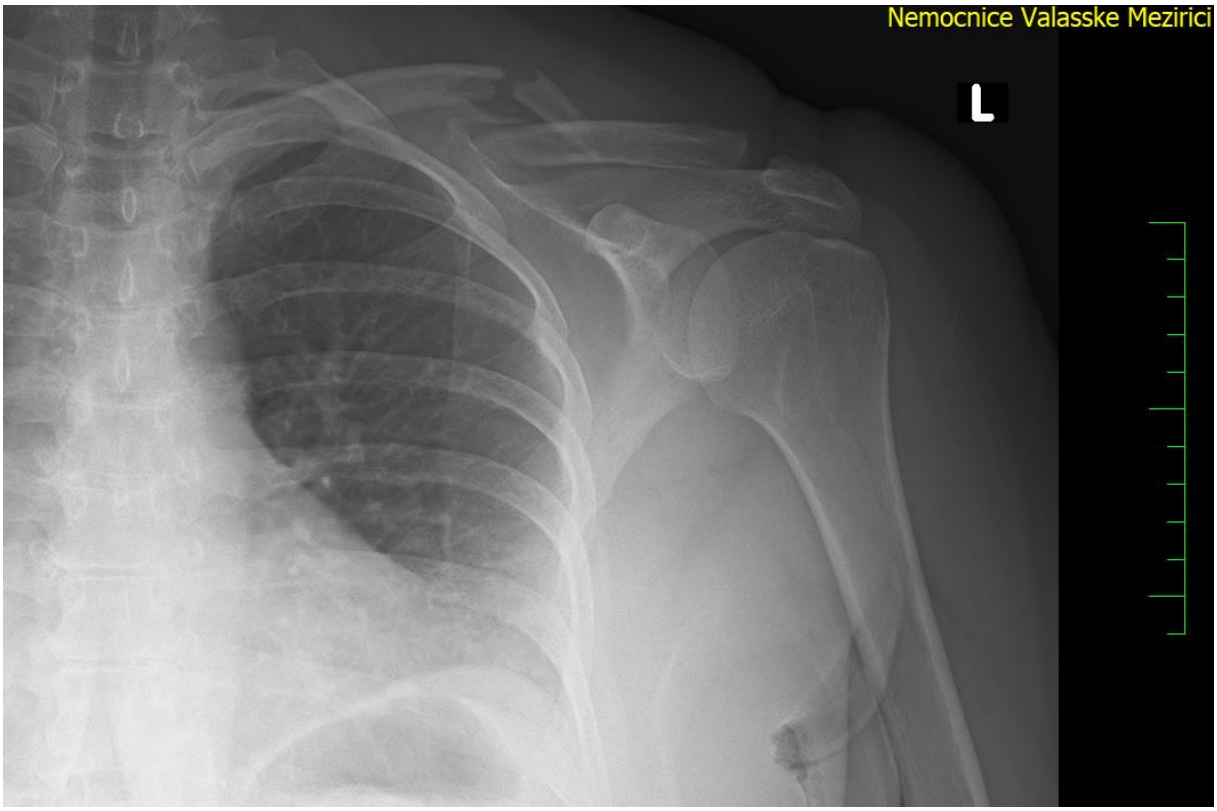
Pacientka L. P., narozena 1970, levák

OA: st.p. trombóze PDK, hypotyreóza

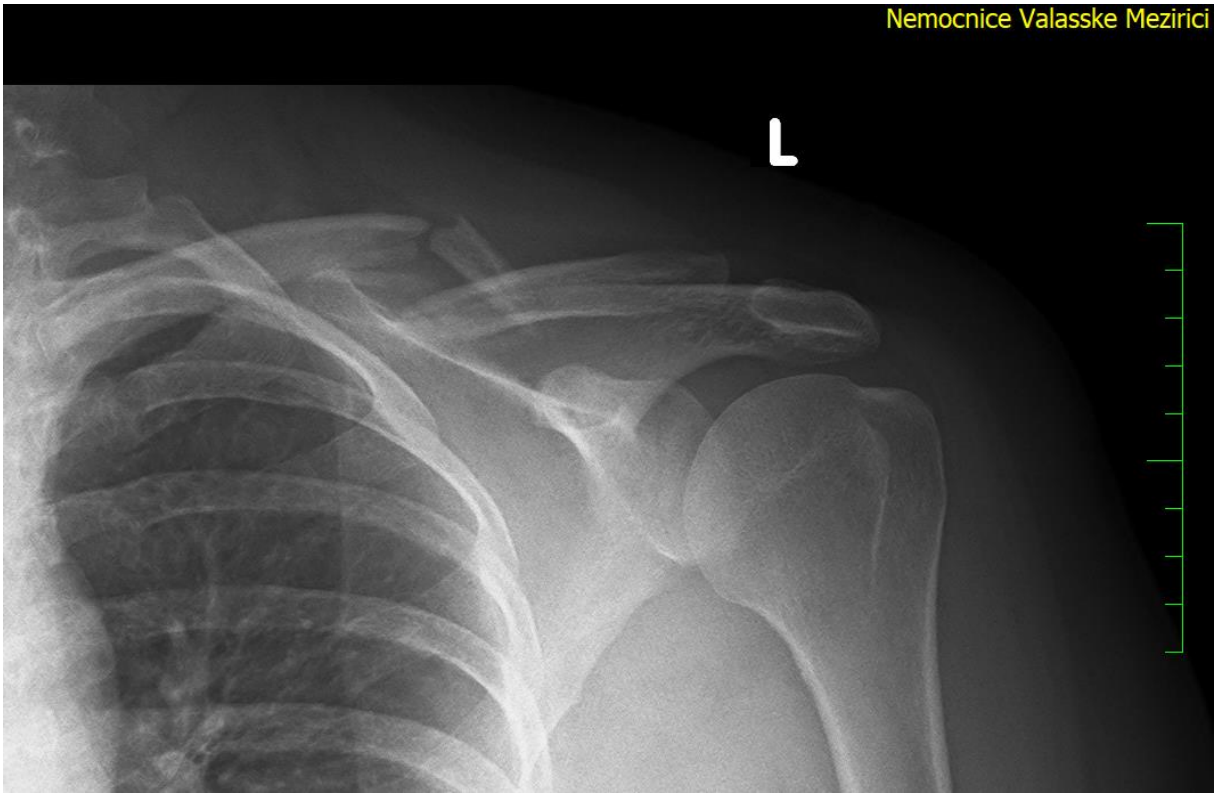
PA: pracuje jako operátor výroby ve firmě ON – Semi, na pracovní neschopnosti od 30. 4. 2020

SA: žije s rodinou ve dvoupatrovém rodinném domě

Nynější onemocnění: Pacientka spadla dne 29. 4. 2020 ze schodů ve svém rodinném domě poté, co se jí pod nohy připletl pes. V tento den byla vyšetřena na chirurgické ambulanci v Nemocnici Agel ve Valašském Meziříčí, kde si stěžovala na bolest v oblasti levého RAK a hlavy. Provedené RTG vyšetření ukázalo frakturu střední částí levé klavikuly s vylomeným mezifragmentem délky 25 mm, dalším plošným mezifragmentem kaudálněji délky 20 mm, dále zkrácení cca 1,5 cm a posun periferie kaudálně o šířku kosti. Fraktura byla určena dle Robinsonovy klasifikace jako typ 2B1. Pacientka subjektivně udávala bolest celého ramenního pletence, pocit jako by něco držela a nebyla schopná zvednout paži, palpační bolest v oblasti fraktury, byl patrný otok celé klavikuly a držení paže v elevaci. Omezen rozsah pohybu do všech směrů. Pohyb v levém LOK mírně omezen a bolestivý, levé zápěstí bez omezení pohybu a síly, jemná motorika intaktní. Byly přiloženy Delbetovy kruhy na 4 týdny do 29. 5. 2020. Pacientce bylo doporučeno nezatěžovat LHK, používat v nejnutnějších ADL do bolesti a rovněž rozcvičovat loket. Dne 29. 5. byl proveden kontrolní RTG snímek, který ukázal stacionární postavení fragmentů. Pacientka začala 12. 6. 2020 docházet na rehabilitaci do Nemocnice Agel do Valašského Meziříčí, kde má předepsáno 6 individuálních cvičebních jednotek a 4 skupinové. Dále dochází na 10 procedur magnetoterapie. První tři individuální cvičební jednotky byly zaměřeny na pasivní i aktivní cvičení LHK na zvýšení rozsahu pohybu, ošetření měkkých tkání v oblasti ramenního pletence, zvýšení svalové síly, mobilizaci AC a SC skloubení. Skupinové cvičení mělo za cíl zapojit celou HK včetně prstů a zápěstí a LOK pomocí jednoduchých aktivních cvičení s pomůckami. Po těchto provedených terapiích u pacientky přetrvávaly bolesti, zejména na konci pohybu do horizontální addukce a flexe.



Obrázek 19. RTG snímek levého ramenního pletence pacientky L. P. ze dne 29. 4. 2020



Obrázek 20. RTG snímek levého ramenního pletence pacientky L. P. ze dne 29. 5. 2020

3.2 Kineziologické vyšetření

Pacientka byla vyšetřena dne 7. 7. 2020, tedy 9 týdnů po úrazu a 3 týdny po zahájení rehabilitační péče. V této době absolvovala polovinu individuálních i skupinových cvičebních jednotek a 6 procedur magnetoterapie.

Z aspekčního vyšetření bylo zepředu patrné, že levý ramenní pletenec a celá paže jsou kaudálněji oproti druhé straně. Oblast fraktury klavikuly byla oteklá, celá levá paže byla více rotována vnitřně oproti paži druhé a předloktí bylo téměř v pronačním postavení. Při pohledu z boku byla viditelná protrakce obou ramen, levostranně více prominující, dále chabé držení hlavy a prohloubená bederní lordóza. Aspekce zezadu ukázala postavení levé lopatky mírně níže a její mediální hrana lehce odstávala, při aktivní abdukci byla v pohybu opožděna oproti druhostranné. Dále byly patrné nesouměrné taile, vlevo menší. Pánev souměrná v neutrálním postavení, cristy i spiny ve stejné výšce. Infragluteální rýhy byly ve stejné výšce, rovněž tak infrapopliteální. Pacientka měla mírně valgózní postavení kolen. Palpačně byl patrný hypertonus m. pectoralis major a m. trapezius na levé straně. Ostatní svaly ramenního pletence v normotonu. Oblast fraktury byla palpačně bolestivá. Kůže izotermní a dobře posunlivá, stejně tak podkoží. Při vyšetření kloubní vůle bylo AC skloubení velmi zatuhlé s malou možností pohybu do všech směrů. V SC skloubení byla kloubní vůle rovněž omezená.

Vyšetření rozsahu pohybů v RAK, LOK a krční páteři:

Tabulka 1. Rozsah pohybu v RAK

RAK LHK	RAK PHK
Sa: 35 – 0 – 165/Sp: 40 – 0 – 170	Sa: 45 – 0 – 175/Sp: 45 – 0 – 175
Fa: 155 – 0 – 0/Fp: 160 – 0 – 0	Fa: 170 – 0 – 0/Fp: 170 – 0 – 0
Ra(F 90): 65 – 0 – 80/Rp(F 90): 70 – 0 – 80	Ra(F 90): 85 – 0 – 85/Rp(F 90): 85 – 0 – 85
Ta: 30 – 0 – 105/Tp: 30 – 0 – 110	Ta: 30 – 0 – 115/Tp: 30 – 0 – 120

Pohyby do abdukce a flexe byly prováděny se souhybem lopatky.

Tabulka 2. Rozsah pohybu v LOK

LOK LHK	LOK PHK
Sa: 0 – 0 – 130/Sp: 0 – 0 – 135	Sa: 0 – 0 – 140/Sp: 0 – 0 – 140

Pokračování tabulky

Ra(S 90): 90 – 0 – 90/Rp(S 90): 90 – 0 – 90	Ra(S 90): 90 – 0 – 90/Rp(S 90): 90 – 0 – 90

Tabulka 3. Rozsah pohybu v krční páteři

Hlava
Předklon: vzdálenost brada sternum – 1 cm
Ra: 60 – 0 – 55
Fa: 40 – 0 – 50

Svalová síla byla vyšetřena orientačně a v pravém RAK a LOK byla intaktní (dle Jandy stupeň 5). Pohyby v levém RAK zvládala pacientka proti slabému odporu, proti silnějšímu již nikoliv (dle Jandy stupeň 4) a pohyb do zevní rotace zvládla pouze proti minimálnímu odporu (3+). Síla svalů v oblasti LOK a lopatky byla intaktní.

Při vyšetření zkrácených svalů dle Jandy bylo patrné zkrácení stupně 1 u m. levator scapulae a dolních a středních vláken m. pectoralis major na levé straně. Vyšetření stereotypu pohybu do abdukce ukázalo na levé straně nefyziologickou elevaci RAK při začátku pohybu. Vyšetření odporovaných pohybů v RAK bylo ve všech pohybech (abdukce, flexe, zevní/vnitřní rotace) oboustranně bez bolesti. Při zkoušce šály levé HK pacientka dostala LOK na úroveň nosu, ale provedení bylo ke konci pohybu bolestivé. Na pravé straně bez bolesti a přesáhla osu těla cca o 4 cm.

Antropometrické vyšetření:

Tabulka 4. Délky LHK a PHK

Délka	LHK (v cm)	PHK (v cm)
HK	71	70
paže	32	31
paže a předloktí	53	52
předloktí	21	21
ruky	18	18

Tabulka 5. Obvody LHK a PHK

Obvod	LHK (v cm)	PHK (v cm)
paže relaxovaná	41	39
paže při kontrakci svalu	44	41
LOK	31	30
předloktí	29	28
zápěstí	17	17
přes hlavičky metakarpů	19	19

Neurologické vyšetření neodhalilo žádný deficit jak povrchového, tak hlubokého čití. Na PHK byla normoreflexie, na LHK patrná hyporeflexie tricipitového reflexu, jinak normoreflexie. Zkoušky provedené na n. medianus (zkouška mlýnku, zkouška lahve, zkouška kružítka), n. radialis (zkouška pěsti) a n. ulnaris (Fromentova zkouška, zkouška špetky) byly negativní.

3.3 Krátkodobý a dlouhodobý rehabilitační plán

Krátkodobý rehabilitační plán (KRP) ve zbývajících cvičebních jednotkách bude obsahovat aktivní cvičení LHK na zvýšení rozsahu pohybu do všech směrů dle SFTR, ovlivnění zkrácených svalů ramenního pletence (m. pectoralis major, m. trapezius, m. biceps brachii) či spoušťových bodů, ať už pomocí statického stretchingu či metody PIR. Dále můžeme zařadit mobilizaci AC a SC skloubení a lopatky. Pro zvýšení svalové síly LHK použijeme analytické cvičení, cvičení s pomůckami (theraband) nebo některé techniky PNF. KRP bude obsahovat také cvičení v uzavřených kinematických řetězcích pro nácvik stabilizace RAK a kokontrakce svalových skupin. Do KRP jsou rovněž zařazeny zbývající procedury fyzikální terapie (magnetoterapie).

Do **dlouhodobého rehabilitačního plánu (DRP)** je vhodné zařadit nácvik ADL, instruovat pacientku k pokračování cvičení doma a ukázat vhodné cviky na udržení rozsahu pohybu, silová a protahovací cvičení a trénink na udržení celkové kondice pacienta. Dále je pacientce doporučeno postupné zvětšování zátěže LHK do bolesti. V neposlední řadě DRP obsahuje návrat do pracovního procesu.

DISKUZE

Fraktura klavikuly je poměrně běžným zraněním. Setkáváme se s ní až u 44 % případů úrazu pletence horní končetiny. Většinou se jedná o dislokovanou frakturu a nejčastěji bývá postižena střední třetina kosti. Není totiž oproti zbývajícím dvěma třetinám fixována pevnými vazy, a proto je při úrazu náchylnější na poškození (Basamania a Rockwood, 2017; Kihlström, Möller, Lönn a Wolf, 2017).

Klavikula je považována za velmi důležitou komponentu ramenního pletence a její poranění má bezesporu negativní dopad na funkční stav celé končetiny. Její přispívání k pohybu celé paže je nejdůležitější funkcí klavikuly. Zdá se však, že pacienti, kteří nedosáhli plného zhojení kosti, dosahují po imobilizaci a rehabilitaci funkčních výsledků podobných době před úrazem. V poslední době se začíná u složitějších případů fraktury klavikuly prosazovat její chirurgické řešení a studie ukazují při tomto způsobu léčby větší pravděpodobnost na úplné zhojení kosti. To může nastat až několik měsíců po zákroku. Zatímco tři měsíce po úrazu je množství pacientů s nezhojenou frakturou klavikuly téměř totožné ve skupinách, které podstoupily chirurgickou léčbu (28 %) a konzervativní léčbu (27 %), 9 měsíců po úrazu je již množství pacientů s nezhojenou frakturou klavikuly výrazně nižší (0,8 %) u skupiny s chirurgickou léčbou než u skupiny s konzervativní léčbou (11 %) (Ahrens, Garlick, Barber a Tims, 2017; Alhakamy et al., 2018; Mughal, Shafiq, Javed a Amanullah, 2016).

Při úrazech klavikuly často dochází k jejímu zkrácení, což podle některých studií vede k poškození funkce v ramenním pletenci a ke sníženému rozsahu pohybu v tomto segmentu. Podobně se projevuje rovněž ztráta celé klavikuly, která je navíc doprovázena celkovou slabostí paže, jejím poklesem a sekundární bolestí způsobenou iritací brachiálního plexu (Basamania a Rockwood, 2017).

Také proto je velmi důležitá správná diagnostika těchto poranění, která může odhalit zkrácení kosti či dislokaci fragmentů, a může tak napomoci ke vhodné volbě léčby. Při diagnostice se spoléháme zejména na rentgenové snímky a v některých případech rovněž na CT vyšetření. To nám může napomoci k přesnému určení zkrácení kosti, které je poté indikací k chirurgickému řešení (nemusí však tomu tak být vždy, v kazuistice, která se v této práci nachází, měla pacientka zkrácení kosti o 1,5 cm a léčena byla konzervativně). Jako první si však při diagnostice všímáme klinického nálezu, který je mnohdy sám o sobě velmi vypovídající (Omid, Kidd, Yi, Villacis a White, 2016).

Mechanismus úrazu bývá přímý nebo nepřímý. Častěji se jedná o nepřímý, což znamená, že k úrazu došlo pádem na nataženou paži, či rameno. K takovéto situaci může dojít u velké spousty sportovních aktivit, ale také u dopravních nehod, pádů z výšky nebo u úrazů na pracovišti a doma. Zdá se, že frakturám klavikuly se nevyhne žádná věková kategorie, u mužů k ní průměrně dochází ve 45 letech, u žen v 62. U starší populace jsou příčinou spíše pády, u populace mladší je pravděpodobnější příčinou tohoto zranění úraz při sportovní aktivitě (Huttunen, Launonen, Berg, Lepola, Fellander-Tsai a Mattila, 2016; Žvák, Brožík, Kočí a Ferko, 2006).

Jak je již výše uvedeno, léčba fraktury klavikuly může být konzervativní, nebo chirurgická. Pro konzervativní léčbu je typické umístění postižené končetiny do ramenního závěsu, nebo použití osmičkového obvazu či delbetových kruhů (jedná se o stejný princip). Imobilizace by měla trvat 4 – 6 týdnů. U chirurgické léčby se jedná o otevřenou repozici a vnitřní fixaci, kterou lze provést dvěma základními způsoby, a to dlahovou fixací, či nitrodřeňovou osteosyntézou. Každý ze způsobů má svá pozitiva a negativa a jednotný způsob chirurgické léčby doposud nebyl stanoven. Zákrok, při kterém je použita dlahová fixace (používá se LCP dlaha, T-dlaha, hook-plate, distální klavikulární anatomicky tvarovaná dlaha), trvá delší dobu a následně je v některých případech vyžadována další operace k odstranění dlahy. Nitrodřeňová osteosyntéza má kratší operační čas a nižší riziko re-fraktury. Používají se Kirschnnerovy dráty, elastický nitrodřeňový hřeb (ELIN) a jiné druhy hřebů. Obě dvě operační metody mají velmi podobné výsledky, co se týče funkčního zotavení (Basamania, Matzkin a Bal, 2006; Li, Wu, Jiang, Han, Chen a Yu, 2020; Ullah et al., 2020).

K rehabilitaci je přistupováno v obou případech léčby téměř totožně, ačkoliv existují případy, které se od standardních postupů odlišují. Například ve studii provedené v roce 2017 zkoumali Lädermann, Abrassart, Denard, Tirefort, Nowak a Schwitzguebel efekt okamžitého návratu k používaní poraněné končetiny po podstoupené operaci. Po 6 týdnech od zákroku došlo k navrácení plného rozsahu pohybu a svalové síly u více než 70 % pacientů s akutní formou fraktury klavikuly. Náklady na léčbu a následnou rehabilitační péči se tímto výrazně snižují a kratší čas funkčního zotavení navrátí pacienty rychleji do běžného života.

Při běžném postupu se pacient dostává do péče fyzioterapeuta zhruba 4-6 týdnů po úrazu, v době, kdy je již ukončena imobilizace paže. Fyzioterapie v době imobilizace se skládá z udržování celkové kondice pacienta a také ze cvičení zápěstí a loketního kloubu, kde se snažíme o udržení rozsahu pohybu. Pacienti bývají o tomto poučení již v nemocnici.

V ambulantní péči se nejprve zaměříme na ošetření jizvy, pokud se jedná o pacienta, který podstoupil chirurgickou léčbu, poté dochází k ošetření měkkých tkání a ovlivnění reflexních změn. Dále se snažíme o zvýšení rozsahu pohybu v ramenním pletenci, zvýšení síly svalů paže, postupně zapojujeme paži v opěrných cvičeních s progresivním zatížením. V závěrečných fázích terapie zapojujeme plyometrická cvičení a náročnější cviky specifické pro určité pacientovy činnosti. V terapii využíváme prvky měkkých a mobilizačních technik, PNF, analytického cvičení dle svalového testu a dalších (Kolář et al., 2012).

Důležitou roli v rehabilitační péči pacienta hraje také fyzikální terapie, která svými účinky může přispět k rychlejšímu a vydařenému zhojení. Pacient může využít řadu procedur, které urychlují kostní hojení, snižují otok nebo mají analgetické účinky. Je potřeba brát v potaz, že u pacientů, kteří podstoupili chirurgickou léčbu, nelze aplikovat některé procedury z důvodu přítomnosti kovu v místě aplikace nebo proudové dráze. Pacienti udávají velmi pozitivní zkušenost s nízkofrekvenční pulzní magnetoterapií (Navrátil, 2019).

ZÁVĚR

Mnoho studií zabývajících se možnostmi rehabilitace po fraktuře klavikuly nebylo do této doby provedeno, a proto stále není stanoven jednotný přístup, dle kterého by bylo možno se řídit. Existuje několik novějších postupů, které navrhují například kratší nebo žádnou dobu imobilizace a vesměs se setkávají s úspěchem. Možná právě touto cestou se bude rehabilitace u pacientů po fraktuře klavikuly ubírat v budoucnu.

Naopak v oblasti léčby fraktury klavikuly se stále častěji přistupuje k chirurgickému řešení, které umožňuje dřívější funkční zotavení pacienta, což je velmi vítaná skutečnost.

Cílem této práce bylo předvést dosud známé teoretické poznatky a výsledky nově provedených studií. Práce proto obsahuje aktuální informace o možnostech léčby a rehabilitace a shrnuje známé údaje o klasifikaci, diagnostice a etiologii fraktury klavikuly. Dále je představena kazuistika pacienta pro ukázku léčby a rehabilitace při použití v praxi.

SOUHRN

Tato bakalářská práce se zabývá možnostmi rehabilitace u pacientů po fraktuře klavikuly a představuje náhled do dosud známých poznatků o této diagnóze.

Je rozdělena na dvě hlavní části, a to teoretickou a praktickou, přičemž v teoretické se nacházejí jednotlivé kapitoly o anatomii a biomechanice ramenního pletence, o klasifikaci, etiologii, diagnostice a léčbě fraktury klavikuly, dále o kostním hojení a o rehabilitaci u pacientů s touto diagnózou. Praktická část obsahuje kazuistiku pacienta, jehož zranění bylo řešeno konzervativně imobilizací pomocí Delbetových kruhů s návrhem krátkodobého a dlouhodobého rehabilitačního plánu a s přiloženými RTG snímky fraktury.

SUMMARY

The Bachelor thesis concerns possibilities of rehabilitation in patients after clavicle fracture and presents an insight into the hitherto known knowledge about this diagnosis.

It is divided into two main parts, a theoretical part and a practical part. The theoretical part contains chapters on anatomy and biomechanics of the shoulder girdle, classification, etiology, diagnostics and cure of the clavicle fracture, further on bone healing and rehabilitation of patients with this diagnosis. The practical part contains casuistry of a patient whose injury was treated in conservative way by immobilization with help of clavicle brace with a proposal of a short-term as well as a long-term rehabilitation plan, with included radiographs of the fracture.

REFERENČNÍ SEZNAM

Alhakamy, M. A. Y., Alrefaie, A. S. A., Kariri, A. M. A., Kariri, A. M. A., Jelan, N. S. A., Altherwi, M. B. A., Allayl, A. A. H., Hakami, A. B. M., & Abdelgadir, H. S. (2018). Comparing non-operative management and surgical fixation in treatment of clavicle fractures. *The Egyptian Journal of Hospital Medicine, 73(4),* 6401-6405. Retrieved 2. 3. 2020 from eds.a.ebscohost.com: https://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=933aa6f2-cc3d-4f46-8512-3644d3cb8e2b%40sessionmgr4008

Asadollahi, S., & Bucknill, A. (2019). Acute medial clavicle fracture in adults: a systematic review of demographics, clinical features and treatment outcomes in 220 patients. *Journal Of Orthopaedics And Traumatology: Official Journal Of The Italian Society Of Orthopaedics And Traumatology, 20(1),* 24+. Retrieved 1. 3. 2020 from eds.a.ebscohost.com: https://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=199dc995-1c08-4040-b4fe-7be058e7beaf%40sdc-v-sessmgr02

Bartel, D. L., Davy, D. T., & Keaveny, T. M. (2006). *Orthopeadic Biomechanics: Mechanism and Design in Musculoskeletal Systems*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, Inc.

Basamania, C. J., Matzkin, E. G., & Bal, G. K. (2006). Clavicle Fractures and Sternoclavicular Injuries. In D. L. Johnson, S. D. Mair (Eds.), *Clinical Sports Medicine* (pp. 265-273). Elsevier

Basamania, C. J., & Rockwood, Ch. A. (2017). Fractures of the Clavicle. In Ch. A. Rockwood, F. A. Matsen, M. A. Wirth, S. B. Lippitt, E. V. Fehringer, & J. W. Sperling (Eds.), *Rockwood and Matsen's The Shoulder (5th ed.)* (pp. 291-364). Philadelphia, PA: Elsevier

Bastlová, P. (2018). *Proprioceptivní neuromuskulární facilitace*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci

Bawale, R., Segmeister, M., Sinha, S., Shariff, S., & Singh, B. (2020). Experience of an isolated use of low-intensity pulsed ultrasound therapy on fracture healing in established non-unions: a prospective case series. *Journal of Ultrasound: The Official Journal of the Italian Society for Ultrasound in Medicine and Biology*, 1-4. Retrieved 28. 6. 2020 from link.springer.com: https://link.springer.com/article/10.1007/s40477-020-00464-9#Sec4

Benameur, Y., Guerrouj, H., Ghfir, I., & Aouad, N. B. R. (2017). Unusual pathological fracture of the clavicle revealing primary hyperparathyroidism: a case report. *Journal of Medical Case Reports, 11(1),* 1-4. Retrieved 27. 2. 2020 from eds.a.ebscohost.com: https://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=2ee505d2-efd9-4625-9391-bec6fb9e606f%40sessionmgr4008

Catapano, M., Hoppe, D., Henry, P., Nam, D., Robinson, L. R., & Wasserstein, D. (2019). Healing, Pain and Function after Midshaft Clavicular Fractures: A Systematic Review of

Treatment with Immobilization and Rehabilitation. *PM&R, 11(4)*, 1-8. Retrieved 9. 3. 2020 from ncbi.nlm.nih.gov: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30609314?fbclid=IwAR3w3Ln1OAg2Uk01-RsdRzOaL2b7x0gYBXc6ewzhvfKiRr9A6-PwcBzcj58

Coppa, V., Dei Giudici, L., Cecconi, S., Marinelli, M., & Gigante, A. (2017). Midshaft clavicle fractures treatment: threaded Kirschner wire versus conservative approach. *Strategies in Trauma and Limb Reconstruction, 12(3)*, 141-150. Retrieved 3. 3. 2020 from eds.a.ebscohost.com: https://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=8&sid=1c1f3cd8-99f5-4f57-8f9c-00f7b5b18e2c%40sessionmgr4008

Crane, M. A., Kato, K. M., Patel, B. A., & Huttenlocker, A. K. (2019). Histovariability in human clavicular cortical bone microstructure and its mechanical implications. *Journal of Anatomy, 235(5)*, 873-882. Retrieved 18. 3. 2020 from onlinelibrary.wiley.com: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/joa.13056

Čihák, R. (2011). *Anatomie 1 (3rd ed.).* Praha: Grada Publishing

DeFroda, S. F., Lemme, N., Kleiner, J., Gil, J., & Owens, B. D. (2019). Incidence and mechanism of injury of clavicle fractures in the NEISS database: Athletic and non athletic injuries. *Journal of Cinical Orthopeadics and Trauma, 10(5)*, 954-958. Retrieved 26. 2. 2020 from sciendirect.com: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0976566218307161?via%3Dihub

Dylevský, I. (2009). *Speciální kineziologie*. Praha: Grada Publishing

Familiari, F., Huri, G., Galasso, O., Gasparini, G., & Doral, M. N. (2017). Clavicle Fractures. In G. Huri, N. K. Paschos (Eds.), *The Shoulder* (pp. 91-100). Davis, CA: Springer

Ghiasi, M. S., Chen, J. E., Rodriguez, E. K., Vaziri, A., & Nazarian, A. (2019). Computational modeling of human bone fracture healing affected by different conditions of initial healing stage. *BMC Musculoskeletal Disorders, 20 (1)*, 1-14. Retrieved 19. 2. 2020 from Directory of open acces journals: https://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=9&sid=78b0ef92-3f8b-4310-b016-9c6018416028%40pdc-v-sessmgr04

Helgeson, K., & Stoneman, P. (2014). Shoulder injuries in rugby players: Mechanisms, examination, and rehabilitation. *Physical Therapy in Sport, 15*, 218-227. Retrieved 12. 3. 2020 from pubmed.gov: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25043695/

Herteleer, M., Winckelmans, T., Hoekstra, H., & Nijs, S. (2018). Epidemiology of clavicle fractures in a level 1 trauma center in Belgium. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery, 44*, 717-726. Retrieved 26. 2. 2020 from link.springer.com: https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00068-017-0858-7

Herzog, M. M., Whitesell, R. C., Mac, L. M., Jackson, M. L., Culotta, B. A., Axelrod, J. R., Busch, M. T., & Willimon, S. C. (2017). Functional outcomes following non-operative versus operative treatment of clavicle fractures in adolescents. *Journal of Childrens's Orthopeadics, 11(4)*, 310-317. Retrieved 29. 2. 2020 from online.boneandjoint.org.uk: https://online.boneandjoint.org.uk/doi/epub/10.1302/1863-2548.11.160267

Hromádková, J., a kol. (1999). *Fyzioterapie.* Praha: H & H Vyšehradská

Huttunen, T. T., Launonen, A. P., Berg, H. E., Lepola, V., Felländer-Tsai, L., & Mattila, V. M. (2016). Trends in the Incidence of Clavicle Fractures and Surgical Repair in Sweden. *The Journal of Bone and Joint Surgery, 98(21)*, 1837–1842. Retrieved 19. 3. 2020 from ncbi.nlm.nih.gov: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27807117

Cho, Ch. H., Kim, B. S., Kim, D. H., Choi, Ch. H., Dan, J., & Lee, H. (2018). Distal clavicle fractures: A new classification system. *Orthopeadics & Traumatology: Surgery & Research, 104(8)*, 1231-1235. Retrieved 24. 2. 2020 from sciencedirect.com: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877056818302810?via%3Dihub

Janda, V. (1996). *Funkční svalový test*. Praha: Grada Publishing

Kapandji, A. I. (2019). *The physiology of the joints: 1 the upper limb* (7th ed.). Handspring publishing

Khodaee, M., Waterbrook, A. L., & Gammons, M. (Eds.). (2020). *Sports-related Fractures, Dislocations and Trauma.* Springer International Publishing

Kihlström, C., Möller, M., Lönn, K., & Wolf, O. (2017). Clavicle fractures: epidemiology, classification and treatment of 2 422 fractures in the Swedish Fracture Register; an observational study. *BMC Musculoskeletal Disorders, 18(1)*, 82+. Retrieved 21. 2. 2020 from eds.a.ebscohost.com: https://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=62ed71e0-dcbd-47ed-8cd5-908c97f40f0e%40sessionmgr4006

Kim, D. C., & Pearsall, A. (2017). Clavicle fractures. In A. Eltorai, C. P. Eberson, A. H. Daniels (Eds.), *Orthopedic surgery clerkship: A Quick Reference Guide for Senior Medical Students* (pp. 61-63), Springer International Publishing

Kolář, P., et al. (2012). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén

Koudela, K., a kol. (2004). *Ortopedie*. Praha: Karolinum

Lädermann, A., Abrassart, S., Denard, P. J., Tirefort, J., Nowak, A., & Schwitzguebel, A. J. (2017). Functional recovery following early mobilization after middle third clavicle osteosynthesis for acute fractures or nonunion: A case-control study. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research, 103(6)*, 885–889. Retrieved 12. 3. 2020 from ncbi.nlm.nih.gov: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28552824

Larionov, A., Yotovski, P., Link, K., & Filgueira, L. (2020). Innervation of the clavicular part of the deltoid muscle by the lateral pectoral nerve. *Clinical anatomy*, 1-7. Retrieved 14. 2. 2020 from onlinelibrary.wiley.com: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ca.23555

Lenza, M., & Faloppa, F. (2016). Conservative interventions for treating middle third clavicle fractures in adolescents and adults [Abstract]. *The Cochrane Database Of Systematic Reviews, 12*. Retrieved 1. 3. 2020 from eds.a.ebscohost.com: https://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=6&sid=116aed7b-ef43-459f-8b66-2ea83db8bdb1%40sessionmgr101&bdata=JkF1dGhUeXBlPWlwLHVybCx1aWQmbGFuZz1jcyZzaXRlPWVkcy1saXZl#AN=27977849&db=mdc

Lewit, K. (2003). *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. Praha: Sdělovací technika ve spolupráci s Českou lékařskou společností J. E. Purkyně.

Li, L., Wu, H., Jiang, P., Han, X., Chen, S., & Yu, X. (2020). Comparison of four different internal fixation methods in the treatment of distal clavicle fractures. *Experimental and Therapeutic Medicine, 19(1)*, 451-458. Retrieved 3. 3. 2020 from eds.a.ebscohost.com: https://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=8fc08281-6936-44a1-bbcd-135cdb7de973%40pdc-v-sessmgr02

Liu, Z., Zhang, J., Tian, X., & Kan, S. (2019). Displaced Medial-End Clavicle Fractures Treated with Locking Plate Osteosynthesis. *Medical Science Monitor: International Medical Journal Of Experimental And Clinical Research, 25*, 7591-7596. Retrieved 5. 3. 2020 from eds.a.ebscohost.com: https://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=ce08c86d-74b6-43d4-86eb-f292f0dd7206%40pdc-v-sessmgr01

Maňák, P., & Wondrák, E. (2005). *Traumatologie: repetitorium pro studující lékařství*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci

McCarthy, M. M., Bihl, J. H., Frank, R. M., Salem, H. S., McCarty, E. C., & Comstock, R. D. (2019). Epidemiology of Clavicle Fractures Among US High School Athletes, 2008-2009 Through 2016-2017. *Orthopeadic Journal of Sports Medicine, 7(7)*. Retrieved 26. 2. 2020 from journals.sagepub.com: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2325967119861812

Moverley, R., Little, N., Gulihar, A., & Singh, B. (2020). Current concepts in the management of clavicle fractures. *Journal of Clinical Orthopeadics and Trauma, 11(1)*, 25-30. Retrieved 25. 2. 2020 from sciencedirect.com: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0976566219302589?via%3Dihub

Mughal, A. H., Shafiq, M., Javed, M., & Amanullah, A. (2016). COMPARISON OF OUTCOME OF CONSERVATIVE VERSUS OPERATIVE MANAGEMENT OF DISPLACED MIDSHAFT CLAVICLE FRACTURES. *Gomal Journal of Medical Sciences, 14(2)*, 95-99. Retrieved 2. 3. 2020 from eds.a.ebscohost.com: https://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=e7b3482e-6345-492e-a2d2-e461215ccbf7%40sessionmgr102

Navrátil, L. (Ed.). (2019). *Fyzikální léčebné metody pro praxi*. Praha: Grada Publishing

Nižňanská, R. (2010). *Kazuistika pacienta po zlomenině klíční kosti*. Bakalářská práce, Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Praha

Omid, R., Kidd, Ch., Yi, A., Villacis, D., & White, E. (2016). Measurement of Clavicle Fracture Shortening Using Computed Tomography and Chest Radiography. *Clinics in Orthopedic Surgery, 8(4),* 367-372. Retrieved 29. 2. 2020 from eds.a.ebscohost.com: https://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=10&sid=b40dccaf-6771-4121-9bf5-58466de881ad%40sessionmgr102

O'Neill, B. J., Hirpara, K. M., O'Briain, D., McGarr, C., & Kaar, T. K. (2011). Clavicle fractures: a comparison of five classification systems and their relationship to treatment outcomes. *International Orthopaedics, 35(6),* 909-914. Retrieved 22. 2. 2020 from eds.a.ebscohost.com: https://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=37072916-898d-41b8-a361-5add0de232e6%40sdc-v-sessmgr02

Paneš, V. (1993). *Vybrané kapitoly z chirurgie, traumatologie, ortopedie a protetiky*. Olomouc: Epava

Postacchini, F., Gumina, S., De Santis, P., & Albo, F. (2002). Epidemiology of clavicle fractures. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 11(5),* 452–456. Retrieved 18. 3. 2020 from ncbi.nlm.nih.gov: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12378163

Reinold, M. M., Escamilla, R., & Wilk, K. E. (2009). Current Concepts in the Scientific and Clinical Rationale Behind Exercises for Glenohumeral and Scapulothoracic Musculature. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 39(2),* 105–117. Retrieved 27. 3. 2020 from ncbi.nlm.nih.gov: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19194023

Ronchetti, G. M., Welch, Ch. A., Smith, B. I., & Blair, D. E. (2016). Type IV Acromioclavicular Joint Separation in a Collegiate Basketball Player. *International Journal of Athletic Therapy & Training, 21(6),* 16-20. Retrieved 3. 7. 2020 from eds.b.ebscohost.com: https://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=9f731251-74bd-4524-99a1-f91cdc0c09f2%40sessionmgr101

Ropars, M., Thomazeau, H., Huten, D. (2017). Clavicle Fractures. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research, 103(1),* 53-59. Retrieved 8. 7. 2020 from sciencedirect.com: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877056816302080?via%3Dihub

Sandstrom, C. K., Gross, J. A., & Kennedy, S. A. (2018). Distal clavicle fracture radiography and treatment: a pictorial essay. *Emergency Radiology, 25(3),* 311-319. Retrieved 29. 2. 2020 from eds.a.ebscohost.com: https://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=b40dccaf-6771-4121-9bf5-58466de881ad%40sessionmgr102

Sopu, A., Green, C., & Molony, D. (2015). Traumatic Floating Clavicle- A case report. *Journal of Orthopeadic Case Reports, 5(2)*, 12-14. Retrieved 9. 3. 2020 from ncbi.nlm.nih.gov: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4721889/

Stegeman, S. A., Fernandes, N. C., Krijnen, P., & Schipper, I. B. (2015). Reliability of the Robinson classification for displaced comminuted midshaft clavicular fractures. *Clinical imaging, 39(2)*, 293-296. Retrieved 23. 2. 2020 from eds.a.ebscohost.com: https://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=10&sid=1fc8e1b1-fce2-4860-b8ac-16b0df6e2929%40sessionmgr4007

Švejcar, P., & Šťastný, M. (2013). *Moderní fyziotrénink*. Praha: Nakladatelství Plot

Ullah, K., Khan, S., Wang, Y.-Q., Zhao, Z.-H., Cheng, P., Sapkota, B., Ren, L., Khan, S., Rehman, M. U., & Xue, Y. (2020). Bilaterally Threaded, Minimal Invasive, Elastic Locking Intramedullary Nailing (ELIN) for the Treatment of Clavicle Fractures. *Orthopeadic Surgery, 12(1)*, 321-332. Retrieved 3. 3. 2020 from eds.a.ebscohost.com: https://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=11&sid=d4027270-dc31-4777-91b9-b03e298b8414%40sdc-v-sessmgr02

van der Ven D. J. C., Timmers, T. K., Broeders, I. A. M. J., & van Olden, G. D. J. (2019). Displaced Clavicle Fractures in Cyclists: Return to Athletic Activity After Anteroinferior Plate Fixation. *Clinical Journal of Sport Medicine, 29(6)*, 465-469. Retrieved 5. 3. 2020 from insights.ovid.com: https://insights.ovid.com/crossref?an=00042752-201911000-00005

Waldmann, S., Benninger, E., & Meier, Ch. (2018). Nonoperative Treatment of Midshaft Clavicle Fractures in Adults. *The Open Orthopeadics Journal, 12*, 1-6. Retrieved 29. 2. 2020 from ncbi.nlm.nih.gov: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5791205/

Wang, M., Yang, N., & Wang, X. (2017). A review of computational models of bone fracture healing. *Med Biol Eng Comput, 55(11)*, 1895-1914. Retrieved 26. 3. 2020 from eds.a.ebscohost.com: https://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=8dbaf628-9461-438e-aef5-de695d95ee9f%40pdc-v-sessmgr03

Wart, R. J., Lee, J. T., & Millett, P. J. (2014). Anatomy and Biomechanics of the Sternoclavicular Joint. *Operative tecniques in sports medicine*, *22(3)*, 248-252. Retrieved 16. 2. 2020 from eds.a.ebscohost.com: https://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=8&sid=a0a860c7-528a-4941-b34e-3a96412c9157%40sessionmgr4007

Zhou, X., Li, J., Yang, H., Li, D., Zhang, J., Zhang, Y., Huang, Y., & Xu, N. (2019). Comparison of 2 Different Fixation Implants for Operative Treatment of Mid-Shaft Clavicle Fractures: A Retrospective Study. *Medical Science Monitor: International Medical Journal Of Experimental And Clinical Research, 25*, 9728-9736. Retrieved 9. 3. 2020 from eds.a.ebscohost.com: https://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=d48f793a-72e5-4aaf-ba7e-c5ba8ded6781%40sessionmgr4006

Žvák, I., Brožík, J., Kočí, J., & Ferko, A. (2006). *Traumatologie ve schématech a RTG obrazech*. Praha: Grada Publishing

SEZNAM ZKRATEK

a. – arteria

AC – akromioklavikulární

ADL – Activities of Daily Living (všední denní činnosti)

CC – coracoclaviculární

CP – courant modulé en courtes périodes

DF – diphase fixe

FT – fyzikální terapie

LCP – Locking Compression Plate (zámková kompresní dlaha)

LHK – levá horní končetina

LOK – loketní kloub

LP – courant modulé en longues périodes

m./mm. – musculus/musculi

n./nn. – nervus/nervi

PDK – pravá dolní končetina

PHK – pravá horní končetina

PTH – parathormon

RAK – ramenní kloub

RTG - rentgen

SC – sternoklavikulární

TENS – transkutánní elektroneurostimulace

v. – vena