

Univerzita Karlova v Praze
Lékařská fakulta Hradec Králové
Katedra chirurgie
Ortopedická klinika

**Vrozené a získané vady pohybového ústrojí –
artroskopická léčba v oblasti ramenního kloubu**

Jaroslav Pavlata

Disertační práce distančního postgraduálního studia

Hradec Králové 2005

Školitel: doc. MUDr. Karel Karpaš, CSc.

PŘEDMLUVA

Vznik této práce souvisí s hlubším zájmem autora o problematiku artroskopických operací velkých kloubů. Uvedená tematika má na Ortopedické klinice FN a LF UK v Hradci Králové již dlouhodobou tradici. Autor se dlouhodobě zabývá vrozenými a získanými vadami pohybového ústrojí. Artroskopický přístup obohacuje naše možnosti v diagnostice i léčbě vrozených i získaných pohybových vad. V této široké problematice se autor v práci zaměřuje na artroskopickou léčbu v oblasti ramenního kloubu a na problematiku vývoje implantátu ke stabilizaci glenohumerálního kloubu.

Milou povinností autora je poděkovat za pomoc a cenné rady při zpracování zvoleného tématu přednostovi ortopedické kliniky a svému školiteli doc. MUDr. K. Karpašovi, CSc.

Experimentální část práce vznikla za přispění ing. J. Strnada PhD a firmy LASAK s.r.o. Praha, výrobce bioaktivních materiálů.

Poděkování patří doc. MUDr. K. Urbanovi, CSc. za odborné konzultace v oblasti bioaktivních materiálů. V neposlední řadě nelze opomenout porozumění a podporu řady dalších spolupracovníků a vlastní rodiny.

CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE

Klinická část:

- Zavést artroskopické postupy v oblasti ramenního kloubu do operativy ortopedické kliniky v Hradci Králové.
- Zhodnotit indikace a výsledky léčby novou metodou a porovnat je s literárními údaji.
- Zavést vlastní modifikace v operačních postupech za účelem:
 - přesnějšího provedení výkonu
 - snížení traumatizace pacienta
 - minimalizace peroperačních komplikací.

Experimentální část:

- Zvolit vhodný materiál k výrobě fixačního implantátu typu stehové kotvičky.
- Navrhnout a v experimentu ověřit vhodný tvar implantátu s dostatečnou primární stabilitou ukotvení v kosti.
- Navrhnout a v experimentu ověřit vhodný tvar implantátu zajišťující dostatečný přenos sil do okolní tkáně a tím pevné zakotvení intraoseálního stehu k refixaci labro-ligamentozního komplexu ke glenoidální jamce.
- Navrhnout vhodné instrumentarium k implantaci.
- V experimentu ověřit vlastnosti a použitelnost implantátu a instrumentária v klinické praxi při artroskopických operacích.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

A-C kloub	akromioklavikulární kloub
AP projekce	předožadní projekce
ASD	artroskopická subakromiální dekomprese
G-H kloub	glenohumerální kloub
MRI	magnetická rezonance
RHB	rehabilitace
RM	rotátorová manžeta
Rtg	rentgen
SLAP léze	superior Labrum anterior posterior
šlacha DHB	šlacha dlouhé hlavy m. biceps brachii
UCLA-Score	University of California at Los Angeles shoulder rating
USG	ultrasonografie

OBSAH

1. <u>KLINICKÁ ČÁST</u>	8
Artroskopie v oblasti ramenního kloubu	
1.1. <u>Základy artroskopie ramenního kloubu</u>	9
1.1.1. Klinické vyšetření	9
1.1.2. Zobrazovací metody	12
1.1.3. Diagnostická artroskopie	16
1.1.3.1. Technické zvláštnosti	19
1.1.3.2. Poloha pacienta	20
1.1.3.3. Anestézie	20
1.1.3.4. Artroskopické přístupy	22
1.2. <u>Artroskopická subakromiální dekomprese</u>	26
1.2.1. Historický úvod	26
1.2.3. Funkční anatomie subakromiálního prostoru	28
1.2.4. Klinická patologie subakromiálního prostoru	30
1.2.3.1. Impingement syndrom	30
1.2.3.2. Ruptury rotátorové manžety	33
1.2.3.3. Tendinitis calcarea	34
1.2.4. Indikace k operaci	35
1.2.5. Vlastní soubor	36
1.2.5.1. Sestava nemocných	36
1.2.5.2. Operační technika	38
1.2.5.3. Technické vybavení	41
1.2.5.4. Komplikace	40

1.2.5.5. Pooperační péče	40
1.2.5.6. Hodnocení výsledků	41
1.2.5.7. Výsledky	43
1.2.6. Diskuze	43
1.2.7. Závěr	44
1.3. <u>Resekce laterálního okraje klíční kosti</u>	47
1.3.1. Etiologie	47
1.3.2. Diagnostika	47
1.3.3. Indikace k operaci	48
1.3.4. Vlastní soubor	48
1.3.4.1. Operační technika	49
1.3.4.2. Technické vybavení	50
1.3.4.3. Pooperační péče	51
1.3.4.4. Výsledky	51
1.3.5. Diskuze	51
1.3.6. Závěr	52
1.4. <u>Artroskopická rekonstrukce glenohumerálního kloubu</u>	54
1.4.1. Faktory stability ramena	54
1.4.2. Patologická anatomie nestability ramena	56
1.4.3. Klasifikace nestabilit ramenního kloubu	57
1.4.5. Indikace k operaci	58
1.4.6. Metody stabilizace	59
1.4.7. Principy artroskopické stabilizace	59
1.4.8. Vlastní soubor	60
1.4.8.1. Sestava nemocných	60

1.4.8.2. Operační technika	60
1.4.8.3. Technické vybavení	62
1.4.8.4. Komplikace	63
1.4.8.5. Pooperační péče	63
1.4.9. Hodnocení výsledků diskuze	63

2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST **66**

Fixační implantát ke stabilizaci glenohumerálního kloubu

2.1. Materiál implantátu **67**

2.1.1. Teoretický úvod	67
2.1.1.1. Hojení kostní tkáně	67
2.1.1.2. Hlavní typy interakcí kostní tkáň-syntetický materiál	68
2.1.2. Experimentální studie firmy LASAK	71

2.2. Tvar Implantátu **78**

2.2.1. Laboratorní testy	78
2.2.2. Diskuze	84

2.3. Závěr experimentální části **85**

3. ZÁVĚRY DISERTAČNÍ PRÁCE, SPLNĚNÍ CÍLŮ,

PŘÍNOS PRO KLINICKOU PRAXI **88**

1. KLINICKÁ ČÁST

ARTROSKOPIE V OBLASTI RAMENNÍHO KLOUBU

V posledních letech se artroskopie ramena velmi rychle vyvíjela díky technickému pokroku, který umožňuje provádět i složitější výkony. Artroskopické operace v oblasti ramenního kloubu jsou: diagnostická artroskopie, extrakce volných kloubních tělísek, akromioplastika, evakuace kalcifikací rotátorové manžety, resekce laterálního okraje klíční kosti, stabilizační výkony glenohumerálního kloubu (dále G-H kloub), ošetření SLAP-léze, tenotomie šlachy dlouhé hlavy m. biceps brachii (dále DHB), synovektomie. V indikovaných případech je možno provést refixaci rotátorové manžety. Některé výkony je možno kombinovat. Po diagnostické artroskopii G-H kloubu a zjištění rozsáhlé ruptury rotátorové manžety její otevřená sutura. Po resekci proximálního pahýlu přerušené šlachy dlouhé hlavy bicepsu její otevřená tenodéza. Při recidivující přední nestabilitě G-H kloubu s kostním fragmentem glenoidu nad $\frac{1}{4}$ kloubní plochy po artroskopické diagnóze otevřená osteosyntéza. Konečné rozhodnutí operátora, zda provést výkon artroskopicky nebo otevřeně, závisí na závažnosti konkrétní poruchy, správné indikaci, očekávaném výsledku operace a daných technických možnostech. Je nutno také zhodnotit vlastní zkušenosti s artroskopickou operativou.

Předností artroskopických operací je možnost minimálně invazivní metodou zobrazit téměř všechny intraartikulární struktury ramena. Optické zvětšení obrazu umožňuje lépe rozpoznat patologické nálezy. Operační výkony jsou minimálně traumatizující pro pacienta. Nevýhodou je nemožnost zobrazení a zrakové kontroly vstupních portů a minimální možnost intervence mezi vrstvami tkání. Struktury mimo kloubních dutin jsou špatně zobrazitelné. Mezi nevýhody je třeba uvést někdy delší operační časy a v neposlední řadě i finanční náročnost artroskopického vybavení.

V klinické části práce, se zabývám jednotlivými operačními technikami v oblasti ramenního kloubu, které jsem jako nové zavedl na Ortopedické klinice FN Hradec Králové. Nejprve uvádím obecné základy artroskopických operací v oblasti ramena, jako je technické vybavení, operační přístupy, vyšetření pacienta, zobrazovací metody a možnosti anestézie. Ve speciální části prezentuji jednotlivé operační artroskopické metody a jejich originální modifikace, které se mi podařilo zavést a které se osvědčily. Je zde rozebrána etiologie

jednotlivých onemocnění, indikace k operaci, vlastní operační technika a výsledky jsou zhodnoceny na souborech pacientů. Pro přehlednost má každá kapitola na konci seznam literatury.

1.1. Základy artroskopie ramenního kloubu

1.1.1. Klinické vyšetření

Vyšetření ramenního kloubu předchází pečlivá anamnéza. Mezi hlavní symptomy patologie v oblasti ramenního kloubu patří bolest, omezení hybnosti a nestabilita. U bolesti zjišťujeme její lokalizaci, event. propagaci, trvání a vztah k zatížení končetiny. Sledujeme předcházející trauma, nebo profesionální, či sportovní přetěžování končetiny. Hybnost ramenního kloubu může být omezena následkem traumatu náhle, nebo postupně progreduje. Při nestabilitě ramenního kloubu sledujeme její stupeň, adekvátní trauma, směr nestability, počet epizod subluxací event. luxací. Vždy se dotazujeme na předchozí léčbu, včetně provedených operací. Součástí anamnézy je zjištění dalších onemocnění pohybového ústrojí i systémových onemocnění. Důležité jsou informace o interních, infekčních nebo onkologických onemocněních.

Vlastní ramenní kloub vyšetřujeme pohledem, pohmatem, dále vyšetřujeme hybnost a specifické testy na rotátorovou manžetu akromioklavikulární kloub a stabilitu kloubu. Neopomeneme vyšetřit krční, event. hrudní páteř a orientačně celou horní končetinu postižené strany.

Hybnost ramenního kloubu

K vyšetření slouží hmat dle Codmana (4), kdy vyšetřující stojí za sedícím pacientem a pokládá ruku na jeho protilehlé rameno. Palec drží a fixuje lopatku, ukazovák leží na předním okraji akromia a prostředník dosahuje na klíček. Druhá ruka uchopí horní končetinu pacienta v oblasti lokte a provádí orientační pohyby. Tím jsou pečlivě rozlišeny bolesti v glenohumerálním a thorakoskopulárním kloubu. Zachytíme i fyzikální fenomény jako např. přeskokování a krepitace pod fornix humeri, které se mohou zesilovat při ruptuře rotátorové manžety. Při zúžení kloubního pouzdra ramenního kloubu dochází k předčasnému souhybu lopatky.

Funkční testy

- Impingement příznaky

Neer

Vyšetřující stojí za pacientem, fixuje jednou rukou lopatku a druhou švihem do flexe provokuje bolest při tlaku tuberculum majus na fornix humeri (10).

Jobe

Abdukované a vnitřně rotované rameno vedeme dopředu, čímž vyšetříme celý fornix humeri.

Hawkins a Kennedy

Středně flektované, addukované rameno převedeme švihem do vnitřní rotace (6).

- Impingement test

Test s lokálním anestetikem : nemocnému aplikujeme lokální anestetikum do subakromiální burzy. Při pozitivitě vymizí původně pozitivní impingement příznak.

- Akromioklavikulární kloub

Je to lehce přístupný kloub a vyšetřujeme nejdříve pohmatem. Kromě tlakových bolestí můžeme nalézt i instabilitu buď vertikální nebo horizontální. Nezvýší-li se bolest, může být tato dále vyvolána abdukci ramena nad 120 st. (AC-painful arc) nebo horizontální addukci k protilehlému ramenu.

- Šlacha dlouhé hlavy m. biceps brachii (dále DHB)

Izolované záněty šlasy DHB jsou poměrně řídké. Úzké anatomické sousedství s manžetou rotátorů podmiňuje spoluúčast na degenerativních změnách v subakromiálním prostoru. Ruptury šlasy m. supraspinatus jsou často doprovázeny rupturami šlasy DHB. Při vyšetření nacházíme tlakovou bolest v průběhu šlasy, kterou ovšem nemůžeme posuzovat specificky.

Yergason

Supinace předloktí proti odporu při pravoúhlém postavení lokte působí bolest natažením šlasy DHB. Můžeme ji zesílit tlakem na sulcus bicipitalis.

- Ruptura manžety rotátorů

Izometrické testy rotátorů

(slabost je spíše funkčním deficitem, bolest ukazuje na zánětlivou složku)

0 st.- abdukce test

Abdukce připažené končetiny proti odporu. Zkouší funkci m.supraspinatus.

90 st.- supraspinatus test

Pacient má paže v 90st. abdukci, 30st. flexi, vnitřní rotaci a proti odporu zvedá horní končetinu. Testuje se tím funkce m. supraspinatus.

Zevně rotační test

Zevní rotace ramena v 90st. abdukci /vyloučí se zevně rotační funkce m.deltoideus/ a 30st. flexi proti odporu. Slouží k testu zevních rotátorů /m.infraspinatus, m.teres minor/.

Vnitřně rotační test

Pacient směřuje ramenem proti břichu proti odporu. Poloha je stejná jako u zevně rotačního testu. Slouží k vyšetření vnitřních rotátorů. /m. subscapularis/.

-Stabilita G-H kloubu

Vyšetření stability začínáme anamnézou, ptáme se na předchozí luxace, jejich směr, četnost, zda jim předcházelo adekvátní trauma, jaký byl způsob repozice a léčby. Všeobecnou vazivovou laxicitu vyloučí vyšetření základního kloubu palce ruky, lokte nebo vyšetření stability femoropatelního kloubu. Rozlišujeme tři hlavní směry luxace.

Přední nestabilita

Aprehension test

Abdukce a zevní rotace ramena při současném tlaku na hlavici humeru zezadu shora.

Leffert test

Stejně jako předchozí, ale tlak je na hlavici vyvíjen zezadu. Prostředník je mediálně od hlavice, ukazovák na hlavici. Při subluxaci hlavice se ukazovák vysune před prostředník.

Přední zásuvka dle Gerbera

Poloha vleže, jedna ruka fixuje lopatku palcem na processus coracoideus a prostředníkem na spina scapulae, druhá ruka zvedá rameno (5).

Zadní nestabilita

Zadní zásuvka dle Gerbera

Pacient vleže, paže v abdukci a 30st. horizontální flexi. Vyšetřující je na úrovni ramena. Jedna ruka - palec přesně laterálně od processus coracoideus, dlouhé prsty leží na spině a hlavici humeru. Axiální tlak druhé ruky může vyvolat zadní zásuvku (5).

Dolní nestabilita

Dolní zásuvka

U sedícího pacienta se svěřenou paží táhne vyšetřující v dlouhé ose paže distálně. V případě pozitivitu má vyvolat vytvoření žlábků, prohlubně pod akromií (sulcus sign).

1.1.2. Zobrazovací metody

Nativní rentgenový snímek (Rtg)

Standardně zhotovujeme předozadní (AP) a tzv. Y projekci (obr.10). V případě podezření na nestabilitu můžeme doplnit AP projekce s vnitřní a zevní rotací humeru a axiální projekci.

Na AP projekci hodnotíme degenerativní změny v glenohumerálním a akromioklavikulárním kloubu a v subakromiálním prostoru. Impingement syndrom I. stupně bývá bez patologických změn na Rtg. Při II. stupni může být projasnění v oblasti tuberculum majus. Ve III. stupni nacházíme sklerotizaci spodní plochy akromia, event. osteofyty. Elevace hlavičky humeru a tím zmenšení vzdálenosti mezi velkým hrbolem a laterálním spodním okrajem akromia svědčí pro velký defekt rotátorové manžety nebo šlachy DHB. Na AP projekci možno též pozorovat avulzi tuberculum majus po traumatu. Tahem svalů je fragment dislokován pod akromion. Degenerativní změny A-C kloubu, zvláště osteofyty při jeho dolním okraji mohou být příčinou obtíží.



Obr. 10. Rtg snímky ramena, AP projekce (a), Y projekce (b)

"Outlet view" projekce, též nazývaná "Y" projekce, dle vykreslení lopatky na snímku ve tvaru písmene Y. Z tvaru akromia na Y projekci vychází klasifikace dle Bigliani (1). Tato projekce umožní upřesnit lokalizaci a typ změn v subakromiálním prostoru. Zhotovuje se v sedě a Rtg paprsek směřuje ventrokaudálně ve směru průběhu šlachy m. supraspinatus (45st. od frontální roviny ventrolaterálně a 10st. od horizontální roviny laterokaudálně (obr. 11).

Arthrografie

Arthrografie ramenního kloubu je jednoduchá minimálně bolestivá metoda k určení lézí měkkých tkání ramenního kloubu (11). Ruptury rotátorové manžety, odtržení glenoidálního labra, poruchy kloubního pouzdra a pod .

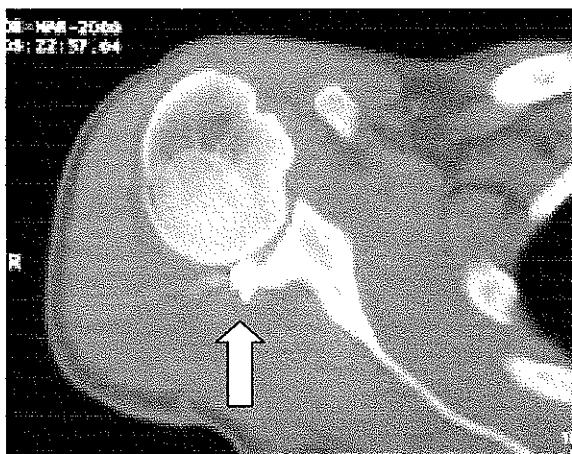
Se zavedením sonografie ztratila arthrografie své dominantní postavení jako rutinní metoda, ale v kombinaci s CT se její indikační šíře opět zvětšila. Zvláště při diagnostice kloubní nestability.

Její indikace byly

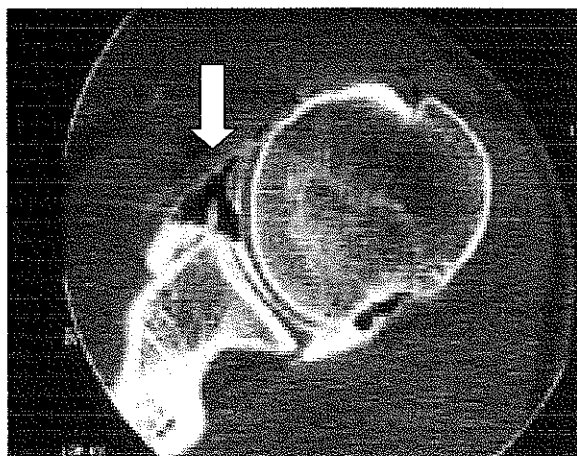
- pseudoparalýza paže po traumatu ramena (při negativním nativním Rtg a neurologickém vyšetření)
- impingement syndrom rezistentní na konzervativní terapii více jak tři měsíce
- chronické bolesti ramena po ruptuře šlachy DHB
- bolestivé "zmrzlé rameno" (zvláště po traumatu)
- persistující bolestivost po traumatické luxaci ramena (u pacientů nad 40 let)

Počítačová tomografie (CT)

Provádí se nativní CT a CT s dvojitým kontrastem (13). Nativní CT je indikováno především při posttraumatických kostních změnách. Při netraumatické, oboustranné, event. recidivující posttraumatické luxaci je indikováno CT s dvojitým kontrastem. Dobře rozliší změny pouzdra a případný Bankartův defekt (obr. 12).



Obr. 11. Nativní CT, po zadní luxaci s fragmentem dorsálně

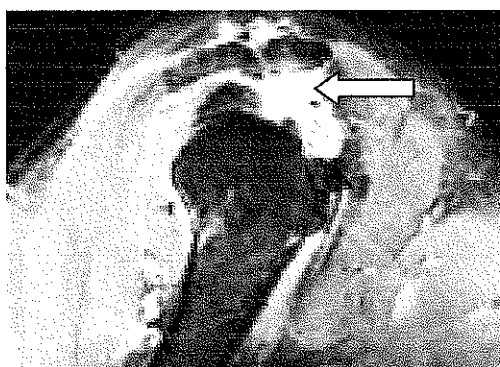


Obr. 12. CT-dvojitý kontrast, Bankartův defekt

Magnetická rezonance (MRI)

Magnetická rezonance je vzhledem k dostupnosti a dobrému diagnostickému přínosu sonografie indikována méně často i když její rozlišovací schopnost v oblasti kloubů je velmi dobrá (14). Její indikace jsou :

- kompletní nebo parciální ruptury rotátorové manžety (RM), (obr. 13)
- ruptury šlachy DHB
- impingement syndrom
- nestability G-H kloubu
- impresivní zlomeniny hlavice humeru
- náplně kloubu
- nemoci synovialis



Obr. 13. MRI, totální ruptura RM

Ultrasonografie /USG/

Na rozdíl od artrografie, která je navíc invazivní, je možno sonograficky zjistit i parciální extraartikulární ruptury manžety a její event. degenerativní změny. Předností jsou i poměrně nízké náklady na vyšetření. Používají se lineární sondy 5 - 10 MHz.

K vyšetření se používají dvě standartní pozice I. v průběhu m. subscapularis a II. axiální zobrazení. Možno využít ještě další, ventrální transversální ve výši processus coracoideus tzv. sulcus-řez a dorsální pozice v oblasti m. infraspinatus paralelní se spina scapulae (12).

Dynamické vyšetření přináší informace o normálním nebo porušeném klouzavém pohybu rotátorové manžety v subakromiálním prostoru. Vyšetřuje se v pozici I s pasivním rotačním pohybem visící paže a v pozici II s pasivně elevovanou paží. Dynamickým vyšetřením je možno posoudit i stabilitu ramenního kloubu (7).

USG nálezy

Změny na subakromiální burze

- rozšíření je častý nález při impingement syndromu a ruptuře rotátorové manžety
- dvojitá kontura je časné diskrétní znamení reakce burzy na impingement syndrom, často je spojena s rozšířením burzy
- přerušeni burzy je u defektů rotátorové manžety
- chybějící ohraničení mezi rotátorovou manžetou a burzou svědčí pro adhezivní kapsulitidu
- otočení kontury burzy znamená defekt manžety rotátorů (normálně je burza kraniálně konvexní)

Změny na rotátorové manžetě

- zeslabení manžety odpovídá parciální ruptuře
- obraz pahýlu je při defektu manžety
- chybějící zobrazení manžety je u velkých defektů od typu Bateman III.

Změny echogenity

Protože jsou často zobrazeny artefakty je třeba nálezy porovnávat s další pozicí.

- hypoechogenní zóna představuje totální ale někdy i parciální rupturu rotátorové manžety
- hyperechogenní zóna je častější u parciálních ruptur. Okrajové zóny totálních ruptur jsou zvýšeně echogenní
- hyperechogenní zóna se stíny odpovídá kalcifikaci

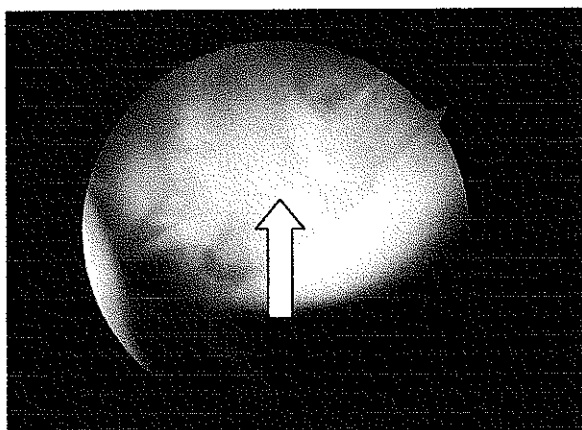
Změny na šlaše DHB

- ztlustění svědčí pro tendinitidu, často bývá s velkým hypoechogenním okolím při peritendinitidě nebo rozvláknění při parciální ruptuře

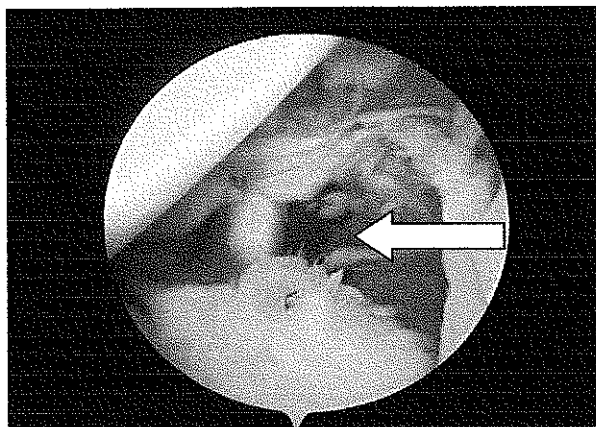
- chybění šlachy intraartikulárně nebo v sulcus bicipitalis odpovídá ruptuře

1.1.3. Diagnostická artroskopie

Po zavedení artroskopu ze zadního přístupu je hlavní vodící strukturou v G-H kloubu hlavice humeru. Prohlédneme její povrch, s tím že přední 2/3 kloubní plochy jsou viditelné po provedení vnitřní rotace paže. Vyšetříme stav kloubní chrupavky, sledujeme chondromalácii, event. chondrální defekty, zvláště diagnostiky významný je Hill-Sachsův defekt v zadní části kloubní plochy hlavice humeru (obr. 18). Dále sledujeme stav glenoidální jamky a labra, jeho spojení s okrajem jamky, event. Bankartův defekt (obr. 19).

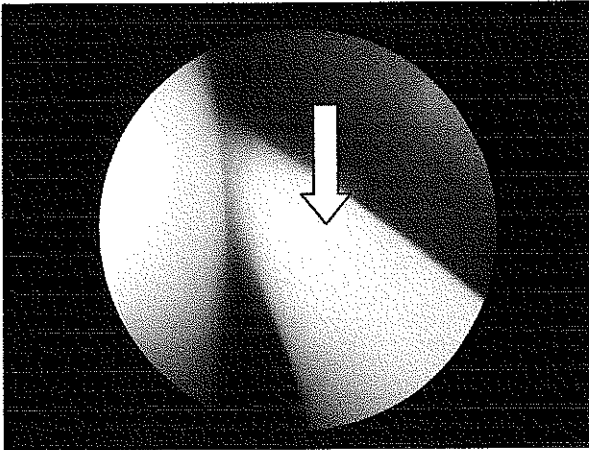


Obr. 18. Hill-Sachsův defekt – ASK obraz



Obr. 19. Bankartův defekt

Vyšetříme přední pouzdro vzhledem k možným defektům nebo laxicitě, axilární recessus a šlachu DHB až po její vstup do bicipitálního žlábků. Šlachu pomocí delší jehly nebo z předního přístupu sondou ze žlábků lehce povytáhneme, abychom zjistili její stav distálně. Mohou na ní být změny od synovitidy přes rozvláknění až po rupturu (obr. 20). Prohlédneme si také její úponovou část při horním okraji glenoidální jamky do labra. Vyšetříme dále strop kloubní dutiny, který tvoří šlachy mm. supra a infraspinatus. Zvláště si všímáme úponové části manžety. Zde můžeme vidět opět degenerativní změny od lehké synoviální reakce, přes rozvláknění a parciální ruptury až po defekt manžety s komunikací kloubní dutiny glenohumerálního kloubu se subakromiálním prostorem (obr. 21). Dále si všímáme stavu synoviální výstelky (obr. 22) s možným nálezem synovitidy a nakonec vyšetříme stabilitu kloubu. Inspekci ukončíme vypuštěním tekutiny a vytažením troakaru z kanálu.

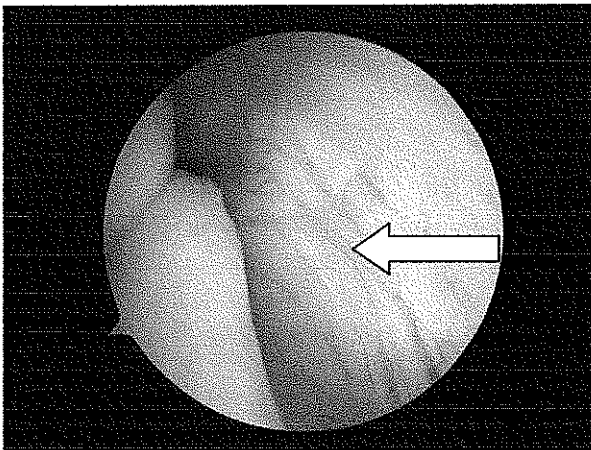


Obr. 20. Šlacha DHB

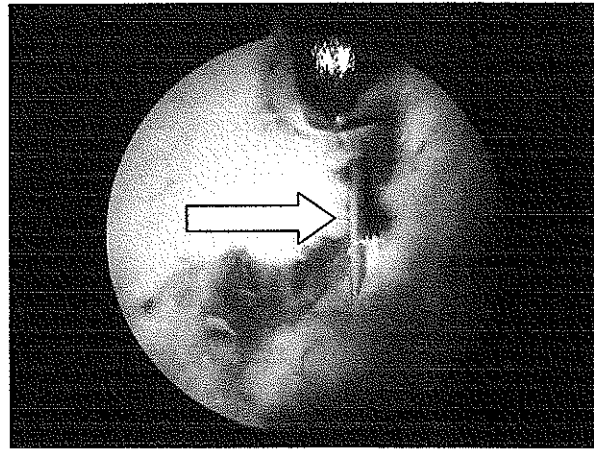


Obr. 21. Defekt rotátorové manžety

Ze stejného přístupu se nad svaly rotátorové manžety dostaneme do subakromiálního prostoru. Injekčními jehlami, zavedenými při zadním, anterolaterálním a anteromediálním okraji akromia do subakromiálního prostoru, si ohraničíme akromion na jeho spodní ploše, kde se potom lépe orientujeme (obr. 23). Po naplnění tekutinou zavedeme z laterálního přístupu shaver se synovialoresektorem nebo VAPERem a v potřebném rozsahu odstraníme subakromiální burzu. Potom můžeme vyšetřit rotátorovou manžetu. Zde sledujeme její celistvost a hledáme event. ruptury. Menší je možno artroskopicky přišít pomocí intraoseálně zavedených skobiček se stehy. Eventuálně, pokud to není technicky možné, ošetříme defekt z malého řezu laterálně od akromia. Velké defekty v jedné době nebo odloženě uzavřeme vhodnou plastikou.



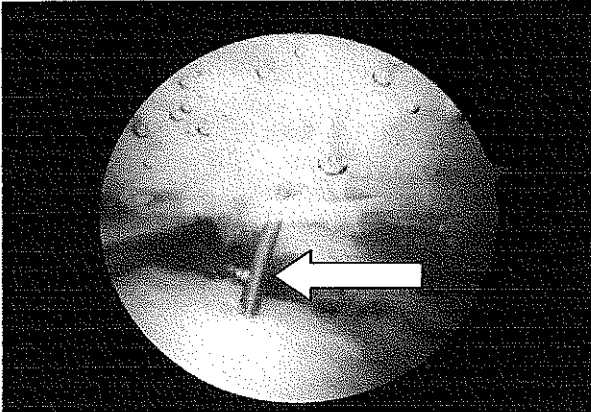
Obr. 22. Synoviální výstelka



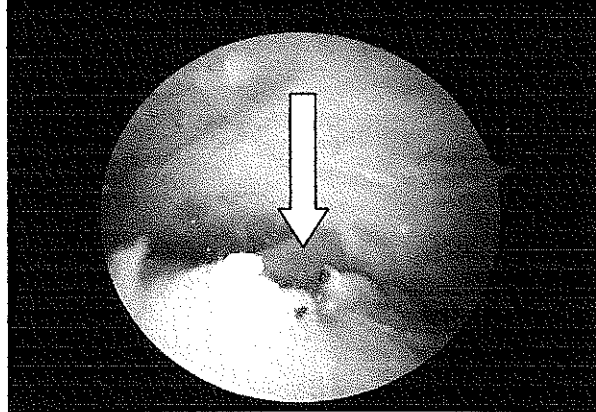
Obr. 23. Jehla zavedená do SA prostoru

Někdy je možno na povrchu manžety pozorovat bílá až žlutavá ložiska kalcifikací. Někdy jsou ložiska kalcifikací uložena v hlubší vrstvě manžety a nejsou na povrchu patrná. Potom je s přihlédnutím k Rtg snímkům najdeme pomocí jednorázové injekční jehly

perkutánně zaváděné laterálně od akromia do rotátorové manžety (obr.24). Nejčastěji se nacházejí v rozsahu několika centimetrů od úponu manžety na tuberculum majus mediálně. Po napunktování ložiska dojde k malému úniku vápenatých hmot do subakromiálního prostoru, což je známka toho, že je jehla v ložisku. Následně je možno kalcifikace shaverem odstranit (obr. 25).



Obr. 24. Verifikace kalcifikace jehlou

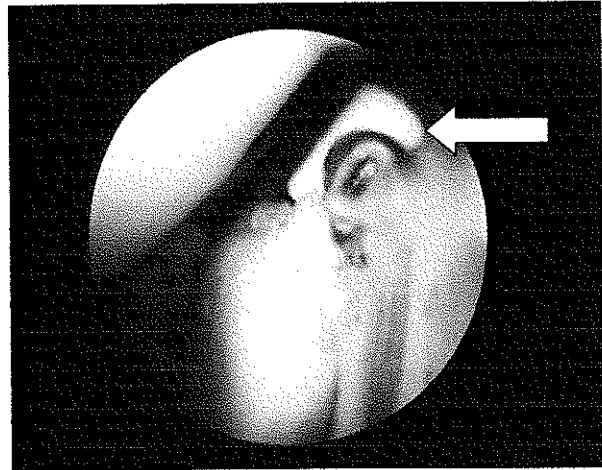
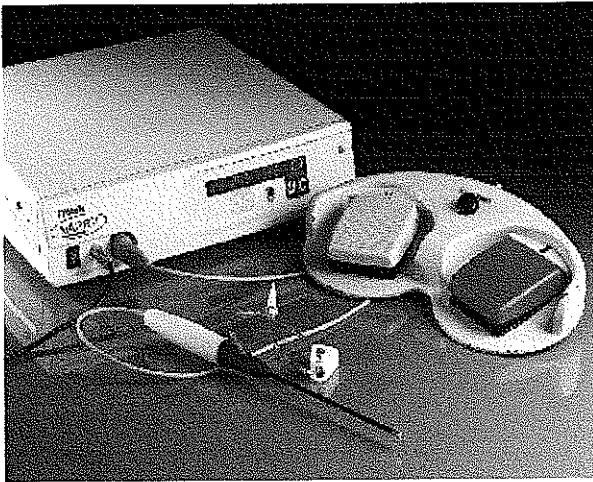


Obr. 25. Evakuace kalcifikací shaverem

1.1.3.1. Technické zvláštnosti

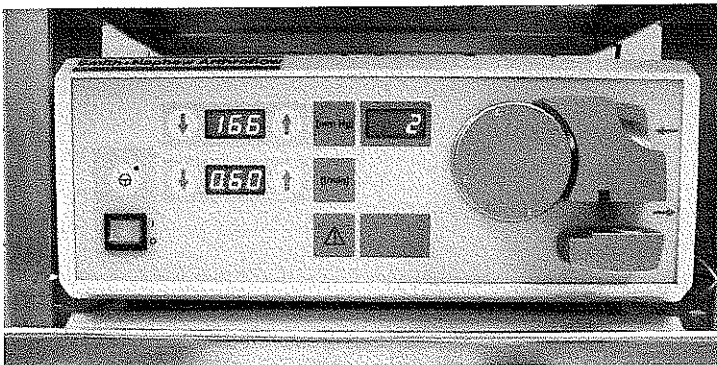
Principiálně je ramenní kloub z technického pohledu lehce zobrazitelný. Punkce vyžaduje trochu více orientace než kolenní kloub, přehlednost jednotlivých struktur je ale při znalostech anatomie a správné orientaci úhlové optiky snazší.

Vzhledem k tomu, že nemůžeme použít turniket, je větší možnost krvácení a tím snížená přehlednost v operačním poli. Dobrý přehled je podmínkou precizního provedení výkonu a kratšího operačního času. Krvácení je možno zastavit použitím vysokofrekvenčního koagulačního systému VAPER (obr.1), zvýšením tlaku nebo průtoku plnicí tekutiny pumpou (obr.2). Dále snižuje krvácení adrenalin přidaný do proplachovacího roztoku v poměru 1:300000 (8). Podle možností anesteziologa udržujeme systolický tlak pacienta v celkové anestézii pod 100 mmHg.

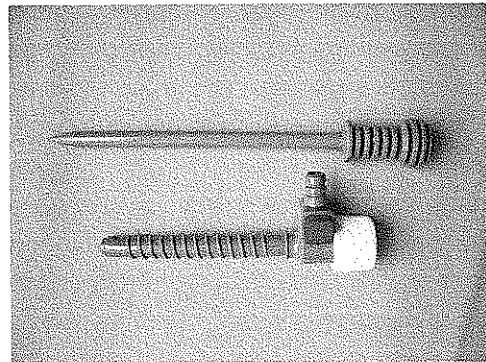


Obr. 1. Vysokofrekvenční koagulační a kauterizační systém VAPER (a), po zavedení do kloubu (b)

Ke zvláštnímu vybavení při artroskopii ramena patří i pracovní kanyly. Mají lehce vyměnitelný mandrén a jsou opatřeny uzavíratelným kohoutem a membránou k zabránění zpětného vytékání plnicí tekutiny z kloubu. Moderní kanyly mají závit pro lehčí zavádění přes měkké tkáně (obr. 3).



Obr. 2. Artroskopická pumpa na roztoky



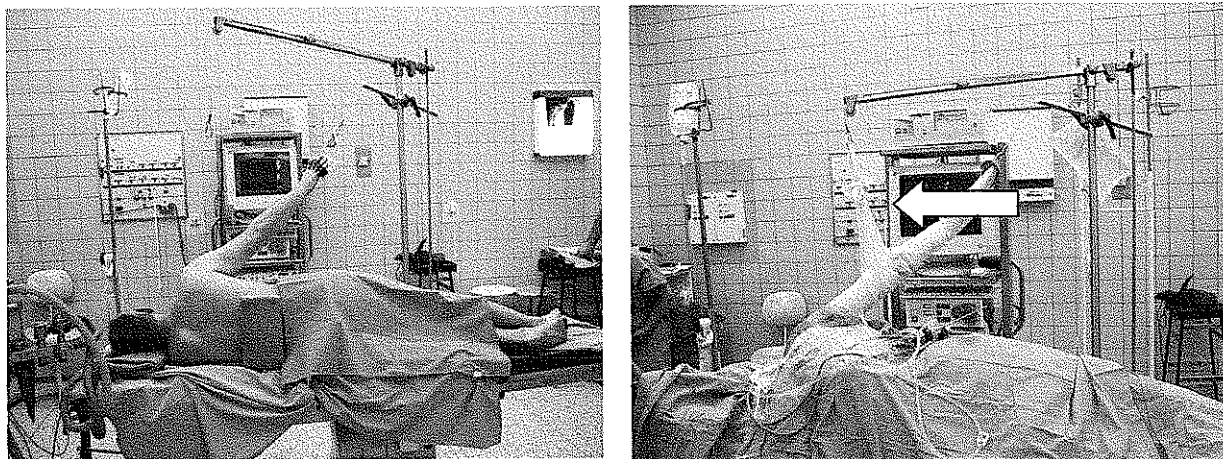
Obr. 3. Pracovní kanyla

1.1.3.2. Poloha pacienta

Nemocného je možno na operačním stole uložit ve dvou polohách: na boku a v polosedě.

Při poloze na boku je po uvedení do narkózy nemocný otočen na bok a zafixován dvěma polstrovanými pelotami, přitom je třeba dbát prevence otlaku n. peroneus naplohouváním a podložením dolních končetin. Operovaná horní končetina je zavěšena na extenzi 4-5 kg ve 45st. abdukci a 20st. anteverzi, je možno přidat ještě laterální tah. Použitím těžšího závaží na extenzi by mohlo dojít k přetažení brachiálního plexu. Sami používáme tuto polohu (obr.4).

Poloha v polosedě „beach-chair-position“. Horní polovina těla je ve v této poloze asi 60st. odkloněna od horizontály. Loketní kloub je v 90st. flexi uchycen v plastovém držáku přes extenzi 2 - 3 kg v lehké flexi a abdukci. V této poloze je snazší přechod k event. otevřené operaci. Je zde snazší manipulace s operovanou končetinou.



Obr. 4. Poloha na boku s extenzí (a) a s bočním tahem (b)

1.1.3.3. Anestézie

Onemocnění a úrazy v oblasti ramenního kloubu s sebou nesou výraznou bolestivost a omezení hybnosti. Analgezie či anestézie je tudíž nedílnou součástí náročnějších diagnostických a všech terapeutických úkonů. Významně se uplatní i v rámci rehabilitační péče a nepřímo tak spolurozhoduje o kvalitním terapeutickém výsledku.

Volba anesteziologického postupu

Volba anesteziologického postupu musí zohlednit přání pacienta, typ operačního výkonu (rozsah, trvání, poloha pacienta), pacientovu komorbiditu a sebranost operačního týmu. Je zřejmé, že volba musí být prováděna individuálně. V zásadě je možné použít techniky anestézie celkové, regionální nebo kombinaci obou technik (2).

Anestézie celková

Při celkové anestézii je nejčastěji používána anestézie balancovaná s kombinací opioidu, volatilních anestetik či benzodiazepinů a v některých případech svalových relaxancií.

Zajištění dýchacích cest se provádí s využitím endotracheální intubace nebo laryngální masky. Ventilace je během kratších výkonů spontánní, u výkonů delších pak řízená.

Zdrojem určitých rizik může být při takto vedené anestézii špatná přehlednost anesteziologického okruhu a možnost malpozice pomůcek zajišťujících dýchací cesty během operačního výkonu. Poloha při operačním výkonu je často jiná než rutinní (na boku, v polosedu), což má oběhové a respirační důsledky, které musí anesteziolog zohlednit. Přesah analgetického účinku léků využívaných při celkové anestézii do pooperačního období je krátkodobý, rozvoj antalgických kontraktur a svalových spasmů v důsledku nedostatečného tlumení bolesti může znamenat v konečném důsledku zhoršení terapeutického výsledku. Proto je nutný plynulý přechod do multimodální pooperační analgezie – kvalitní „pain service“.

Anestézie regionální

Z technik regionální anestézie je při operacích v oblasti ramenního kloubu používanou technikou interskalenická blokáda brachiálního plexu.

Vzhledem k tomu, že při operacích v této oblasti je možné zasažení struktur inervovaných z povrchové krční pleteně nebo z prvních hrudních segmentů, je nutné, aby byl anesteziolog detailně obeznámen s operačním postupem při jednotlivých typech operací. Interskalenickou blokádu brachiálního plexu je v takových případech nutné doplnit blokádou povrchové krční pleteně, či postup kombinovat s celkovou anestézií.

Při blokádě jsou používána lokální anestetika a přísady. Lokální anestetika volíme většinou se střední a dlouhou dobou účinku (bupivacain, L-bupivacain, ropivacain), mezi nejčastěji používané přísady patří opioidy a clonidin. Během operace je na žádost pacienta zajišťována sedace benzodiazepiny či propofolem.

Jednorázová blokáda má analgetickou účinnost, která se v případě L-bupivacainu a clonidinu pohybuje mezi 12 – 16 hod. Díky tomu je možný velmi plynulý přechod do kvalitní pooperační analgezie, kterou lze při použití pokračujících blokád (katetrové techniky) zajišťovat touto cestou i při následné rehabilitační terapii. Blokáda má při použití nízkých koncentrací lokálního anestetika pouze analgetický efekt bez vyjádřené motorické a taktilní blokády.

Možnost intravaskulárního či intraneurálního podání anestetické směsi, podání do subarachnoideálního či epidurálního prostoru, iatrogenní pneumotorax či přímé poškození nervových struktur jehlou patří mezi nejčastěji zmiňovaná rizika interskalenické blokády. Nelze pominout ani cca 20% snížení vitální kapacity plic způsobené současnou blokádou

ipsilaterálního n. phrenicus. Všechna tato rizika lze minimalizovat při dokonalé znalosti anatomie, správném postupu, použití neurostimulace a moderních neurostimulačních jehel.

Kombinovaná anestézie

Tento postup kombinuje techniky celkové a regionální anestézie. Tato kombinace odstraňuje některé nevýhody samostatně použitých technik, současně ale kombinuje jejich možná rizika.

1.1.3.4. Artroskopické přístupy

Při artroskopii ramena využíváme standartní přístupy: zadní, laterální, přední, horní přední a dolní přední. Jejich použití záleží na typu operačního výkonu. Incize provádíme pouze do podkoží hrotnatým skalpelem, co nejmenší, aby nedocházelo ke zbytečnému unikání proplachové tekutiny. Někteří operatři dle vlastních zvyklostí využívají ještě některé další přístupy (9).

Zadní přístup

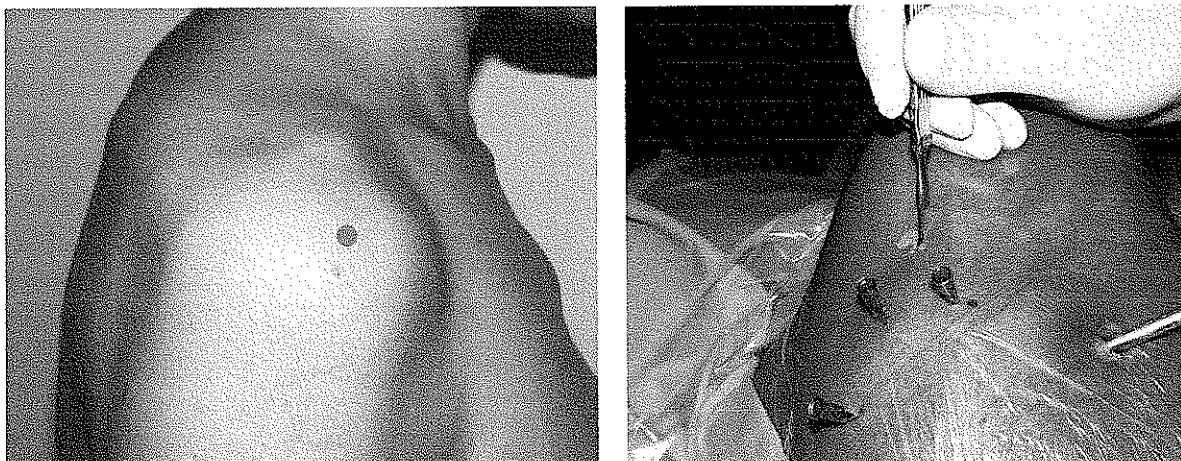
Zadní přístup je základním přístupem do ramenního kloubu. Je lokalizován asi 2 cm distálně a mediálně od zadní laterální hrany akromia slouží k zavádění artroskopu do G-H kloubu a subakromiálního prostoru (obr. 5). Po kožní incizi ve směru processus coracoideus pronikneme tupým troakarem do kloubní dutiny. Při pronikání přes pouzdro provede asistent lehkou distrakci kloubu ke zvětšení jeho prostoru a snadnějšímu zavedení troakaru do kloubu.



Obr. 5. Zadní přístup (a), po zavedení optiky (b)

Laterální přístup

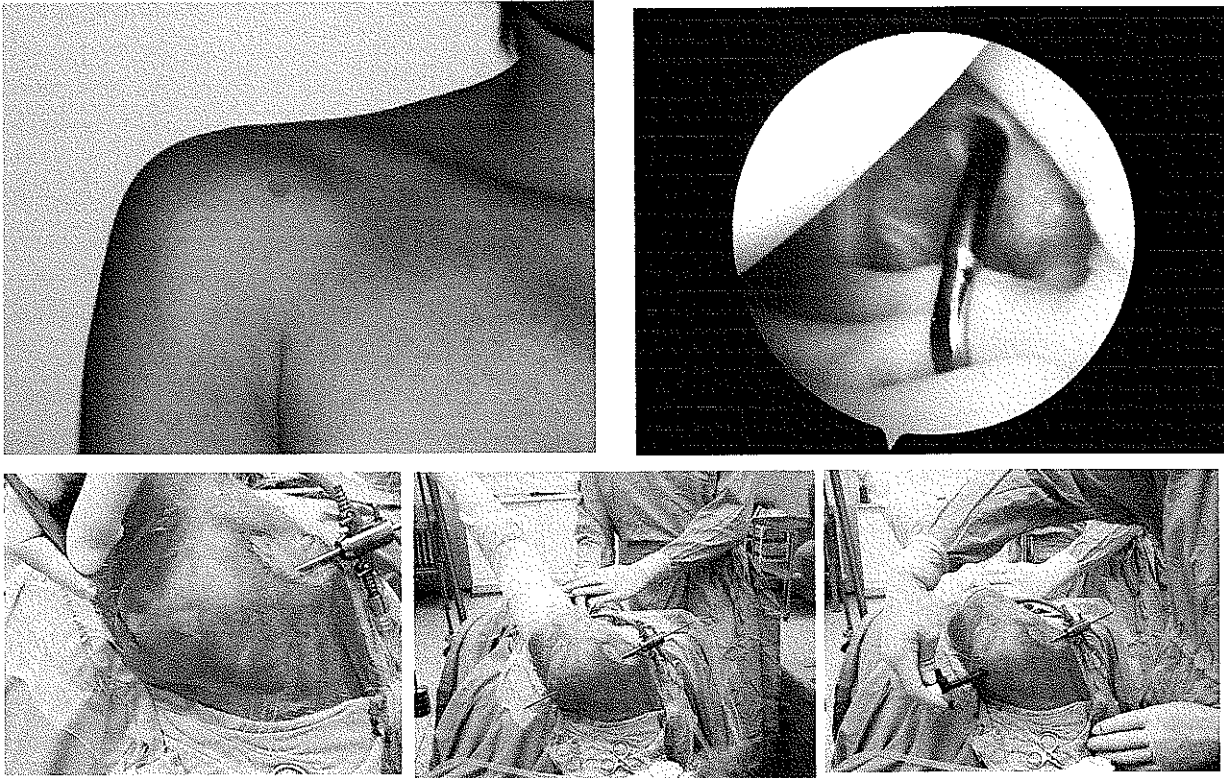
Laterální přístup je umístěn na přímce proložené předním okrajem akromia ve vzdálenosti asi 1 cm laterálně od jeho anterolaterálního hrotu. Je to pracovní přístup pro nástroje při subakromiální dekompresi (obr. 6).



Obr. 6. Laterální přístup (a), incize, označení akromia jehlami (b)

Přední přístup

Přední přístup slouží k zavedení nástrojů do G-H kloubu. Technika předního přístupu je možná ve dvou variantách. Inside-out, nebo outside-in. My používáme první z metod. Po zavedení artroskopu do G-H kloubu přiložíme optiku na přední pouzdro mezi horním okrajem m.subscapularis a dolním okrajem šlachy dlouhé hlavy bicepsu. Potom vyměníme optiku v troakaru stále přitlačeném v uvedeném intervalu za tupý mandren, kterým propíchneme přední pouzdro, sval, podkoží a lehce elevujeme kůži. V místě, kde nahmatáme špičku mandrenu uděláme malou incizi kůže a pronikneme mandrenem přes kůži ven. Dále navlékneme šroubovitém pohybem pracovní kanylu po mandrénu zepředu do kloubu. Nakonec mandren vyměníme dorzálně za optiku. Kanylou přes zpětný ventil zavádíme do ramena pracovní nástroje (obr. 7).



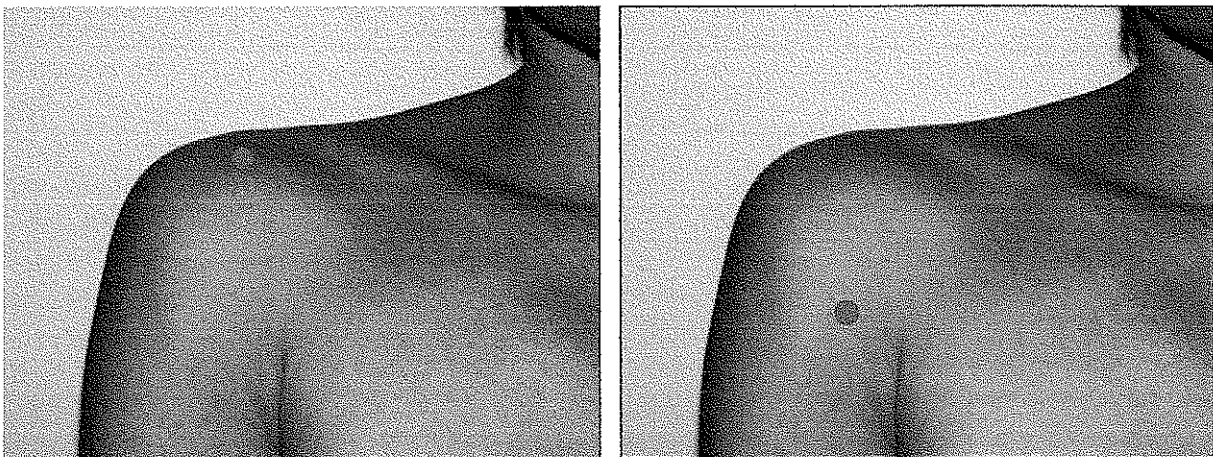
Obr. 7. Přední přístup (a), pohled z kloubní dutiny (b), inside-out technika (c,d,e)

Přední horní přístup

Přední horní přístup leží 1 cm ventrálně v prodloužení A-C kloubu a je používán k resekci A-C kloubu a laterální části klíčku, dále ke stabilizačním výkonům G-H kloubu (obr.8).

Přední dolní přístup

Port se nachází 8-10 cm distálně od processus coracoideus a laterálně od deltoideopektorálního žlábků (obr. 9). Provedeme kožní incizi a tupým troakarem pronikneme



Obr. 8. Přední horní přístup

Obr. 9. Přední dolní přístup

k přední dolní části kloubního pouzdra. Zde můžeme artroskopem ozřejmit, zda je umístění správné a ostrým troakarem proniknout do kloubu. Dle anatomické studie Burkarta (3) je při tomto přístupu odstup od n.axillaris 1,5-4 cm a a. cirkumflexa humeri s doprovodnými žilami 0,5-2,5 cm. Následně zavedeme do kloubu dlouhou pracovní kanylu. Přístup je používán ke stabilizačním výkonům G-H kloubu. Je nutný ke správnému zavedení implantátů do přední a spodní části glenoidu a tonizaci kloubního pouzdra.

Literatura

1. BIGLIANI LU, MORRISON D, APRIL EW: The morphology of the coracoacromial arch and its relationship to rotator cuff tears. *Otop. Trans.*, 1986, vol. 10., p. 228-234.
2. BRANDL F, TAEGER K: Die Kombination von Allgemeinanästhesie und Interskalenusblockade bei Operationen an der Schulter. *Anesthesist*, 1991, vol. 40, p. 537-542.
3. BURKART A, IMHOFF A: Die arthroskopische Schulterstabilisierung unter Verwendung des anterior-inferioren Zugangs. *Arthroskopie*, 2004, vol.17, p. 164-170.
4. CODMANN EA: The shoulder: Rupture of the supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa. In: *Thomas T (ed) The shoulder*. Little, Brown, Boston, 1934.
5. GEBER C, KRUSHELL RJ: Isolated rupture of the tendon of the subscapularis muscle. Clinical features in 16 cases. *J Bone Joint Surg Br*, 1991, vol. 73, p. 389-394.
6. HAWKINS RJ, KENNEDY JC: Impingement syndrome in athletes. *Am J Sport Med*, 1980, vol. 8, p.151-158.
7. HEDTMANN A, HEERS G, HEIDENSDORF S: Bildgebene Verfahren an der Schulter. *Arthroskopie*, 2001, vol.14, p. 74-93.
8. JEROSH J, SCHRODER M, STEIBECK J, HALM H: Ursachen für Versager bei der arthroskopischen subacromialen Dekompression. *Arthroskopie*, 1995, vol. 8, p.111-116.
9. KLEIN W, GASSEN A: Präzisionakromioplastik zur Behandlung des chronischen Impingementsyndroms der Schulter. *Arthroskopie*, 1994, vol. 7: p. 55-59.
10. NEER CS 2nd, Seleck RP: The shoulder in sports. *Orthop Clin North Am*, 1997, vol. 8, p. 583-591.

11. NEWBERG AH, MUNN CS, ROBBINS AH: (1985) Complications of arthrography. *Radiology*, 1985, vol. 157, p. 605-606.
12. PAVLATA J, BRŤKOVÁ J: Korelace artroskopického nálezu a ultrazvukového vyšetření ramenního kloubu. *Acta Chir. orthop. Traum. čech.*, 1998, vol. 65, s. 47-51.
13. RESCH H, HELWEG G, GOLSER K: Computertomographie der Schulter. In: KOHN D, WIRTH, CJ (Hrsg.): *Die Schulter, Aktuelle Therapie*. Thieme, Stuttgart, 1992, p. 41-47.
14. THOMAZEAU H, BBOUKOBZA E, MORCET N, CHAPERON J, LANGLAIS F: Prediction of rotator cuff repair results by magnetic resonance imaging. *Clin Orthop*, 1997, vol. 344, p. 275-283.

1.2. Artroskopická subakromiální dekomprese

1.2.1. Historický úvod

Akutní a chronické bolesti ramena patří k častým patologickým symptomům pohybového ústrojí, přičemž artróza G-H kloubu jako nezářezového kloubu je zřídka příčinou obtíží. Mnohem častěji stojí v popředí patologie parartikulárních měkkých tkání a to především v subakromiálním prostoru.

První všeobecný popis subakromiální burzitidy pochází od Jarvaye (1867). Název Periarthropathia humeroscapularis (dále PHS) byl zaveden Duplayem (1872). Příčinu obtíží viděl v degenerativním charakteru změn v subakromiální nebo subdeltoidální burze. Odpůrci Duplaye jako Duronea a Desplast, Pingaud a Charvot se pokoušeli dokázat revmatoidní příčinu PHS.

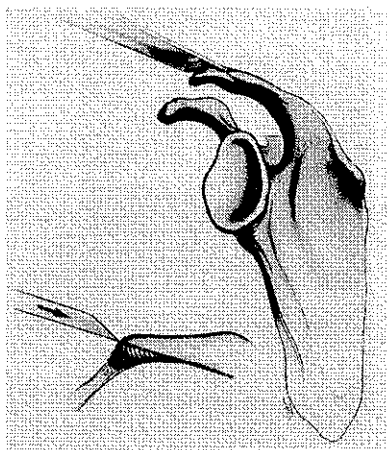
Painter (1907) a Stieda (1908) po zavedení Rtg techniky popsali v projekci na měkké tkáně kalcifikace mezi akromiem a velkým hrbolem a činili odpovědné "vápenné kameny" za PHS.

Prvně si všimá změn rotátorové manžety při obrazu PHS Codmann (1911). Tato teorie byla podpořena Wredem operací vápenatých depot lokalizovaných ve šlaše m. supraspinatus a ne v subakromiální burze.

Další příčiny bolestí ramena byly dále zkoumány a bylo nutno souhrnný název PHS diferencovat. Codmann (1934) pojednává o ruptuře šlachy m. supraspinatus jako o příčině

PHS. Pedersen a Key diskutují uskřínutí vápenatých depot o střechu ramenního kloubu. Tato představa anatomicky preformovaného těsného prostoru a z toho rezultující terapie se vrací k Watson-Jonesovi (1939) jako k prvnímu, který provedl totální akromionektomii. Tento princip léčby se však vzhledem k funkčním i kosmetickým problémům neprosadil. Diamond (1964) se zabýval kompresním fenomenem akromia a Pujadas (1970) popisuje dekompresi subakromiálního prostoru resekci lig. coracoacromiale.

Název impingement zavedl Neer (1972) (11,12), který udává těsnost subakromiálního prostoru se sklonem ke kompresnímu fenoménu na subakromiální burzu a rotátorovou manžetu jako příčinu obtíží při subakromiálním syndromu. Z poznatku, že přední okraj akromia a lig. coracoacromiale hrají hlavní roli v impingement syndromu, vypracovává techniku přední akromioplastiky (obr. 26), která se široce dle jeho popisu rozšířila. Současně vytváří klasifikaci impingement syndromu a načrtává jeho patologický vývoj. Příčiny vidí v extrinsitních primárních faktorech "outlet" impingement s kompresí šlachy m.supraspinatus vzhledem k anatomickým variantám stropu subakromiálního prostoru, v extrinsitních sekundárních (glenohumerální nestabilita atd.), stejně jako v intrinsitních faktorech (degenerativní změny až ruptury v hypovaskulární zóně šlachy m.supraspinatus).



Obr. 26. Schéma Neerovy akromioplastiky, volně podle Neer (11)

S pokračujícími zkušenostmi s endoskopickými výkony v G-H kloubu začaly první pokusy s artroskopickou dekompresí subakromiálního prostoru (dále ASD). Ellmann vytvořil počátkem osmdesátých let techniku ASD a v roce 1987 publikuje své 1-3 leté pooperační výsledky (4). Na základě dobrých Ellmannových výsledků přistoupili další operatři k ASD při impingement syndromu I., II., částečně i III. stupně dle Neerovy klasifikace.

Na naší klinice provádíme ASD v indikovaných případech od roku 1994.

1.2.2. Funkční anatomie subakromiálního prostoru

V oblasti ramena tvoří ramenní kloub a s ním spojené další klouby společně s vazy funkční jednotku. Pro kinematiku ramena jsou mimoto významné dva kluzné prostory, tzv. subakromiální vedlejší kloub a tzv. thorakoskapulární kloub (20).

V centru kloubního systému krajiny ramena stojí articulatio humeri. Ramenní kloub je svalově ovládán *m. deltoideus* a svaly rotátorové manžety. Šlachy *mm. subscapularis*, *supraspinatus*, *infraspinatus* a *teres minor* jsou v blízkosti úponů pevně spojeny s kloubním pouzdrem. Kraniální části *mm. infraspinatus* a *subscapularis* stejně jako celá šlacha *m. supraspinatus* procházejí od jejich úponu na humeru skrze *spatium subacromiale* mezi *fornix humeri* a hlavicí kosti pažní. Při elevaci paže procházejí kraniální části šlach *mm. infraspinatus* a *subscapularis* stejně jako celá šlacha *m. supraspinatus* s jejich úponovými zónami pod střechem ramenního kloubu (1).

Klouzavé lůžko nad šlachou *m. supraspinatus* a nad kraniální částí *m. infraspinatus* je subakromiální burza, která většinou komunikuje s burzou subdeltoideální. Prostor pro burzy tvoří kloubní dutinu Pfuhlem (1933) popsaného subakromiálního vedlejšího kloubu. Mezi *processus coracoideus* a kraniálním okrajem šlachy *m. subscapularis* leží bursa subtendinea *m. subscapularis*, která je často spojená s bursa subcoracoidea. Bursa subtendinea *m. subscapularis* ve většině případů komunikuje přes tzv. *foramen Weitbrechti* s kloubní dutinou G-H kloubu.

Kaudální ohraničení subakromiálního prostoru.

Úponové šlachy *mm. supraspinatus* a *infraspinatus*, stejně jako *lig. coracohumerale*, tvoří kaudální ohraničení subakromiálního vedlejšího kloubu. Obvykle není komunikace mezi kloubní dutinou ramena a vedlejším subakromiálním kloubem. V anatomické literatuře popisované spojení mezi oběma prostory je způsobeno defekty šlachy *m. supraspinatus*, které musí být hodnoceny jako patologie.

Inzerce *m. supraspinatus*, která má největší část na *tuberculum majus*, je variabilní. V jedné třetině případů běží přední část úponové šlachy ventrálně a upíná se na *tuberculum minus*. U velkých defektů šlachy *m. supraspinatus* lze jednoznačně rozeznat na *tuberculum minus* běžící šlachový pruh. Úponová šlacha *m. supraspinatus* se strukturou odlišuje od normální tahové šlachy; je na základě svého průběhu kluznou šlachou, pro kterou je hlavice humeru opěrným pilířem. Šlacha je ve vzdálenosti cca 1-2 cm od svého úponu na *tuberculum majus* tvořena vláknitou chrupavkou. 1-2 cm dlouhá chrupavčitá zóna je avaskulární. Strana šlachy naléhající na subakromiální burzu má strukturu tahové šlachy a je tvořena pevným

vazivem; tato část šlachy je zásobena cévami. Tvorba vláknité chrupavky v úponové šlaše m. supraspinatus je fyziologické funkční přizpůsobení v oblasti opakujícího se tlakového a třecího zatížení. Vláknitá chrupavka šlachy m. supraspinatus tvoří funkční souvislost se vznikem ruptur.

Kloubní dutina vedlejšího subakromiálního kloubu.

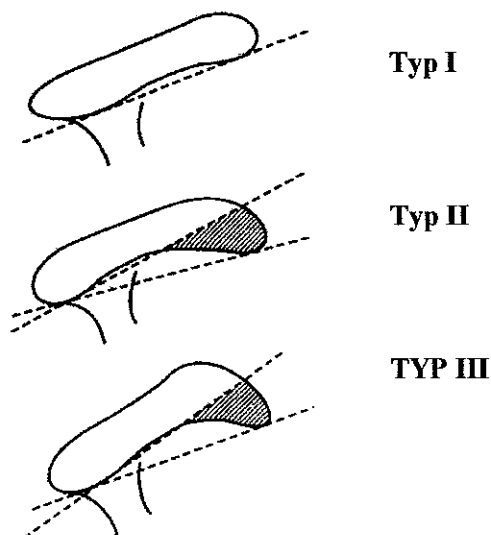
V subakromiálním vedlejším kloubu tvoří subakromiální a s ní komunikující subdeltoidální buza kloubní dutinu. Subakromiální burza běžně zasahuje pod fornix humeri, dále do oblasti akromioklavikulárního kloubu a mediálně do fossa supraspinata. Se svalovinou m. supraspinatus je subakromiální burza posunlivě spojena řídkou pojivovou tkání. Její rozšíření ventrálně je variabilní; ve většině případů tvoří její přední hranici lig. coracohumerale.

Kraniální ohraničení subakromiálního prostoru.

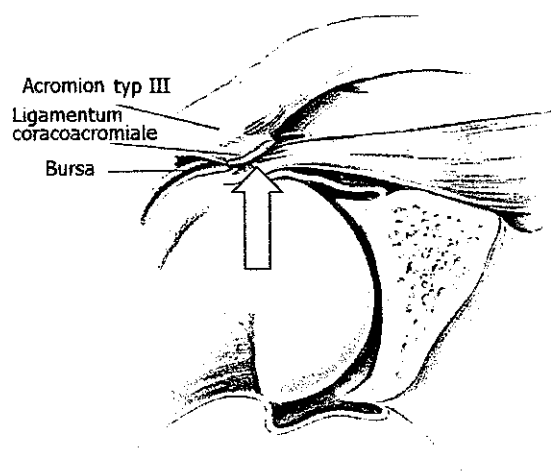
Střecha ramenního kloubu, fornix humeri s akromiem, lig. coracoacromiale a processus coracoideus tvoří společně s akromioklavikulárním kloubem kraniální ohraničení subakromiálního prostoru.

Typ akromia je variabilní. Bigliani rozlišuje tři typické formy akromia (2), (obr.27). U typu I je spodní plocha akromia rovná, u typu II zahnutá. Typ III s hákovitým zalomením tvoří přechod k patologickým změnám. Dle výzkumů Biglianiho byl u ruptur rotátorové manžety v 70% případů pozorován III. typ akromia.

Lig. coracoacromiale je trojúhelníkovitý vaz, který vychází ze spodní strany předního okraje a hrotu akromia. Vaz běží nejčastěji ve dvou silných porcích k mediálnímu a laterálnímu zadnímu okraji processus coracoideus. Mezi vlákny nebo po okraji vazy běží větve vasa thoracoacromialia a vasa circumflexa humeri do spatium subacromiale.



Obr. 27. Typy akromia, volně podle Resch (17)



Obr. 28. Impingement syndrom, volně podle Esch (5)

1.2.3. Klinická patologie subakromiálního prostoru

Díky specifickému anatomickému uspořádání subakromiálního prostoru zde vznikají dva důležité patologické obrazy:

- impingement syndrom
- ruptura rotátorové manžety

Oba se klinicky projevují bolestmi, zvláště v noci, při ležení na postiženém ramenu a bolestivým úhlem mezi 60 a 120 st. abdukce paže. Diagnózu upřesní lokalizovaná palpační bolestivost svalových úponů, příslušné pozitivní testy na impingement, impingement test s lokálním anestetikem, Rtg snímky se sekundárními změnami, sonografie a artroskopie. Menší význam pro diagnózu má MRI, CT s dvojitým kontrastem a artrografie.

Pro vysvětlení etiologie impingement syndromu existují různé teorie. Od mechanického slepení přes přetížení akromia až po poruchy prokrvení a přímé trauma.

1.2.3.1. Impingement syndrom

Vlastní pojem impingement a později supraspinatus-outlet-syndrom pochází od Neera, který 1972 jako první předkládá etiologickou, diagnostickou a terapeutickou koncepci syndromu (11,12). Je znám také pod názvem "Painful-arc-syndrom". Vycházejí z anatomické studie sto ramenních preparátů si všímá vztahu mezi předními dvěma třetinami akromia, lig.coracoacromiale a nejčastější lokalizací ruptur rotátorové manžety. Příčina, impingement,

je frikce mezi rotátorovou manžetou a fornix humeri při abdukci a vnitřní rotaci paže (obr. 28). Představa vyvíjejícího se patologického procesu od chronické burzitidy až ke kompletní ruptuře rotátorové manžety a jednoduchý operační výkon, přední akromioplastika, pomohly k vysoké úspěšnosti léčby a to asi v 80-90 % případů (11). Pro pochopení etiologie impingement syndromu je vhodné rozdělení příčin na:

- extrinsitní primární impingement
- extrinsitní sekundární impingement
- intrinsitní impingement.

Extrinsitní primární impingement

K zevním, extrinsitním, faktorům patří primární impingement při patologicky hypertrofickém lig. coracoacromiale, event. při jeho kalcifikaci /"outlet - impingement"/, os acromiale, akromioklavikulární kloub, různé tvary anterolaterální části akromia ev. chronická synovialitis subakromiální burzy.

Dle Bigliani a Morrisona (2) se rozlišují tři typy akromia. Typ I s hladkou rovnou spodní plochou se vyskytuje asi v 17 % případů, typ II lehce až silně zahnutý ve 43 % a hákovitý typ III byl pozorován ve 40 %. V korelaci s lézí rotátorové manžety se vyskytoval hákovitý typ akromia u 73 % preparátů.

Os acromiale vzniká nedostatečným kostním spojením osifikačních center lopatky v průběhu osifikace. Výskyt je asi 2 - 3 % a v 60 % bilaterálně.

U pacientů s impingement syndromem se ve 30 % vyskytují degenerativní změny akromioklavikulárního kloubu, často provázené tvorbou osteofytů na jeho spodní ploše. Mimoto může být kloubní pouzdro akromioklavikulárního kloubu zbytnělé z jiných příčin.

Extrinsitní sekundární impingement

Sekundární impingement může mít příčinu ve zvýšeném postavení hlavice humeru při nestabilitě nebo laxicitě glenohumerálního kloubu, při poruše svalové nebo neurologické kontroly rotátorové manžety, vysokém postavení velkého hrbolu nebo zvětšení objemu měkkých tkání šlachy m. supraspinatus při její hypertrofii či zánětu.

U mladých sportovců se zatížením paže v elevaci (plavci, volejbalisté, oštěpáři) se může objevit laxicita pouzdra se zvýšením hlavice humeru, což vede ke kompresi rotátorové manžety oproti fornix humeri.

Při thorakoskopulární nestabilitě, která bývá pozorována též u sportovců, dochází k nesprávnému pohybovému stereotypu v glenohumerálním kloubu a tím opět ke zvýšenému tlaku v subakromiálním prostoru.

Při lézi šlachy DHB je zvětšená anterosuperiorní nestabilita G-H kloubu. Při současném poškození glenoidálního labra ve smyslu SLAP-léze je ještě zvýrazněna.

Intrinsitní impingement

Do skupiny vnitřních (intrinsitních) faktorů patří impingement při přetížení s poruchou prokrvení, způsobenou kompresí v kritické zóně distální horní části šlachy m. supraspinatus vzdálené cca 0,5-1 cm od jejího úponu. Tato zóna je zásobena z anastomozy mezi dvěma konečnými cévními větvemi. Jedna pochází z oblasti tuberculum majus a druhá z vlastního svalu. Při trvajícím tlaku hlavice humeru proti šlaše supraspinatu a akromiu je prokrvení v kritické zóně prakticky přerušeno.

Klíčem k objasnění impingement syndromu je repetitivní přetížení m. supraspinatus, ke kterému dochází např. při práci nad hlavou, excentrickými kontrakcemi m. supraspinatus spojenými s vnitřní rotací paže. Opakované ischemie vedou postupně k malým šlachovým lézím, které přes zánětlivý proces vedou k dalším degenerativním změnám včetně tendinitis calcarea a event. rupturám rotátorové manžety.

Pseudoimpingement syndrom

Obtíže jako při impingementu může způsobit při ruptuře šlachy DHB její proximální pahýl uskřínující se mezi hlavici humeru a glenoidální jamku. Artroskopická resekce proximálního pahýlu šlachy a debridement glenoidálního labra s následnou refixací distálního pahýlu do oblasti sulcus intertubercularis vede ke zklidnění obtíží.

Subkorakoidální impingement

Od subakromiálního impingementu je třeba odlišit impingement subkorakoidální. Od subakromiální burzy oddělená ostrým okrajem lig. coracoacromiale leží vpředu burza subkorakoidální, velmi malý prostor mezi processus coracoideus a tuberculum minus. Při flexi a vnitřní rotaci paže se nejsilnější část šlachy m. subscapularis spolu s lig. glenohumerale superius a medius posunují společně pod processus coracoideus a přitlačují se k sobě.

Vyvolávajícím momentem je stress při přetížení ve flexi a vnitřní rotaci paže, jako je pozorován při hodů oštěpem, plavání, tenisu a pod.

Další příčiny subkorakoidálního impingementu mohou být traumatické etiologie. Např.: zlomenina processus coracoideus, tuberculum minus, ruptury šlachy m. subscapularis, často spojené s luxací šlachy dlouhé hlavy bicepsu a pod. Dále jizvy po operacích pro glenohumerální nestabilitu.

Stadia impingement syndromu

Dle Neera (11,12) opakovaná mikrotraumata rotátorové manžety o korakoakromiální strop vedou v I. stadiu k reverzibilním zánětlivým změnám s edémem, hyperemií a drobnými hemoragiemi v oblasti šlachy m. supraspinatus. Subakromiální prostor se otokem zmenšuje a doprovázející buzitida omezuje rotátorovou manžetu v jejím pohybu. Toto stadium postihuje zvláště pacienty do 25 let a je často příčinou pracovní a sportovní neschopnosti. Při adekvátní konzervativní terapii a klidu jsou změny reverzibilní. Patologické Rtg změny v tomto stadiu nepozorujeme.

Ve II. stadiu převažují chronické fibrózní zánětlivé změny rotátorové manžety po opakovaných impingementových epizodách. Burza je zánětlivě ztlustělá a fibrotická. Chronická iritace vede ke zjizvení a malým trhlinám na horní ploše rotátorové manžety, které již nejsou plně reverzibilní. Toto stadium vidíme u pacientů mezi 25 a 40 lety. Radiologicky lze pozorovat lehkou sklerotizaci a event. cystická projasnění v oblasti tuberculum majus. Konzervativní terapie v tomto stádiu je méně úspěšná. Zato burzektomie a ASD, event. otevřená akromioplastika dle Neera má velmi dobré výsledky.

Stadium III. se vyznačuje kostními změnami na tuberculum majus a osteofyty na anterolaterální hraně akromia v prodloužení lig. coracoacromiale. V dalším průběhu se objevují osteofytické reakce na spodní ploše akromia a v oblasti akromioklavikulárního kloubu. Objevují se malé i větší trhliny rotátorové manžety, které mohou prostupovat celou její tloušťkou. Nejčastěji jde o pacienty ve věku nad 40 let. Operační výkony zahrnují nejen ASD, ale také rekonstrukce ruptur rotátorové manžety a SLAP-léze.

1.2.3.2. Ruptury rotátorové manžety

Ruptury degenerativně nepostižených šlach mohou vznikat u mladých pacientů traumaticky při náhlém přetížení šlachy. Jsou pozorovány také při luxaci ramena, zde je třeba na ně vždy myslet. Zpravidla ale vznikají na degenerativním podkladě, kdy dojde k ruptuře při menším zatížení. Dále se ruptury dělí dle průniku do hloubky rotátorové manžety na kompletní a inkompletní, dle velikosti, typu, průniku do glenohumerálního kloubu a lokalizace (18).

Rozdělení ruptur

- etiologie	traumatické degenerativní
- průběh	akutní chronické
- rozsah poškození (dle Laughlina)	inkompletní kompletní
- velikost (dle Batemana)	Bateman I: do 1 cm Bateman II: 1 - 3 cm Bateman III: 3 - 5 cm Bateman IV: nad 5 cm
typ	longitudinální transversální triangulární masivní /defekt/
lokalizace	Sektor A: ventrální léze až k úponu lig. coracoacromiale Sektor B: centrální léze v oblasti m. supraspinatus Sektor C: dorsální léze v oblasti m. infraspinatus a m. teres minor

Šlacha dlouhé hlavy bicepsu má těsný vztah k rotátorové manžetě. Při poruše manžety dochází k uvolnění šlacha a jejím degenerativním změnám až k následné ruptuře. Ruptura šlacha dlouhé hlavy bicepsu je tedy často ukazatelem ruptury rotátorové manžety.

1.2.3.3. Tendinitis calcarea

Klinicky a etiologicky se rozlišují tři fáze (14,19):

- formativní
- resorpční
- rekonstrukční

Formativní fáze je často klinicky němá, ovšem může způsobovat obraz impingement syndromu. Rtg ukazuje kontrastní ostře ohraničené ložisko. Jedná se o reaktivní, ale ne dystrofickou kalcifikaci.

Během následné resorpční fáze proliferují do dosud málo cévnaté tkáně nové cévy. Lze zde pozorovat zmnožení makrofágů a obrovskobuněčných buněk, později fibroblasty. Tyto aktivity jsou provázeny otokem, který vede ke zvýšení intratendinózního tlaku, což vysvětluje silné bolesti. Rtg v této fázi ukazuje rozpouštění vápenatých ložisek, jejich ohraničení již není tak ostré a hustota se též snižuje. Provalení nyní již "smetanovitého" vápenatého ložiska do subakromiální burzy není zvláštností.

Fagocytární fáze přechází do fáze rekonstrukční, během které nově formovaná kolagenní vlákna přestavují původní ložisko

1.2.4. Indikace k operaci

Indikací k ASD (6,10,17) je impingement syndrom II. a III. st. dle Neera, tendinitis calcarea, typ akromia II a III, které se převedou na typ I (obr. 29), produktivní změny spodní plochy akromia a akromioklavikulárního kloubu. Při III.st. impingementu je třeba dle možností provést suturu event. rekonstrukci rotátorové manžety .

Než je pacient k ASD indikován, měl by být intenzivně konzervativně léčen minimálně 6 měsíců bez tendence ke zlepšení.

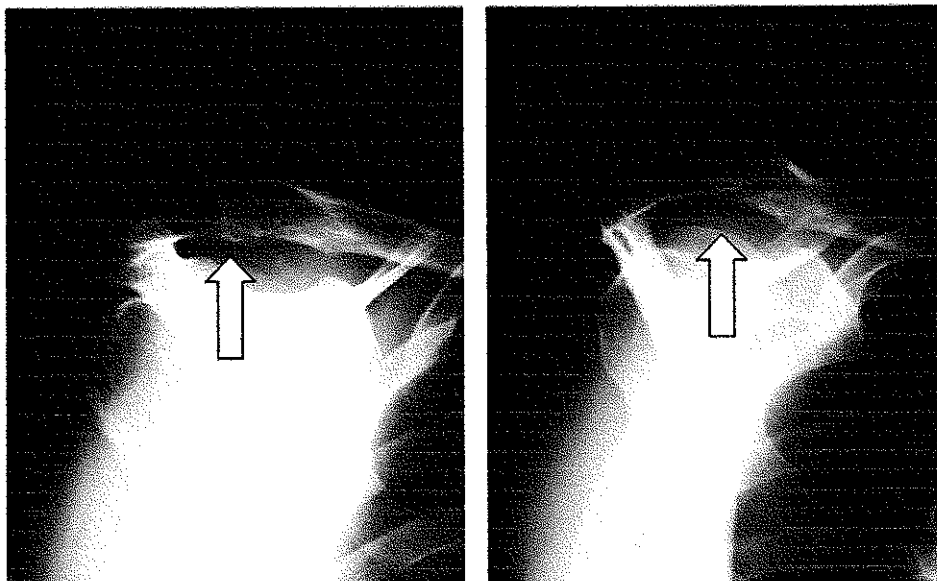
Každodenní běžné pohybové aktivity jsou bolestivé a při klinickém vyšetření má pacient typické symptomy odpovídající impingementu, včetně pozitivního impingement testu s lokálním anestetikem.

Jako dobrá indikace k ASD je dnes považován impingement syndrom II. st dle Neera a tendinitis calcarea. Při parciálních a totálních rupturách rotátorové manžety menších velikostí se doporučuje artroskopická sutura, event. otevřená z malé incize. U velkých defektů dle možností indikována rekonstrukce rotátorové manžety. Záleží na možnosti mobilizace pahýlu, rozsáhlé plastiky manžety se v současné době neprovádějí.

Sekundární impingement při nestabilitě GH-kloubu k ASD indikován není, ale je možno po artroskopické revizi provést artroskopickou refixaci labra, stejně u SLAP léze. Ruptury šlachy dlouhé hlavy bicepsu se řeší otevřenou tenodézou a artroskopickou resekci proximálního pahýlu šlachy.

Při laxicitě kloubního pouzdra dochází k impingementu ne pro těsný subakromiální prostor, ale pro insuficienci rameno stabilizujících svalů a vazů a tím ke zvětšení posunlivosti hlavice humeru oproti glenoidální jamce. Samotná dekomprese zde patologii neodstraní, proto je před plánovanou dekompresí v těchto případech nutná cílená léčebná tělovýchova k posílení stabilizátorů ramena. Tento obraz se vyskytuje u mladých sportovců plavců, oštěpářů a pod..

U impingementu m. subscapularis na spodní ploše processus coracoideus není ASD indikována.



Obr. 29. RTG nález před ASD - zahnutý akromion (a) a po operaci (b)

1.2.5. Vlastní soubor

1.2.5.1 Sestava nemocných

V letech 1994 - 2003 jsme operovali 89 pacientů pro impingement syndrom (pacienty s defektem rotátorové manžety jsme do souboru nezařadili, ve druhé době následovala otevřená operace). Zkontrolováno bylo 86 pacientů, z toho bylo 61 mužů a 25 žen. Pacienty jsme kontrolovali 6-12 měsíců po operaci. Pacienti byli ve věku 19-68 let, v průměru 42,3 roku. Dominantní končetina byla operována u 70 pacientů. Vpravo jsme operovali v 69, vlevo v 17 případech. Úraz předcházel u 19 pacientů. Anamnéza obtíží před operací byla 6 měsíců až 8 let. Konzervativní léčba předcházela operaci nejméně 6 měsíců, v průměru 17 měsíců.

Pacienti indikovaní k ASD měli klinické známky impingement syndromu. V 5 případech jsme pro patologii v oblasti A-C kloubu (artróza, osteolýza) provedli současně resekci laterálního okraje klíční kosti. V 18 případech byla přítomna adhezivní kapsulitida.

Rtg vyšetření vždy provádíme ve 2 projekcích – předozadní a Y projekci. Sledovali jsme typ akromia, zúžení subakromiálního prostoru, patologii A-C kloubu, kalcifikace, stav glenohumerálního kloubu (tab. 1).

Peroperačně jsme sledovali stav glenohumerálního kloubu, rotátorové manžety, subakromiální burzy, subakromiálního prostoru, spodní plochy akromia, osteofyty na spodní

ploše A-C kloubu (tab.3).

Výsledky léčby jsme hodnotili dle UCLA-Score (tab.2). Komplikaci ve smyslu poranění nervověcévních struktur nebo infekci jsme nezaznamenali.

Tab. 1. Rtg nálezy

G-H kloub	artróza	6
A-C kloub	artróza	13
	osteolýza	2
	spodní osteofyty	20
Akromion	typ I	9
	typ II	52
	typ III	25
Kalcifikace		16

Tab. 2. UCLA skóre

Velmi dobré	29	81% uspokojivé
Dobré	41	
Mírné zlepšení	14	19 % neuspokojivé
Špatné	2	

Tab. 3. Peroperační nálezy

G-H kloub	synovitida	24
	artróza	12
	degen. změny šlachy DHB	5
	SLAP léze	2
	adhezivní kapsulitida	18
	nestabilita	6
A-C kloub	spodní osteofyty	12
	artróza	5

RM	degenerativní změny	24
	parciální ruptura	16
	kalcifikace	8

1.2.5.2. Operační technika

Princip operace spočívá v artroskopické akromioplastice (4,11,12). K ASD je možno nemocného uložit ve dvou polohách: na boku a v polosedě. My používáme polohu na boku (obr. 4). Výkon provádíme v anestézii celkové, regionální nebo v kombinaci obou technik. Pokud je současně zjištěna adhezivní kapsulitida, provedeme v narkóze redres ramenního kloubu, často se slyšitelným uvolněním adhezí. Redres je nutno provádět šetrně pro riziko zlomeniny humeru. K ASD používáme dva, resp. čtyři přístupy: zadní a laterální, event. k vyšetření G-H kloubu přední a k resekci laterální části klíční kosti horní přední (obr. 5,6,7,8).

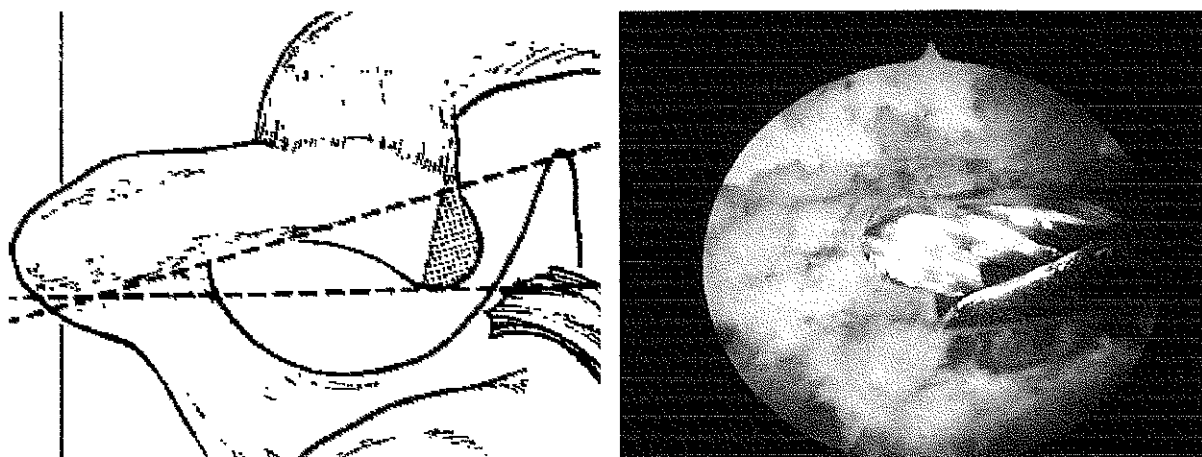
Součástí operace je revize G-H kloubu ze zadního přístupu.

Ze stejného přístupu se nad svaly rotátorové manžety dostaneme do subakromiálního prostoru (obr.30). Injekčními jehlami, zavedenými při zadním, anterolaterálním a anteromediálním okraji akromia do subakromiálního prostoru, si ohraničíme akromion na jeho spodní ploše, kde se potom lépe orientujeme (obr. 23), (5). Po naplnění tekutinou zavedeme z laterálního přístupu shaver se synovialoresektorem nebo VAPERem a v potřebném rozsahu odstraníme subakromiální burzu (obr. 31). Potom můžeme vyšetřit rotátorovou manžetu. Zde sledujeme její celistvost a hledáme event. ruptury. Menší je možno artroskopicky přišít pomocí intraoseálně zavedených skobiček s monofilními vlákny. Eventuálně pokud to není technicky možné, ošetříme defekt z malého řezu laterálně od akromia. Velké defekty v jedné době nebo odloženě uzavřeme vhodnou plastikou.

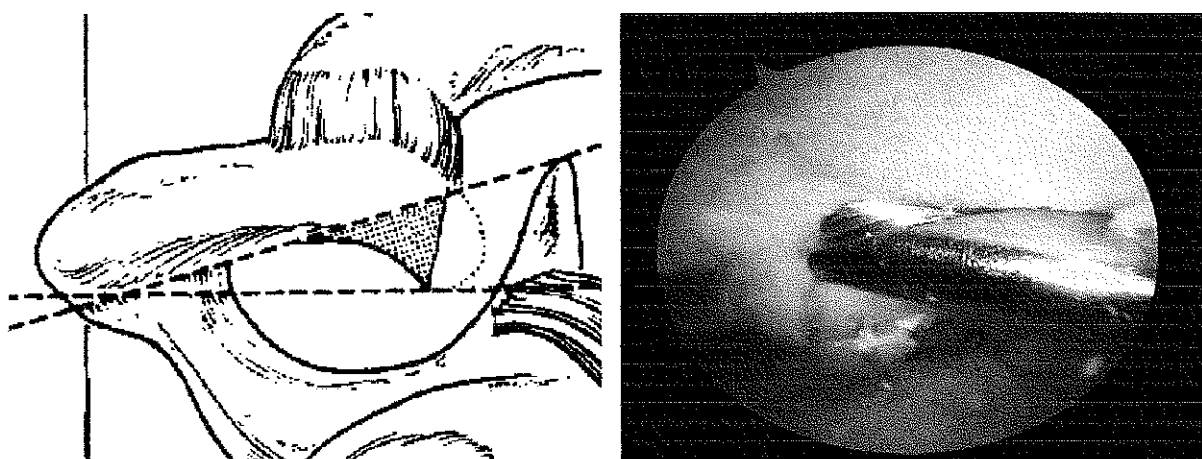
Někdy je možno na povrchu manžety pozorovat bílá až žlutavá ložiska kalcifikací. Ta malou exkochleační lžičkou vyprázdníme, vápenaté hmoty vypláchneme a původní ložisko šetrně ošetříme shaverem, nesmíme být přitom příliš radikální, abychom na manžetě nevytvořili defekt. Někdy jsou ložiska kalcifikací uložena v hlubší vrstvě manžety a nejsou na povrchu patrná. Potom je s přihlédnutím k Rtg snímkům najdeme pomocí jednorázové injekční jehly perkutánně zaváděné laterálně od akromia do rotátorové manžety. Nejčastěji se nacházejí v rozsahu několika centimetrů od úponu manžety na tuberculum majus mediálně.

pacienta pod 100 mmHg (9). Dobrý přehled v operovaném prostoru bez krvácení je podmínkou precizního provedení výkonu a kratšího operačního času.

Po ukončení operace vypustíme ze subakromiálního prostoru roztok, z laterálního přístupu zavedeme Redonův drén a zašijeme kožní incize. Pooperační otok oblasti ramena, způsobený difusí vyplachovacího roztoku bez následků do 24 - 48 hodin vymizí.



Obr. 33. Resekce přední části akromia (a) , volně podle Esch(4), operační nález (b)



Obr. 34. Resekce zadní části akromia (a) , volně podle Esch(4), operační nález (b)

1.2.5.3. Technické vybavení

Mimo standartního artroskopického vybavení k operaci používáme pumpu na roztoky, shaver s frézami 4,5mm (Full-radius-resector, acromionizer a kuličková fréza), VAPR k resekci měkkých tkání a koagulaci při peroperačním krvácení.

1.2.5.4. Komplikace

Peroperační komplikace

- poranění nervově-cévních struktur při nestandardních operačních přístupech

- poranění chrupavek a ostatních tkání v glenohumerálním kloubu i v subakromiálním prostoru při nešetrné operační technice
- distenze brachiálního plexu při těžkém závaží na extenzi

Pooperační komplikace

- povrchový infek
- hluboký infek, event. purulentní arthrit
- nedostatečná resekce akromia s trvajícím příznaky impingementu
- příliš velká resekce akromia a jeho oslabení s možností zlomeniny
- omezená hybnost při špatně provedené akromioplastice
- omezená hybnost při nedostatečně prováděné pooperační RHB při nespolupráci pacienta.

1.2.5.5. Pooperační péče

Pooperačně necháváme končetinu volně, bez fixace. Podáváme nesteroidní antiflogistika 7 dní, při bolesti analgetika. Vhodná je lokální léčba ledem.

První pooperační den jsou převázány rány a odstraněn drén. Následuje pasivní rozcvičení ramena krouživými pohyby před tělem v předklonu.

Od druhého pooperačního dne, pokud nebyla provedena sutura rotátorové manžety, začneme s pasivním i aktivním cvičením pod vedením rehabilitačního pracovníka. Jediným limitujícím faktorem může být bolest. Cvičení je zaměřeno na pasivní i aktivní rozsah pohybu, protahovací a postupně posilovací cviky m. deltoideus a svalů rotátorové manžety. Po propuštění pacient pokračuje ve cvičení dle nácviku doma nebo na rehabilitaci ambulantně.

Cílem rehabilitace je nebolestivý plný pohyb ramena do šesti týdnů po operaci. Pacienti jsou schopni lehké práce po 1 měsíci, těžké po 3 měsících od operace. Rekreační sport jsou schopni provozovat po dosažení nebolestivého plného pohybu a dostatečné síly, obvykle 1-3 měsíce po operaci.

1.2.5.6 Hodnocení výsledků

Výsledky po ASD je možno objektivizovat pomocí UCLA-Score (University of California at Los Angeles shoulder rating) dle Ellmana (4).

UCLA-Score

Kategorie	Body	Nález
Bolest	1	silná bolest, trvalá, nesnesitelná, často silná analgetika
	2	silnější bolest, snesitelná, občas silná analgetika
	4	žádná nebo jen malá bolest v klidu, vzniká při malé aktivitě
	6	bolest při velké zátěži
	8	občasná lehká bolest
	10	žádná bolest

Funkce	1	končetina nefunkční
	2	možná jen lehká aktivita
	4	lehká domácí práce a většina denních činností
	6	většina domácích prací, oblékání, nakupování, řízení auta
	7	jen minimální omezení, schopnost práce nad hlavou
	10	normální aktivita

Aktivní antevertze

5	nad 150 st.
4	120-150 st.
3	90-120 st.
2	45- 90 st.
1	30- 45 st.
0	do 30 st.

Síla při antevertzi (manuální svalový test)

5	st. 5 (normální)
4	st. 4 (dobrá)
3	st. 3 (dostatečná)
2	st. 2 (špatná)
1	st. 1 (jen svalová kontrakce)
0	st. 0 (nic)

Spokojenost pacienta

5	spokojen a zlepšen
0	nespokojen

Hodnocení (maximum 35b)

34-35	výborné
34-36	dobré
34-37	mírné zlepšení
0-20	špatné

1.2.5.7. Výsledky

U sledovaných 86 pacientů po ASD v rozmezí 6-12 měsíců po výkonu jsme zaznamenali dle UCLA-Score u 29 pacientů velmi dobrý výsledek, u 41 dobrý, u 14 mírné zlepšení a u 2 pacientů byly výsledky špatné. Uspokojivé výsledky byly tedy dosaženy u 81% a neuspokojivé u 19% pacientů (tab.3). U 5 mírně zlepšených pacientů byly nalezeny degenerativní změny rotátorové manžety. U 10 mírně zlepšených pacientů byla současně přítomna před operací adhezivní kapsulitida. Na horším výsledku operace se u 8 pacientů podílel cervikobrachiální syndrom při degenerativních změnách krční páteře. 6 pacientů mělo různý stupeň nestability G-H kloubu a jednalo se tedy o sekundární impingement. Špatný výsledek u 1 pacienta byl způsoben malým rozsahem akromioplastiky a 1 pacient měl současně inveterovanou rupturu šlachy dlouhé hlavy bicepsu. Docházelo u něho ke kraniálnímu posunu hlavice humeru a byly nalezeny těžké degenerativní změny RM s parciální rupturou.

1.2.6. Diskuze

V literárních údajích se velmi dobré a dobré výsledky po ASD pohybují mezi 73-94% (3,4,8,15,16). V našem souboru byly dobré a velmi dobré výsledky dosaženy u 81% pacientů. Neuspokojivé výsledky operace jsme zaznamenali u 19% pacientů.

Horší výsledky byly u 14 pacientů, kde bylo 5 pacientů s degenerativními změnami rotátorové manžety, 10 mělo současně adhezivní kapsulitidu, u 6 pacientů byl nestabilní glenohumerální kloub a 8 pacientů mělo cervikobrachiální syndrom. Také současná adhezivní kapsulitida zhoršovala výsledky ASD v 10 případech.

V jednotlivých studiích jsou různě hodnoceny peroperační nálezy a jsou používána různá kritéria hodnocení výsledků. Horší výsledky jsou udávány pacientů s úrazovou anamnézou, kde jsou často současně parciální ruptury rotátorové manžety a nestabilita G-H kloubu (15). Sekundární impingement při nestabilitě je nutno určit při pečlivém předoperačním vyšetření. Při lehkém stupni nestability je ale často přehlédnut a bolesti v subakromiálním prostoru jsou připisovány impingement syndromu, protože se často jedná o sportovce a těžce pracující a klinické a Rtg vyšetření vede k diagnóze impingement syndromu. Až při artroskopii G-H kloubu je zjištěna nestabilita. Pokud se jedná o lehký stupeň je indikována konzervativní léčba zaměřená na posilovací cviky. Při těžším stupni je nutno provést stabilizační výkon (3). SLAP léze může být též příčinou sekundárního impingementu a je indikována k artroskopické refixaci (16). V naší sestavě jsme SLAP lézi zaznamenali ve 2 případech.

Kalcifikace v rotátorové manžetě jsou indikovány k artroskopickému ošetření a současně je provedena ASD. Impingement syndrom je často příčinou ukládání vápenatých hmot v degenerativně změněné rotátorové manžetě (14). Výsledky po evakuaci vápenatých hmot z rotátorové manžety byly dobré což udává i literatura (15). Současná adhezivní kapsulitida, projevující se bolestí a omezenou hybností ramenního kloubu, je redresem a ASD léčena se často podílí na horších výsledcích (7,17). V našem souboru v 10 případech.

Patologie A-C kloubu bude probrána v další kapitole. V tomto souboru se vyskytovala ve 13 případech a současnou resekci laterálního okraje klíční kosti jsme provedli u 5 pacientů ve 3 případech s dobrým efektem. 2 pacienti měli dále obtíže při těžké práci pro současné degenerativní změny na rotátorové manžetě.

Z vedlejších diagnóz je třeba uvést cervikobrachiální syndrom, úžinové syndromy, tumory a zánětlivé afekce. V našem souboru byl u 8 pacientů současně zjištěn cervikobrachiální syndrom.

Špatné výsledky jsou způsobeny především technickými chybami při operaci (3,4,7). Jedná se o nedostatečnou resekci akromia. Rozsah resekce určujeme při předoperační přípravě podle tvaru akromia a výskytu osteofytů na Rtg snímku v AP a Y projekci (9,15). Jedná se ale pouze o orientační rozvahu, protože Rtg snímky mohou být zavádějící pro nestandardní projekci. Vlastní resekci akromia určíme až peroperačně. V našem souboru jsme nedostatečně resekovali akromion v jednom případě. Příčinou bylo peroperační krvácení a tím způsobený špatný přehled v operačním poli. Jednalo se o výkon, při kterém jsme zpočátku ještě nebyli vybaveni pumpou na proplachovou tekutinu a VAPERem ke koagulaci. Pro omezení peroperačního krvácení jsme dále zavedli modifikaci akromioplastiky, kdy resekujeme lig. coracoacromiale až ke konci akromioplastiky a tím omezíme krvácení z doprovodných cév. Další možnou technickou chybou je příliš velká resekce akromia a jeho následná zlomenina (4,9). Tuto komplikaci jsme nezaznamenali.

1.2.7. Závěr

Impingement syndrom II. st. dle Neera při rezistenci na konzervativní terapii šest měsíců a kalcifikace rotátorové manžety představují ideální indikace k ASD.

Princip akromioplastiky vychází z Neerovy přední akromioplastiky, kterou popsal v r. 1972. Při ASD dochází k menší traumatizaci m. deltoideus. Je menší pooperační intenzita bolesti než u otevřené akromioplastiky. Podstatnou výhodou je zkrácení rehabilitace s vyloučením svalového deficitu a rychlejší návrat do zaměstnání. Většinou 2-3 malé incize na

ramenu dávají excelentní kosmetické výsledky. Především u žen má tento aspekt velký význam.

Významnou předností arthroscopické techniky je současná inspekce glenohumerálního kloubu. Při sekundárním, ne vždy přesně klinicky vyznačeném impingementu, např. při nestabilitě G-H kloubu nebo při SLAP lézi, by otevřená akromioplastika nebyla správnou primární terapií. U nestability G-H kloubu a SLAP léze je metodou volby arthroscopická stabilizace, resp. refixace. Při ASD je možno současně provést evakuaci kalcifikací z rotátorové manžety a resekci laterálního okraje klíčku při patologii A-C kloubu. Pouze arthroscopie umožňuje přesnou diagnózu a terapii těchto lézí v jedné době. Nevýhodou metody je delší operační čas, vyšší jsou náklady na arthroscopické výkony.

Podle literárních údajů i našich zkušeností je uvedená metoda přínosem v léčbě patologií v oblasti subakromiálního prostoru a je možno ji zařadit mezi ostatní běžně prováděné arthroscopické operace.

Literatura

1. BARTONÍČEK J, HEŘT J: *Základy klinické anatomie pohybového aparátu*. Praha: Maxdorf, 2004.
2. BIGLIANI LU, MORRISON D, APRIL EW: The morphology of the coracoacromial arch and its relationship to rotator cuff tears. *Ortop Trans*, 1986, vol. 10, p. 228-234.
3. CANALE ST (eds): *Campbell's Operative Orthopaedics. 9th. ed.* St. Louis: Mosby, 1998, p. 1584.
4. ELLMAN H: Arthroscopic subacromial decompression: Analysis of one- to three-year results. *Arthroscopy*, 1987, vol. 3, p. 173-181.
5. ESCH JC, BAKER, LCH: *Arthroscopic surgery-the shoulder and elbow*. J.B. Lippincott Co., Philadelphia, 1993, p. 151-171.
6. HAWKINS RJ, KENNEDY JC: Impingement syndrome in athletes. *Am J Sport Med.*, 1980, vol. 8, p. 151-158.
7. JEROSH J, SCHRODER M, STEIBECK J, HALM H: Ursachen für Versager bei der arthroscopischen subacromialen Dekompression. *Arthroscopie*, 1995, vol. 8, p.111-116.

8. LUDWIG J, WITTENBERG R, HEDTMANN A: Indikationen, Techniken und Ergebnisse der endoskopischen Dekompression beim Impingementsyndrom der Schulter. *Arthroscopie*, 1995, vol. 8, p. 202-208.
9. McSHANE RB, LEINBERRY CHF, FENLIN JM Jr: Conservative Open Anterior Acromioplasty. *Clin. Orthop*, 1987, vol. 223, p. 137-144.
10. NEBELUNG W, KETTLER M, WIEDERMANN E, JAGER A, HOFFMANN F, BIRKNER W, KAAB MJ, SUDKAMP NP: Arthroskopische Rekonstruktion des Glenohumeralgelenks. In: NEBELUNG W, WIEDERMANN E (Hrsg) *Schulter-arthroskopie*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2002, p. 84-149.
11. NEER CS 2nd, SELECH RP: The shoulder in sports. *Orthop Clin North Am*, 1977, vol. 8, p. 583-591.
12. NEER CS: Anterior acromioplasty for the chronic impingement of the shoulder. *J Bone Joint Surg (Am)*, 1972, vol. 54, p. 41-50.
13. OGON P, OGON M: Aetiologie und Klassifikation des Impingement-Syndroms. Technik der Arthroskopischen subakromialen Dekompression In: NEBELUNG W, WIEDERMANN E (Hrsg) *Schulter-arthroskopie*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002, p. 153-188.
14. PAP G, MACHNER A, OGON P, OGON M: Kalkschulter. In: NEBELUNG W, WIEDERMANN E (Hrsg) *Schulter-arthroskopie*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2002, p. 241-257.
15. PODŠKUBKA A, STAŠA M, DVORÁK V: Artroskopická subakromiální dekomprese. *Acta Chir. Orthop. Traum. Čech.*, 2000, roč. 67, s. 175-180.
16. PODŠKUBKA A: Impingement syndrom a bolesti ramenního kloubu u sportovců. *Acta Chir. Orthop. Traum. Čech.*, 1999, roč. 66, s. 105-118.
17. RESCH H, SPERNER G, THÖNI H: Die arthroskopische subacromiale Dekompression. In: RESCH H, BECK E (Hrsg.): *Arthroscopie der Schulter. Diagnostik und Therapie*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1991, p.133-149.
18. ROCKWOOD CA Jr., LYONS FR: Shoulder Impingement Syndrome: Diagnosis, Radiographic Evaluation And Treatment with a Modified Neer Acromioplasty. *J. Bone Jt Surg.*, 1993, vol. 75-A, p. 409-424.
19. UTHOFF HK, SAKAR K: Calcifying tendinitis. In: ROCKWOOD CA, MATSEN FA (eds) *The Shoulder*. Saunders, Philadelphia, 1990, p. 774-790.
20. TILLMANN B, GEHRKE T: Funktionelle Anatomie des subakromialen Raums. *Arthroscopie*, Springer, Heidelberg, 1995, p. 209-217.

1.3. Resekce laterálního okraje klíční kosti

A-C kloub je často příčinou bolestivých symptomů ramenního kloubu, a to samostatně, nebo ve spojení s patologií rotátorové manžety. Artroskopická resekce A-C kloubu je artroskopickým ekvivalentem otevřené resekční artroplastiky, popsané Mumfordem a Gurdem v roce 1941 (1,8,13). Po rozvoji miniinvazivní artroskopické operativy v oblasti ramenního kloubu byla také zavedena metodika resekční artroplastiky A-C kloubu (6).

1.3.1. Etiologie

Bolestivé afekce v oblasti A-C kloubu, které jsou indikovány k A-C resekci je možno rozdělit do následujících skupin (18):

1. Primární artróza

2. Sekundární artróza

- posttraumatická
- zánětlivá (RA)
- postinfekční

3. Osteolýza

- idiopatická
- posttraumatická
- repetitivní mikrotraumata (vzpěrači)
- metabolická (hyperparathyroidismus, dna)

4. Pseudotumory

- chondromatóza

1.3.2. Diagnostika

Většina pacientů si stěžuje na bolesti celého ramena, někdy jsou lokalizované přímo do A-C kloubu. V anamnéze zjišťujeme prodělané úrazy, záněty, často aktivity spojené se zvedáním těžkých břemen (6,17,18).

Při klinickém vyšetření nalézáme palpační bolestivost na horní ploše A-C kloubu, někdy jeho krepitaci, deformity a otok. Specifickým testem v diagnostice patologie A-C

kloubu je horizontální test addukce, kdy položení ruky na druhé rameno při 90° abdukci ramena vyvolá bolest. Dalším testem je A-C painful arc, což je bolestivost při abdukci 140-150° (6,7). Klinické vyšetření můžeme doplnit testem s lokálním anestetikem, kdy instilujeme do A-C kloubu lokální anestetikum, po kterém vymizí bolestivost a pozitivita testů. Při artróze může být instilace anestetika do kloubu obtížná a test je falešně negativní. Dále je nutno určit stabilitu kloubu, protože pouze stabilní kloub je vhodný k artroskopické resekcí. Nestabilní kloub je nutno ošetřit otevřeně. Od patologie A-C kloubu je nutno odlišit patologii rotátorové manžety. Je však třeba pamatovat na to, že změny A-C kloubu a rotátorové manžety se mohou vyskytovat současně (2,6,9,15).

Na Rtg snímku A-C kloubu, který provádíme v AP projekci, nalézáme zúžení, nepravidelnost kloubní štěrbiny, sklerotizaci subchondrální kosti a produktivní změny (obr. 1a). V menším počtu případů pozorujeme osteolýzu laterálního okraje klíční kosti (3,10,19). Při podezření na impingement syndrom ramenního kloubu doplňujeme Rtg ramena o Y projekci. (obr. 10) a ultrazvukové vyšetření měkkých tkání (11,12). Při nejasné diagnóze je možno v jednotlivých případech indikovat scintigrafické vyšetření skeletu.

1.3.3. Indikace k operaci

Indikováni k operaci jsou pacienti s pozitivním klinickým a rentgenologickým nálezem, u kterých bolestivá symptomatika při denních aktivitách, práci a sportu přetrvává i přes konzervativní léčbu asi 6 měsíců. Indikací k operaci jsou: primární a sekundární artróza A-C kloubu, laterální osteofyt klíční kosti se subakromiální stenózou, bolestivá osteolýza laterálního okraje klíční kosti. Kontraindikací je chronická nestabilita A-C kloubu, ta je indikována k otevřené stabilizační operaci, nebo resekcí artroplastice (č).

1.3.4. Vlastní soubor

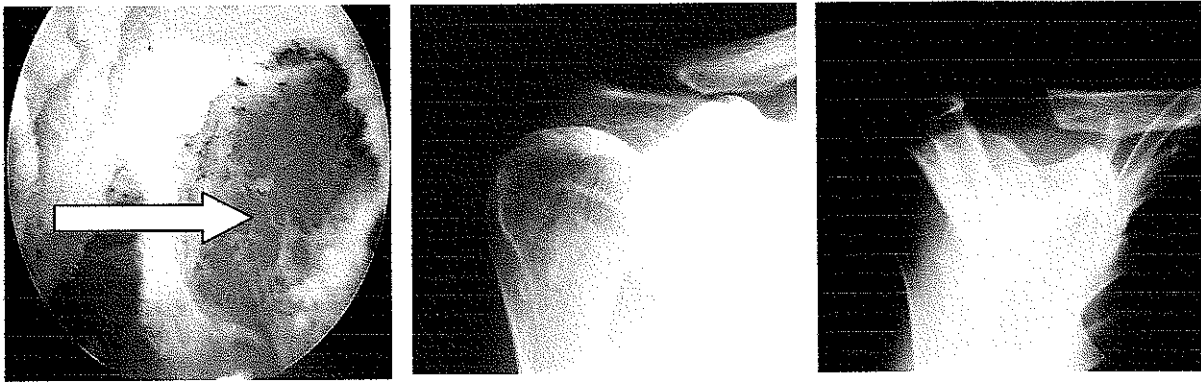
V letech 1997-2003 jsme operovali 9 pacientů pro artrózu A-C kloubu, z toho bylo 6 mužů a 3 ženy. Pacienti byli ve věku 41-64 let, v průměru 51,3 roku. V 5 případech jsme současně provedli artroskopickou subakromiální dekompresi pro impingement syndrom. V 6 případech se jednalo o primární artrózu A-C kloubu, ve 2 posttraumatickou a jednou osteolýzu laterálního okraje klíční kosti.

1.3.4.1. Operační technika

Princip operace spočívá v artroskopické resekci A-C kloubu a laterálního okraje klíční kosti (6,7,18). Při resekci A-C kloubu je nutno šetřit horní akromioklavikulární vaz. Současně jsou resekovány spodní osteofyty A-C kloubu a v indikovaných případech je prováděna současně subakromiální dekomprese (2,5,6,9,18).

K operaci je možno nemocného uložit ve dvou polohách: na boku a v polosedě. My používáme polohu na boku (obr. 4). Výkon provádíme v anestézii celkové, regionální nebo v kombinaci obou technik. Pokud je současně zjištěna adhezivní kapsulitida, provedeme v narkóze redres ramenního kloubu, často se slyšitelným uvolněním adhezí. Redres je nutno provádět šetrně pro riziko zlomeniny humeru.

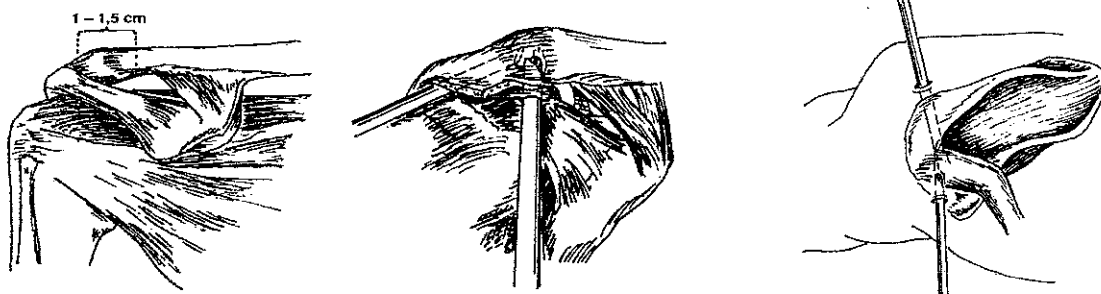
K operaci používáme tři přístupy: zadní, laterální a přední horní (obr. 5,6,8). Zadní port slouží k zavádění artroskopu do G-H kloubu a subakromiálního prostoru. Laterální port je pracovní přístup pro nástroje při subakromiální dekompresi. Předním horním portem zavádíme nástroje k resekci laterálního okraje klíčku. Běžně je využíván i horní port. My používáme pouze přední horní port k resekci klíčku z důvodu menší traumatizace měkkých tkání. Pokud je součástí operace také subakromiální dekomprese, revidujeme z dorzálního přístupu nejdříve obvyklým postupem G-H kloub. Subakromiální dekompresi provedeme před resekci klíční kosti. Full-radius resector nebo sondu VAPERu zavedeme z laterálního portu a současně s odstraněním měkkých tkání na spodní ploše akromia resekujeme i spodní pouzdro A-C kloubu, a tak si ozřejmíme kloubní šterbinu. Okraje akromia a A-C kloub si ohraničíme zavedením jednorázových jehel do subakromiálního prostoru. K orientaci slouží rovněž téměř vždy na spodní ploše A-C kloubu přítomná žlutá tuková tkáň. A-C kloub můžeme ozřejmit i tlakem na laterální okraj klíční kosti z kraniální strany. Po akromioplastice zavedeme resector z horního předního přístupu a odstraníme měkké tkáně z A-C kloubu se zachováním horní části pouzdra s akromioklavikulárními vazy (obr. 35). Následně acromionizérem nebo kuličkovou frézou resekujeme klíční kost v rozsahu 1-1,5cm. Resekci provádíme od spodního okraje kraniálně a pokračujeme dále dorzálně (obr. 36). V oblasti horního a zadního okraje kortikalis nesmíme ponechat ani lamelu kosti, aby nedocházelo k bolestivému dráždění a recidivě obtíží (6,16). Jako míra rozsahu resekce klíční kosti slouží průměr frézy 4,5mm. V případě, že resekce klíční kosti není dostatečná, můžeme resekovat asi 0,5cm mediálního okraje akromia, a tak resekční prostor zvětšit.



Obr. 35. St.p. resekci A-C kloubu: operační nález, šipka ukazuje resekovaný klíček (a), Rtg AP projekce (b), Y projekce (c)

Během výkonu dochází k menšímu či většímu krvácení, které je možno zastavit požitím VAPERu, zvýšením tlaku plnicí tekutiny. Dále snižuje krvácení adrenalin přidaný do proplachovacího roztoku v poměru 1:300 000 (9), a podle možnosti anesteziologa udržování systolického tlaku pacienta v celkové anestézii pod 100 mmHg. Dobrý přehled v operovaném prostoru bez krvácení je podmínkou precizního provedení výkonu a kratšího operačního času.

Po ukončení operace vypustíme ze subakromiálního prostoru roztok, z laterálního portu zavedeme Redonův drén a zašijeme kožní incize. Pooperační otok oblasti ramena, způsobený difusí proplachové tekutiny, bez následků do 24-48 hodin vymizí.



Obr. 36 . Rozsah resekce A-C kloubu (a), postup resekce A-C kloubu, přední pohled (a), horní pohled (b), volně podle Esch (6)

1.3.4.2. Technické vybavení

Mimo standartního artroskopického vybavení k operaci používáme pumpu na roztoky, shaver s frézami 4,5mm (Full-radius-resector, acromionizer a kuličková fréza), VAPR k resekci měkkých tkání a koagulaci při peroperačním krvácení (obr.1).

1.3.4.3. Pooperační péče

Po operaci ponecháváme končetinu bez fixace, několik dní podáváme nesteroidní antiflogistika. Vhodná je lokální léčba ledem. První pooperační den jsou převázány rány a odstraněn drén. Následuje pasivní a aktivní cvičení ramena pod vedením rehabilitačního pracovníka. Jediným limitujícím faktorem může být bolest. Cvičení je zaměřeno na pasivní i aktivní rozsah pohybu, protahovací a postupně posilovací cviky m.deltoideus a svalů rotátorové manžety (6). Po dimisi pacient pokračuje ve cvičení podle nácviku doma nebo na rehabilitaci ambulantně.

Pacienti jsou schopni lehké práce po 1 měsíci, těžké po 3 měsících od operace. Rekreační sport jsou schopni provozovat po dosažení nebolestivého plného pohybu a dostatečné síly, obvykle 1-3 měsíce po operaci.

1.3.4.4. Výsledky

Pacienty jsme kontrolovali 6-12 měsíců po operaci. Sledovali jsme bolest při běžných denních aktivitách, při práci a sportu, aktivní antevertzi, svalovou sílu v antevertzi a spokojenost pacientů. Zklidnění bolestí po operaci udává 6 pacientů, 2 pacienti mají bolesti při těžké práci, jeden i při lehké. Svalová síla se zlepšila u 5 pacientů, aktivní antevertze po operaci je u 7 pacientů nad 150°, u jednoho 130° a jednoho 100°. Spokojenost udává 8 pacientů (89%), nespokojen je jeden (11%). Komplikaci ve smyslu pooperační nestability A-C kloubu, poranění nervověcévních struktur nebo infekce jsme nezaznamenali.

1.3.5. Diskuze

Indikací k artroskopické resekci laterálního okraje klíční kosti je primární a sekundární artróza A-C kloubu, laterální osteofyt klíční kosti se subakromiální stenózou a bolestivá osteolýza laterálního okraje klíční kosti rezistentní na konzervativní léčbu. Diagnóza je stanovena na základě anamnézy, klinického vyšetření, Rtg snímku a testu s lokálním anestetikem instilovaným do A-C kloubu. Současně je nutno odlišit patologii rotátorové manžety. V jedné době je možno při současném impingement syndromu provést artroskopickou subakromiální dekompresi. Nestabilní A-C kloub je kontraindikací k artroskopické operaci. V těchto případech provádíme nejčastěji operaci dle Stewarta (1,19).

Vlastní výsledky léčby odpovídají literárním údajům, i když náš malý soubor pacientů

není možno považovat za reprezentativní. Snyder (20) uvádí u 50 pacientů 94% dobrých a velmi dobrých, 6% špatných výsledků. Přetrvávající bolesti, omezená hybnost a s tím spojená nespokojenost jednoho pacienta, která se objevila asi po měsíčním zklidnění obtíží, když začal plně zatěžovat, je následkem nedostatečné resekce laterálního okraje klíční kosti (méně než 1cm). Další 2 pacienti, kteří udávají bolest při těžké práci, měli vedle A-C artrózy též degenerativní změny v oblasti horní rotátorové manžety a byla u nich současně provedena artroskopická subakromiální dekomprese.

Vedle kosmeticky výhodných malých jizev má uvedená metoda i další přednosti. Při artroskopickém výkonu zůstává intaktní horní část pouzdra A-C kloubu s akromioklavikulárními vazy, čímž oproti otevřené metodě zůstává A-C kloub stabilnější (6,7,18). Řešení artrózy A-C kloubu otevřenou resekční artroplastikou má další nevýhodu v časté nutnosti použít osteosyntézu a tím potřeby další operace k odstranění osteosyntetického materiálu. Při kombinaci artroskopické subakromiální dekomprese s resekcí laterálního okraje klíční kosti není nutné uvolnění m.deltoideus od akromia jako při otevřené operaci (14,15). Tím dojde k podstatně menšímu operačnímu traumatu měkkých tkání a je možno ihned začít s aktivním cvičením operované končetiny. Při současné artroskopii glenohumerálního kloubu je možno upřesnit nebo doplnit diagnózu. Sami provádíme vlastní resekci klíčku pouze z horního předního přístupu, ze kterého je možno provést dostatečnou resekci klíčku a měkké tkáně nejsou traumatizovány dalším horním portem.

Nevýhodou artroskopické techniky je nákladnější přístrojové vybavení. Při silnějším peroperačním krvácení je delší operační čas a pro zhoršený přehled v operačním poli riziko nedostatečné resekce klíční kosti.

1.3.6. Závěr

Jednou z častých příčin bolestí v oblasti ramenního kloubu jsou degenerativní změny A-C kloubu. Příčinou je nejčastěji idiopatická nebo posttraumatická artróza. Popsaná technika artroskopické resekce laterálního okraje klíční kosti je jednou z možností její léčby. Předností je šetrnost výkonu s minimálním poškozením měkkých tkání, zachování stability A-C kloubu. Výkon je možno v jedné operační době kombinovat s revizí glenohumerálního kloubu a artroskopickou subakromiální dekompresí. Podle literárních údajů i našich zkušeností je uvedená metoda přínosem v léčbě patologií v oblasti A-C kloubu a je možno ji zařadit mezi ostatní běžně prováděné artroskopické operace.

Literatura

1. BARTONÍČEK J, JEHLIČKA D, BEZVODA Z: Operační léčba akromioklavikulární luxace. *Acta Chir. Orthop. Traum. Čech.*, 1988, roč. 55, s. 289-309.
2. BECK E: Klinische Pathologie des Subakromialraumes. In: Bernadr M, Hertel P (Hrsg.): Arthroscopie und Chirurgie des Schulter. *Fortschritte in der Arthroscopie*. Stuttgart, Enke, 1992, vol. 8, p. 35-37.
3. CAHILL BR: Osteolysis of the Distal Part of the Clavicle in Male Athletes. *J. Bone Jt Surg. (Amer.)*, 1982, vol. 64, p. 1053-1058.
4. ČECH O et al.: *Stabilní osteosyntéza v traumatologii a ortopedii*. Praha, Avicenum, 1982, s. 35-36.
5. ELLMAN H: Arthroscopic subacromial decompression: Analysis of one- to three-year results. *Arthroscopy*, 1987, vol. 3, p. 173-181.
6. ESCH JC, BAKER, LCH: *Arthroscopic surgery-the shoulder and elbow*. J.B. Lippincott Co., Philadelphia, 1993, p. 175-186.
7. FLATOW EL, Bigliani LU: Arthroscopic Acromioclavicular Joint Debridement and Distal Clavicle Resection. *Op. Tech. Orthop.*, 1991, vol. 1, p. 240-247.
8. GURD FB: The Treatment of complete Dislocation of the Outer End of the Clavicular Joint: an Hitherto undescribed Operation. *Ann.Surg.*, 1941, vol. 113, p. 1094.
9. JEROSH J, STRAUSS JM, SCHNEIDER T: Die arthroskopische subacromiale Dekompression. 1-3 Jahresergebnisse. *Z. Orthop.*, 1992, vol. 130, p. 406-412.
10. KOSKI JM: Validity of Axillary Ultrasound Scanning in Detecting Effusion of the Glenohumeral Joint. *Scand. J. Rheumatol.*, 1991, vol. 20, p. 49-51.
11. OGON P, OGON M: Aetiologie und Klassifikation des Impingement-Syndroms. Technik der Arthroskopischen subakromialen Dekompression In: NEBELUNG W, WIEDERMANN E (Hrsg) *Schulter-arthroskopie*. Springer-Verlag: Berlin Heidelberg, 2002, p. 153-188.
12. HEDTMANN A, HEERS G, HEIDENSDORF S: Bildgebene Verfahren an der Schulter. *Arthroscopie*, 2001, vol. 14, p. 74-93.
13. MUMFORD EB: Acromioclavicular Dislocation. *J. Bone Jt Surg.*, 1941, vol. 23, p. 799-802.

14. NEER CS: Anterior acromioplasty for the chronic impingement of the shoulder. *J Bone Joint Surg (Am)*, 1972, vol. 54, p. 41-50.
15. NEER CS 2nd, SELECH RP: The shoulder in sports. *Orthop Clin North Am*, 1977, vol. 8, p. 583-591.
16. PAVLATA J: První zkušenosti s artroskopickou resekcí laterálního okraje klíční kosti. *Acta Chir.orthop.Traum.čech.*, 1988, roč. 65, s. 42-46.
17. POPELKA S, RYBKA V et al.: *Revmatochirurgie*, Praha, Avicenum, 1989, s. 125-134.
18. POVACZ P, RESCH H: Indikation und Technik der arthroskopischen Resektion des laterales Klavikulaendes. *Arthroscopie*, 1996, vol. 9, p. 297-299.
19. SMITH MJ, STEWART MJ: Acute Acromioclavicular Separations. *Amer. J. sports. Med.*, 1979, vol. 7, p. 62-71.
20. SNYDER SJ, BANAS MP, KARZEL RP: The arthroscopic Mumford procedure: an analysis of results. *Arthroscopy*, 1995, vol. 11, p. 157-164.

1.4. Artroskopická rekonstrukce glenohumerálního kloubu

1.4.1. Faktory stability ramena

Hlavice humeru, glenoidální jamka
 Labrum glenoidale
 Intraartikulární tlak a adheze
 Kapsuloligamentózní struktury

Hlavice humeru, glenoidální jamka

Artikulující povrch hlavice humeru je asi třikrát větší než kloubní plocha glenoidální jamky (16). Dále je nepatrná konkavita kostní části glenoidu vzhledem k hlavici humeru. Chrupavka uprostřed glenoidu je nižší, než při okrajích.

Labrum glenoidale

Malá hloubka kloubní plochy glenoidu je kompenzována vazivovým lemem glenoidálního labra. V kranální části vyznačuje šlacha DHB, kaudálně lig. glenohumerale

inferius. Z jedné strany slouží labrum glenoidale jako úponové místo pro stabilizační glenohumerální vazy, ze druhé zvětšuje konkavitu kloubní plochy asi dvojnásobně. Dále labrum přejímá tlumící funkci nárazů podobně jako menisky v kolenním kloubu.

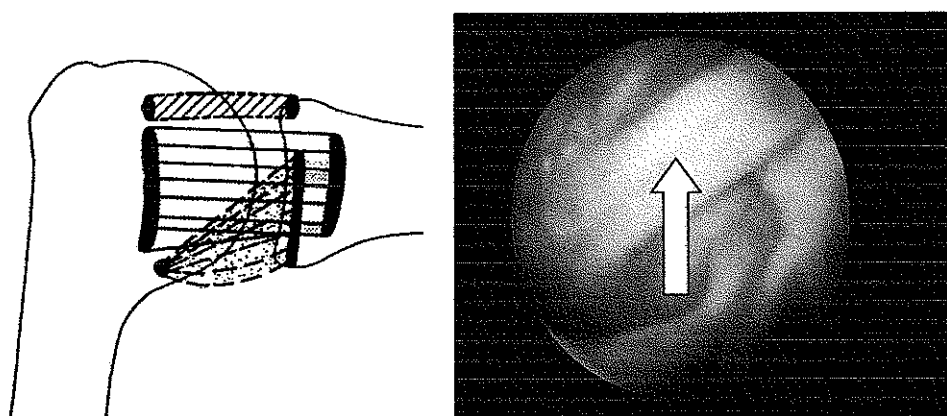
Intraartikulární tlak a adheze

Při pohybu v ramenním kloubu vzniká podtlak, který vede k další kompresi v kloubu. Ke stabilitě přispívají také adhezivní síly mezi kloubními plochami.

Kapsuloligamentózní struktury

Glenohumerální vazy

Z anatomického pohledu jsou glenohumerální vazy ztlustěním kloubního pouzdra. Rozlišujeme zde tři ligamenta: lig. glenohumerale superius, mediale a inferius. lig. glenohumerale inferius má jednu zvláštnost, běží částečně ventrokraniálně a upíná se mezi přední okraj kloubní plochy a lig. glenohumerale mediale. Lig. glenohumerale inferius a lig. coracohumerale způsobují, že při každém pohybu zůstává hlavice humeru centrována do kloubní plochy, stejně jako působí zkřížené vazy v kolenním kloubu. Při pohybu v ramenním kloubu se vazy napínají (obr.39). Patologie lig. glenohumerale superius je substrátem přední nestability ramenního kloubu. V neutrální poloze G-H kloubu přispívá k jeho stabilitě i komprese způsobená rotátorovou manžetou.



Obr. 39. Glenohumerální vazy (a), volně podle Gerber (8), peroperační pohled na lig. glenohumerale mediale(b)

Rotátorová manžeta

Rotátorová manžeta je nejdůležitější dynamický stabilizátor ramena. Působí dvěma mechanismy. Synergickou kontrakcí svalů způsobuje kompresi kloubu a dále dynamizuje ligamentózní struktury.

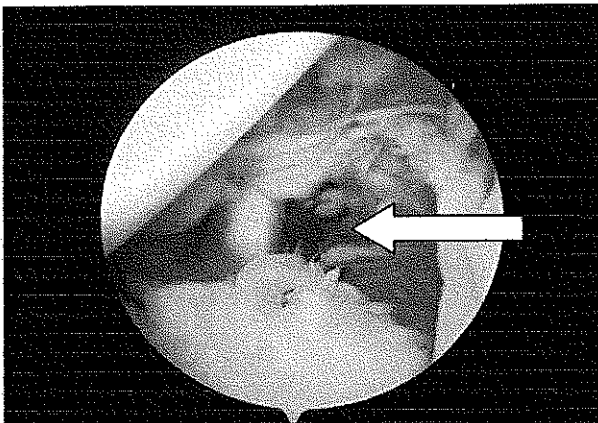
Šlacha dlouhé hlavy bicepsu

Šlacha DHB stabilizuje ramenní kloub jako depresor hlavice humeru. Maximum jejího působení je v malé abdukci.

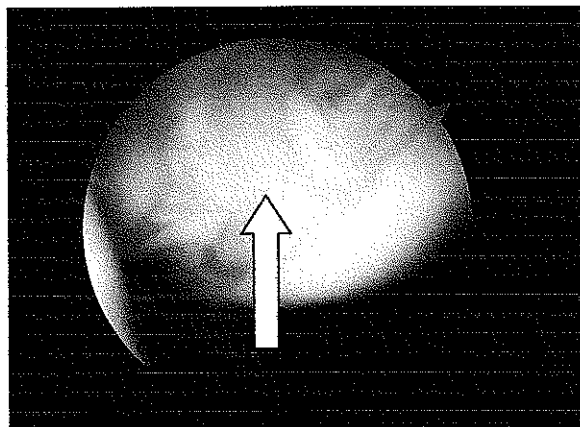
1.4.2. Patologická anatomie nestability ramena

Bankartův defekt

Recidivující posttraumatická nestabilita ramenního kloubu s odtržením komplexu labrum-pouzdro od předního glenoidu byla poprvé popsána jako Perthes-Bankartova léze (obr. 40), (3,26).



Obr. 40. Bankartův defekt



Obr. 41. Hill-Sachsův defekt

Dilatace pouzdra

Vedle odtržení labra je dalším častým nálezem dilatace předního pouzdra ramenního kloubu. K luxaci ramenního kloubu dochází i bez nálezu Bankartova defektu. Tento fakt je nutno mít na zřeteli při artroskopických stabilizačních výkonech. Neboť pouhá refixace labra vede k častějším reluxacím a je proto nutné připojit i tonizaci kloubního pouzdra.

HAGL léze

HAGL léze (humeral avulsion of glenohumeral ligaments) je málo častým nálezem při přední luxaci ramenního kloubu. Jedná se odtržení glenohumerálních vazů od hlavice humeru. Častěji se vyskytují u luxací ramena bez Bankartova defektu (40).

Hill-Sachsův defekt

Defekt vzniká na zadní na posterolaterální části kloubní plochy hlavice humeru při luxaci hlavice kompresí o přední okraj glenoidu. Nacházíme malatické změny chrupavky, až hluboké rozsáhlé osteochondrální defekty (obr. 41). Vyskytují se až u 80% luxací. Problémem jsou velké defekty, které mohou po přední stabilizaci vést k reluxacím (5). Tyto zřídka případy je možno řešit derotační osteotomií humeru.

Odlomení fragmentu glenoidu

Kostní fragment předního okraje glenoidu (označovaný také jako Bankartova léze 4.st.) se vyskytuje mezi 15-50% případů přední luxace ramenního kloubu (17). Velké fragmenty je možno reponovat a ošetřit osteosyntézou artroskopicky nebo otevřeně. Malé fragmenty je možno odstranit nebo zavzít do artroskopické refixace labra. Existence kostního fragmentu svědčí pro traumatickou etiologii luxace. Fragment glenoidu se může vyskytovat i při zadní luxaci.

Léze rotátorové manžety

Zvláště u pacientů kolem 40 let se vyskytují defekty rotátorové manžety současně s luxací ramenního kloubu. Pravděpodobně hraje roli v tomto věku snižující se elasticita šlach. Supraspinatus se spontánně nehojí a v těchto případech je důležitější ošetření defektu rotátorové manžety než Bankartovy léze.

1.4.3. Klasifikace nestabilit ramenního kloubu

Klasifikace nestabilit je nutná pro optimální výběr léčebného postupu. Existuje více schémat pro kvalifikaci nestabilit ramenního kloubu. V současné době je často používaná klasifikace udávající stupeň, frekvenci, etiologii a směr nestability (tab. 1). Gerber (8) vytvořil klasifikaci pro praktické použití, která vede ke správnému léčebnému postupu a určuje prognózu léčby (tab. 2).

Tab. 1. Klasifikace nestability GH-kloubu

Stupeň nestability	Luxace Subluxace Mínimální nestabilita
Frekvence	Akutní Recidivující
Etiologie	Traumatická Atraumatická Mikrotrauma Kongenitální Neuromuskulární
Směr	Jednosměrná (anterior, posterior, inferior) Dvousměrná (antero-, posteroinferior) Multidirekcionální

Tab. 2. Klasifikace nestability GH-kloubu dle Gerbera

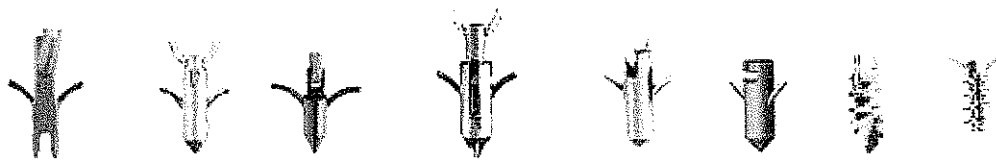
Typ 1	Recidivující luxace
Typ 2	Jednosměrná nestabilita bez hyperlaxicity
Typ 3	Jednosměrná nestabilita s hyperlaxitou
Typ 4	Multidirekcionální nestabilita bez hyperlaxicity
Typ 5	Multidirekcionální nestabilita s hyperlaxitou
Typ 6	Uni- nebo multidirekcionální volní nestabilita

1.4.5. Indikace k operaci

Především je nutno určit, které typy nestability jsou indikovány k artroskopické stabilizaci. Jedná se o typy 1,2,4 dle Gerbera (8). Nejlepší indikací jsou pacienti s anteroinferiorní méně početnou recidivující luxací. Je možno indikovat i případy po první luxaci. Další indikací je posteroinferiorní nestabilita. Kontraindikováni jsou pacienti s defektem nebo odlomením přední části glenoidu nad 25% plochy. Také nálezy Hill-Sachs defektu nad 30% kloubní plochy hlavičky humeru jsou kontraindikací, a jsou určeny k otevřené operaci (4).

1.4.6. Metody stabilizace, typy implantátů

K artroskopické stabilizaci ramenního kloubu existuje velké množství operačních technik, jako např. transglenoidální technika Caspari a Morgana (6,14), použití resorbovatelných nebo neresorbovatelných stehových kotviček, skobiček, hřebíčků apod. (obr. 37).



Obr. 37. Přehled implantátů

Originální byla tonizace pouzdra kovovými skobičkami („staples“) Lanny Johnsona (9). Při této metodě docházelo ale k impingementu skobiček s hlavicí humeru a traumatizaci chrupavky. Uvolnění a zlomeniny implantátu se vyskytovaly ve 30% případů (7,13). Na základě mnoha komplikací se skobičkami vznikly artroskopické stehové metody (6,11, 14,15). Technika Caspari a Morgana byla založená na tonizaci kloubního pouzdra. Pomocí Caspari jehel byly zakotveny stehy do labra a následně přes 2 transglenoidální kanály zauzleny přes fascia infraspinata. Byly ale pozorovány léze n.suprascapularis (19). Některé resorbovatelné materiály jako např. hmoždinky Suretac vyvolávaly synovialitidu z cizích těles s následnou rigiditou kloubu a osteolýlu v okolí implantátů (2). Stehová technika s kotvičkami odstraňuje výše uvedené komplikace kovových skobiček, transoseálních technik a resorbovatelných hmoždinek. 1991 popisuje jako první Maki (12) stehovou techniku s uzly v kloubu. Dnes je nejpoužívanější metoda stehových kotviček, které se umísťují na přední okraj glenoidální jamky (obr. 38). Pomocí speciálních kleští, jehel apod. je možno provést rafizaci pouzdra s anatomickou rekonstrukcí labra.

1.4.7. Principy artroskopické stabilizace

Exaktní anatomická rekonstrukce odtrženého labrum-ligamentózního komplexu je absolutně nutná. U Bankartovy léze nacházíme avulzi anteroinferiorního komplexu pouzdra a vazů, které jsou přihojeny neanatomicky, mediálně od glenoidálního labra. Mobilizace odtrženého komplexu a jeho suficientní refixace na okraji kloubní plochy je klíčem k úspěšné

artroskopické stabilizaci. Přitom je nutno myslet na rekonstrukci dolního glenohumerálního ligamentozního komplexu (5,20).

1.4.8. Vlastní soubor

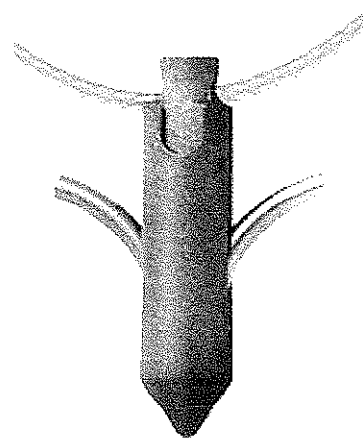
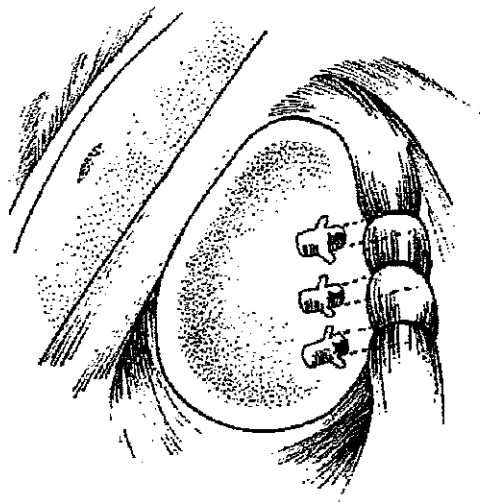
1.4.8.1. Sestava nemocných

Na ortopedické klinice jsme provedli artroskopickou stabilizaci ramenního kloubu u jednoho pacienta. Věk 24 roků. Pravé rameno, dominantní. Jednalo se o přední, recidivující, posttraumatickou luxaci ramenního kloubu. Operace byla provedena pomocí 3 kotviček Mitek. Pooperační fixace v ortéze byla 4 týdny.

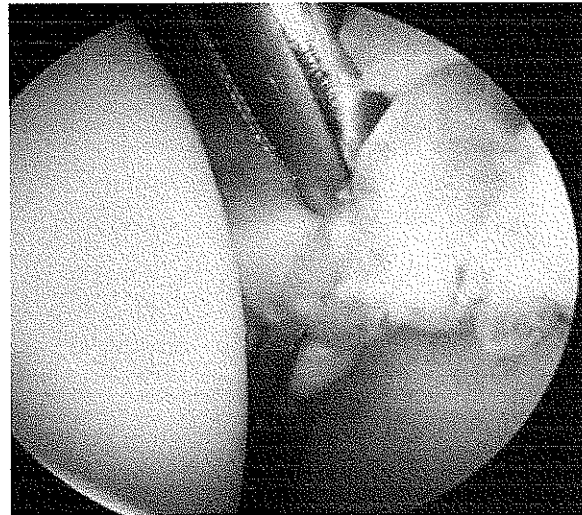
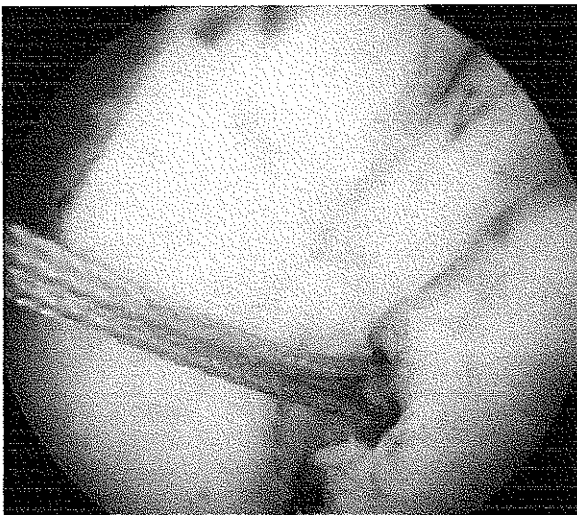
1.4.8.2. Operační technika

K operaci je možno nemocného uložit ve dvou polohách: na boku a v polosedě. My používáme polohu na boku (obr. 4). Paže je zavěšena na extenzi ve 45° abdukci s tahem 4 kg. Další tah směřuje od těla k oddálení hlavice humeru od glenoidální jamky. Výkon provádíme v anestézii celkové, regionální nebo v kombinaci obou technik. Rameno je v narkóze vyšetřeno a je přezkoušena nestabilita.

Ze zadního přístupu zavedeme do G-H kloubu artroskop (obr. 5). Po inspekci kloubu a potvrzení diagnózy provedeme přední přístup (obr. 7). Předním přístupem ošetříme přední okraj glenoidu kuličkovou frézou nebo rašplí (obr. 43). Potom mobilizujeme odtržený komplex pouzdra a vazů, tak aby jej bylo možno bez velkého napětí přitáhnout k přednímu okraji glenoidu. Zde je třeba myslet na to, že jde o rozhodující krok úspěšné operace. Kuličkovou frézou vytvoříme na předním okraji glenoidu na přechodu chrupavky v kost 3-4 prohlubně, které slouží k lokalizaci fixačních implantátů. Následuje přední dolní přístup (obr. 9). Přes porty postupně zavedeme 2-4 fixační implantáty v rozsahu léze. K jednotlivým stehům přitahujeme odtržený komplex labra, vazů a pouzdra (obr. 44). Dosáhneme toho tím, že stehy nástrojem Arthro-Pierce prošíváme do měkkých tkání laterálně od glenoidu. Klouzavé uzly zakládáme vně pacienta a posunujeme je do kloubní dutiny, je vhodné je pojistit ještě 1-2 blokovacími uzly, které zavedeme do kloubu k tomu určeným nástrojem (obr. 45). Existuje velké množství stehových technik a záleží na zvyklostech operátora. Po naložení stehů zkontrolujeme stabilitu kloubu, vypustíme tekutinu a zašijeme incize kůže.

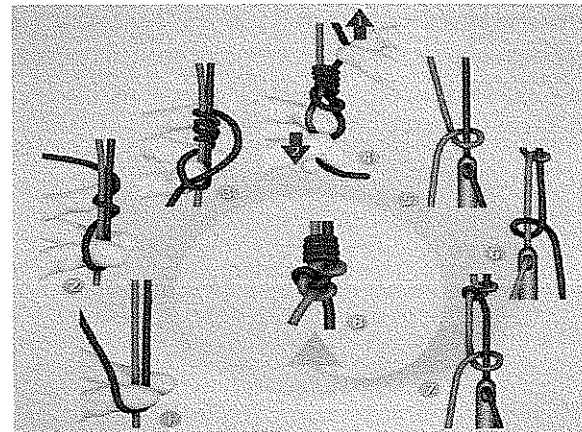
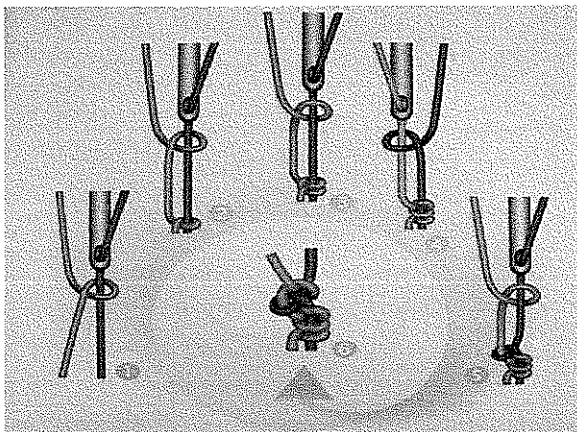


Obr. 38. Přední stabilizace G-H kloubu pomocí stehových kotviček (a), volně podle Kettler (10), kotvička Mitek GII (b)



Obr. 44. Zavedená kotvička s vláknem

Obr. 45. Dotážení uzlu



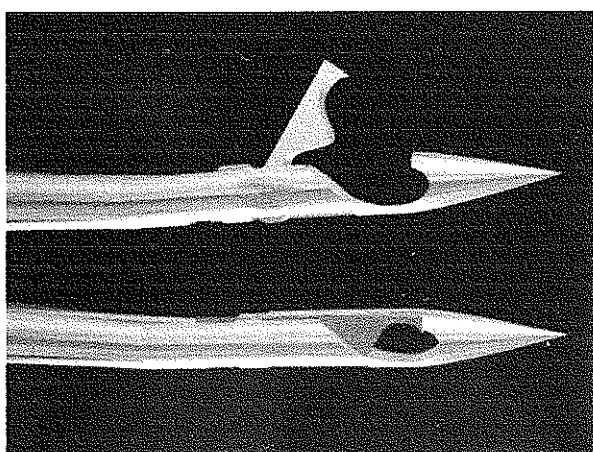
Obr. 46 Revo uzel (a), Hangemanův uzel (b), volně podle Kettler (10)

Technika uzlů

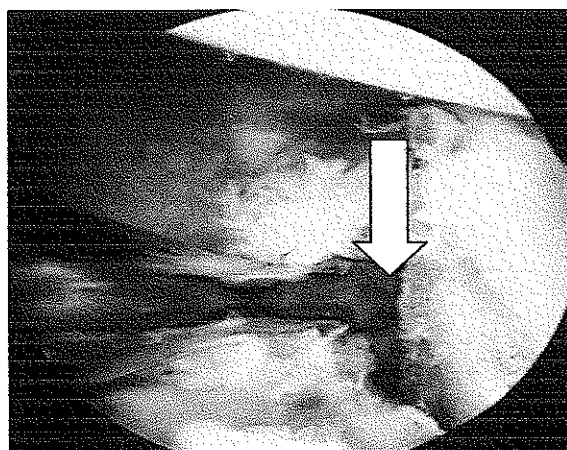
Existuje více stehových technik, používaných v artroskopii (10). K nejčastěji používaným patří kluzné (Duncan loop, Hangman's knot) a blokovací (Revo) (obr. 46). Pevnost stehů je závislá na tření vláken a pevnosti uzlů. Dále je nutno si uvědomit, že počet stejnosměrných uzlů zvyšuje pevnost uzlu jen minimálně ale narůstá jeho objem. Proto je nutné střídat jednotlivá vlákna. V očku implantátů může docházet k narušení vlákna a jeho přetržení. Více náchylná k poškození jsou monofilní vlákna. V pracovní kanyle by měly být maximálně 2 páry vláken, lépe ale jen jeden, aby nemohlo dojít k jejich zapletení. Pokud je používána jedno-kroková technika s 2 implantáty, je možno jeden matracový steh uzlit vně a v kloubu potom uzlíme pouze jednou.

1.4.8.3. Technické vybavení

Mimo standartního artroskopického vybavení k operaci používáme pumpu na roztoky, shaver s frézami 4,5mm (Full-radius-resector, acromionizer, kuličkovou frézou), VAPR k resekci měkkých tkání a koagulaci při peroperačním krvácení (obr. 1). Další je vrtačka se speciálními vrtáky a cíličem. Dále používáme pracovní kanyly s membránou k zabránění vytékání proplachové tekutiny z pracovního portu (obr. 1,2,3). Nutností jsou rašple nebo frézy k oživení okraje glenoidální jamky. K tonizaci komplexu glenohumerálních ligament a pouzdra používáme speciální nástroj Arthro-Pierce (obr. 42). Každý fixační implantát má navíc své specifické instrumentarium (zavaděče, šroubovák, cílič, vrták, nůžky apod.).



Obr. 42. Arthrospierce



Obr. 43. Ošetření okraje glenoidu rašplí

1.4.8.4. Komplikace

Z komplikací přichází v úvahu léze brachiálního plexu, n.musculocutaneus následkem velkého tahu trakce končetiny. Také poloha portů musí být umístěna pečlivě, aby nedošlo k nervověcévním komplikacím. Špatná poloha portů může zkomplikovat preparaci v kloubu. Hluboký přední dolní port neumožňuje tak volný pohyb instrumentů jako horní. Peroperačně je nutné rozhodnout který port pro toho kterého pacienta zvolit. Také při zakládání implantátů mohou nastat komplikace (4). Implantát nesmí přesahovat, aby nedošlo k poranění chrupavky hlavice humeru. Také ale nesmí být zaveden příliš hluboko, aby zůstala volná posunlivost šicího vlákna a nedošlo k jeho zachycení o kost nebo dokonce přetržení. Špatně založené nebo volné stehy mohou zkazit výsledek operace. Při přetrhnutí vlákna se doporučuje implantát extrahovat.

1.4.8.5. Pooperační péče

Cílem rehabilitace je dosažení volného pohybu v ramenním kloubu a dosažení síly, tonu a balance svalů. Po operaci přikládáme Gilchristův obvaz na 4 týdny. Od prvního pooperačního dne pod vedením rehabilitačního pracovníka začneme s posilováním rotátorové manžety a rozcvičováním loketního kloubu. Po sejmutí fixace následuje rozcvičování ramenního kloubu a posilování svalů. Zevní rotace paže je vyloučena do 6. týdne. Nadhlavové sporty, vrh a kontaktní sporty jsou vyloučeny na 6 měsíců.

1.4.9. Hodnocení výsledků, diskuze

Peroperační nebo pooperační komplikace jsme nezaznamenali. Nemocný byl kontrolován 6 a 12 měsíců po operaci. Po zhojení měl plný rozsah pohybu v ramenním kloubu. Kloub byl stabilní. Vrátil se k původnímu zaměstnání a věnoval se rekreačnímu sportu.

Vzhledem k vysoké ceně fixačního implantátu pro stabilizaci ramenního kloubu jsme od dalších artroskopických stabilizací ramena upustili do doby zavedení vlastního implantátu a dále jsme prováděli stabilizace ramenního kloubu otevřenou cestou. Na základě dlouholeté spolupráce ortopedické kliniky a firmy LASAK Praha s.r.o. při výzkumu bioaktivních materiálů pro ortopedii (22, 23) jsme se rozhodli pro vývoj vlastního fixačního implantátu typu stehové kotvičky. Podkladem byly práce pojednávající o nové povrchové úpravě implantátů, která jim propůjčuje bioaktivní vlastnosti. Vývoj implantátu a operačních nástrojů je obsahem experimentální části této práce.

Literatura

1. BANKART A: The Pathology and Treatment of recurrent Dislocation of the shoulder *Joint. Br J Surg.*, 1938, vol. 26. p. 23-29.
2. BURKART A, IMHOFF AB, ROSCHER E: Foreign Body Reaction to bioabsorbable Suretac Device. *Arthroscopy*, 2000, vol. 16, p. 91-96.
3. BURKART A, DEBSKI RE: Anatomy and Function of the glenohumeral Ligaments in Shoulder Instability. *Clin Orthop.*, 2002, vol. 400, p.32–39.
4. BURKART A, IMHOFF A: Die arthroskopische Schulterstabilisierung unter Verwendung des anterior-inferioren Zugangs. *Arthroskopie*, 2004, vol. 17, p. 164-170.
5. CALANDRA JJ, BAKER CL, URIBE J: The Incidence of Hill-Sachs laesions in initial anterior Shoulder Dislocations. *Arthroscopy*, 1989, vol. 5, p. 254-257.
6. CASPARI R, Savoie FH: Arthroscopic Reconstruction of the Shoulder: the Bankart Repair. In: McQUINTY J (ed) *Operative Arthroscopy*, 1st edn. Raven Press, New York, 1991, p. 50-75.
7. DETRISAC D, JOHNSON LL: Arthroscopic Shoulder Capsuloraphy using metal Staples. *Orthop Clin North Am.*, 1993, vol. 24, p. 71-88.
8. GERBER C: Observations on the Classification of Instability, *Complex and Revision Problems in shoulder Surgery*. Eds VARNER JJ, IANOTTI JP, GERBER C. Lippincot-Raven, Philadelphia, 1997, p. 9.
9. JOHNSON LL: *Diagnostic and surgical Arthroscopy of the Shoulder*. Mosby, St.Louis, 1993, p. 304-315.
10. KETTLER M, WIEDERMANN E: Arthroskopische Knottentechnik. In: NEBELUNG W, WIEDERMANN E (Hrsg) *Schulter-arthroskopie*. Springer-Verlag: Berlin Heidelberg, 2002, p. 97-100.
11. LANDSIEDL F: Arthroscopic Therapy of recurrent anterior Luxation of the Shoulder by capsular Repair. *Arthroscopy*, 1992, vol. 8, p. 296-301.
12. MAKI NJ: Arthroscopic Stabilization: Suture Technique. *Op Techn Orthop.*, 1991, vol.1, p. 180-189.
13. MATTHEWS LS, VETTER WL, OWEIDA SJ, SPEARMAN J, HELFET DL: Arthroscopic Staples Capsulorrhaphy for recurrent anterior Shoulder Instability. *Arthroscopy*, 1988, vol. 4, p. 106–111.

14. MORGAN CD, BODENSTAB AB: Arthroscopic Bankart suture Repair: Technique and early Results. *Arthroscopy*, 1987, vol. 3, p. 111-117.
15. MORGAN CD: Arthroscopic transglenoid Bankart Suture Repair. *Op Techn Orthop.*, 1991, vol. 1, p. 171-178.
16. O'BRIAN SJ, NEVES MC, ARNOCZKY SP et al.: The Anatomy and Histology of the inferior glenohumeral Ligament Complex of the Shoulder. *Am J Sports Med.*, 1990, vol. 18, p. 449-456.
17. PAVLOV H, VARREN RF, WEISS CBJ, DINES DM: The roentgenographic Evaluation of anterior Shoulder Instability. *Clin Orthop*: 153-158, 1985
18. PERTHES G: Uber Operationen bei habitueller Schulterluxation. *Dtsch Z Chir.*, 1906, vol. 85, p. 199-227.
19. SHEA KP, LAVALLO JL: Scapulothoracic Penetration of a beath Pin: an unusual Complication of arthroscopic Bankart suture Repair. *Arthroscopy*, 1991, vol. 7, p.115-121.
20. SOSLOWSKY LJ, FLATOW EL, BIGLIANI LU, MOW VC: Articular Geometry of the glenohumeral Joint. *Clin Orthop.*, 1992, p. 181-190.
21. TAYLOR DC, ARCIERO RA: Pathologic Changes associated with Shoulder Dislocations. Arthroscopic and physical Examination Findings in first-time, traumatic anterior Dislocations. *Am J Sports Med.*, 1997, vol. 25, p. 306-311.
22. URBAN K, URBANOVÁ E: Sledování postupu vhojování bioaktivní sklokeramiky v okolí acetabula po revizní operaci endoprotézy kyčle pomocí scintigrafie. *Acta Chir.orthop.Traum.čech.*, 1998, roč. 65, s. 11-16.
23. URBAN K, STRNAD Z, SPOHROVÁ D: Povrchově bioaktivní sklokeramika. *Acta Chir.orthop.Traum.čech.*, 1989, roč. 56, s. 291-297.
24. WALCH G, BOILEAU P, LEVIGNE C et al.: Arthroscopic Stabilization for recurrent anterior Shoulder Dislocations: Results of 59 Cases. *Arthroscopy*, 1995, vol. 11, p.173-178.

2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

FIXAČNÍ IMPLANTÁT KE STABILIZACI GLENOHUMERÁLNÍHO KLOUBU

V experimentální části disertační práce jsem se zabýval ve spolupráci s firmou LASAK Praha s.r.o. vývojem fixačního implantátu, určenému ke stabilizačním operacím v oblasti G-H kloubu. Dále jsme vyvinuli nástroje potřebné k implantaci. Existuje široká škála implantátů různých proveniencí, různých tvarů, vyrobených z různých materiálů (17), (obr. 37). Dnes je nejpoužívanější metoda stehových kotviček (3), (obr. 38) které se umísťují na přední okraj glenoidální jamky.

Na základě dlouholeté spolupráce ortopedické kliniky a firmy LASAK Praha s.r.o. při výzkumu bioaktivních materiálů pro ortopedii (22,23,24) jsme se rozhodli pro vývoj vlastního fixačního implantátu typu stehové kotvičky. Důvodem byly práce pojednávající o nové povrchové úpravě implantátů, která jim propůjčuje bioaktivní vlastnosti a umožňuje přímou vazbu s kostní tkání (11,18,22). Tím umožňuje rovnoměrný přenos mechanických sil na kostní tkáň a dává tak předpoklad dlouhodobé funkčnosti bioaktivního materiálu. Dosud používané kovové implantáty pro ortopedii jsou vyráběny z titanu s povrchem upraveným pouze mechanicky. Proto je vývoj nového implantátu s moderní povrchovou Bio-úpravou ojedinělý a v literárních pramenech o něm není zmiňováno.

Cílem bylo použít moderní materiál s prokazatelnou integrací do kosti a tím vyloučení pozdějších komplikací ve smyslu reakce kolem cizího materiálu, jako je osteolýza s uvolněním implantátu nebo synovitida (3). Implantát musí mít dostatečnou primární stabilitu pro dostatečně pevné zakotvení intraoseálního stehu k refixaci labro-ligamentozního komplexu ke glenoidální jamce. Tvar implantátu musí umožňovat snadné a přesné zavedení do okraje glenoidální jamky. K tomu bylo nutné vyvinout zaváděcí instrumentarium, které zajistí aby kotvička buď nepřesahovala niveau kosti a nemohlo dojít k poranění chrupavky hlavice humeru (8,16) nebo nebyla zavedena naopak příliš hluboko, aby zůstala volná posunlivost šicího vlákna a nedošlo k jeho zachycení o kost nebo dokonce přetržení.

2.1. Materiál implantátu

2.1.1. Teoretický úvod

Použití biomateriálů pro náhradu nefunkčních či defektních částí lidského skeletu je díky neustále se zdokonalujícím technologiím stále častější a běžnou procedurou zlepšující kvalitu a někdy i délku života lidí. Použití implantátu k náhradě zubního kořene nebo protézy k náhradě kyčelního kloubu dnes představuje běžný zákrok s vysokou úspěšností. Na funkci biomateriálů jsou kladeny stále vyšší nároky. Hlavním cílem není pouze dostatečná tolerance materiálu organismem, ale požaduje se aktivní interakce materiálu s tělním prostředím za účelem splnění specifické funkce. V případě dentálních implantátů jsou dříve používané hladké povrchy texturovány v makro i mikro měřítku, používají se povlaky nebo chemické modifikace povrchů k urychlení procesu vhojení, tvar implantátu je optimalizován pro maximální primární stabilitu a ideální přenos sil do okolní tkáně. U resorbovatelných materiálů je požadováno chemické složení a mikrostruktura umožňující optimální rychlost degradace a nahrazení materiálu nově vzniklou tkání.

Obecně u materiálů dlouhodobě nahrazující kostní tkáň je snaha přiblížit vlastnosti materiálu co nejvíce vlastnostem nahrazované kosti. To se částečně daří především u kompozitních materiálů, avšak dlouhodobé nahrazení kostní tkáně materiálem je vždy řešení kompromisní. V některých indikacích proto dochází k rozšíření materiálů schopných samodegradace, a zároveň indukce vzniku nové kostní tkáně. Zkušenosti z výzkumu a vývoje nových biomateriálů jsou v posledních letech využívány v novějším oboru inženýrství kostní tkáně, kde biomateriály slouží jako nosiče osteogenních buněk, tvořících kostní tkáň in vitro. Taková tkáň je pak plnohodnotnou náhradou chybějící či poškozené tkáně původní.

Pro úspěšný design biomateriálu použitelného jako náhrady kostní tkáně nebo jako nosiče v kostním inženýrství je nutné porozumění dějům probíhajícím při hojení poraněné kostní tkáně a interakcím na rozhraní implantát-kost.

2.1.1.1. Hojení kostní tkáně

Hojení kostního defektu představuje komplexní proces, skládající se z několika simultánních a následných dějů, z nichž některé mohou být ovlivněny přítomností implantovaného materiálu. Hojení poranění způsobeného implantací materiálu do kosti má společné rysy s hojením v případě fraktury. V obou případech vzniká diskontinuita kostní

tkáně za přítomnosti krve, která je také prvním médiem interagujícím s povrchem implantátu. Uvolnění krve do prostoru defektu má za následek aktivaci krevních destiček, které se za účasti dalších koagulačních faktorů krevní plasmy podílí na tvorbě krevní sraženiny, tvořené fibrinovou sítí (5), která přetrvává v místě defektu po dobu několika dní až 2 týdnů. Aktivované krevní destičky uvolňují růstové faktory, které podporují osteoblastickou diferenciaci kmenových buněk, a mohou tak způsobit rychlé zvýšení počtu osteogenních buněk schopných tvořit nedospělou pletivovou (woven) kostní tkáň (14). Hlavním typem buněk přítomných v místě hojení jsou bílé krevní buňky - neutrofilové, které jsou později nahrazeny (po 24-48hod) monocyty-makrofágy. Ty jsou také hlavním typem buněk interagujících s povrchem materiálu během prvních fází hojení. Krevní sraženina a nekrotická (odumřelá tkáň) je makrofágy odbourávána. V centru sraženiny, které není dostatečně vaskularizováno dochází v důsledku nedostatku kyslíku k anaerobnímu metabolismu, jehož hlavní produkt – laktát lokálně snižuje hodnotu pH (5). Počáteční sraženina je nahrazena vazivovou vaskularizovanou tkání.

Jak v případě kostní fraktury tak v případě implantace cizího materiálu dochází k vlastní regeneraci nové kostní tkáně procesy osteokondukce, novotvorby kosti (de novo bone formation) a její remodelace. Proces osteokondukce je realizován migrujícími osteogenními buňkami, které diferencují v osteoblasty a po usazení začínají tvorbu nové kosti. K tomu může dojít jak v 3D prostoru biologického prostředí, tak na povrchu pevného substrátu-remodelované kosti nebo například implantátu. Usazováním nových osteogenních buněk podél povrchu substrátu, jejich diferenciací a následnou novotvorbou kosti tak dochází k pozorovanému a zdánlivému „růstu“ kosti podél povrchu implantátu. Novotvorba probíhá ve čtyřech krocích: adsorpce nekolagenních proteinů na povrch, jejich mineralizace krystalovým růstem, tvorba kolagenní matrix-osteoidu a jeho mineralizace (5). Tvorba kosti osteokondukcí a novotvorbou kosti je odlišná od mechanismu apozičního růstu, kdy nová kostní matrix je tvořena již diferenciovanými osteoblasty, tvořícími hranici již vytvořené kosti. Růst kosti tímto způsobem je také 50x až 80x pomalejší než růst osteokondukcí.

2.1.1.2. Hlavní typy interakcí kostní tkáň-syntetický biomateriál

Interakce kostní tkáně s biomateriály, vedoucí k tvorbě rozhraní kost-implantát, může probíhat několika základními způsoby. O způsobu interakce a typu výsledného rozhraní rozhoduje řada faktorů uvedených v Tab.1.

Tab. 1. Faktory ovlivňující interakci kost-implantát, Hensch (9)

Strana tkáně	Strana implantátu
Typ tkáně	Chemické složení
Zdraví tkáně	Zastoupení fází
Stáří tkáně	Povrchová morfologie
Krevní cirkulace – prokrvení	Porozita povrchu
Způsob implantace – kongruence s tkání	Chemická reaktivita, stabilita
Mechanické zatížení - pohyblivost	Způsob implantace–kongruence s tkání
	Mechanické zatížení – pohyblivost

Samožřejmou charakteristikou biomateriálu je jeho netoxicity. Materiály vykazující cytotoxicitu způsobují odumírání okolní tkáně. Organismus se snaží takový materiál izolovat neadherentním pouzdem pojivové tkáně, kdy tloušťka měkké tkáně roste s rostoucí toxicitou. Takovou reakci je možné pozorovat u některých kovových materiálů (9). Vazivové pouzdro obklopující implantovaný materiál znemožňuje přímou vazbu s kostí a zároveň neumožní přenos mechanického zatížení na okolní tkáň. Implantát tak nemůže plnit svoji funkci a dochází k jeho selhání.

U nereaktivních, téměř inertních materiálů (ZrO_2 , Al_2O_3 , Ti) dochází také k tvorbě vazivového pouzdra jehož tloušťka závisí na faktorech uvedených v Tab.1. Například v případě výborné kongruence kostního lože a povrchu implantátu a absence pohybu na rozhraní lze docílit i přímého kontaktu s kostní tkání (např. u tzv. press fit implantace).

Na rozdíl od inertních materiálů vytváří bioaktivní materiály přímou vazbu s kostní tkání. Vazba zabraňuje pohybu na rozhraní kost-implantát a napodobuje rozhraní které se tvoří při přirozeném hojení kostní tkáně. Přímá vazba umožňuje rovnoměrný přenos mechanických sil na kostní tkáň a dává tak předpoklad dlouhodobé funkčnosti bioaktivního materiálu. I zde však typ výsledného rozhraní závisí na faktorech uvedených v

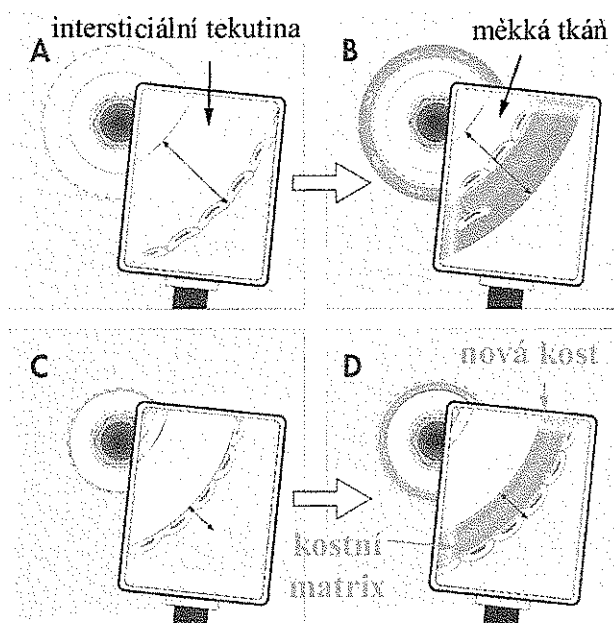
Tab. 1. Bioaktivní materiály jsou obecně více tolerantní k nepříznivým podmínkám vhojování, jakými může být pohyb implantátu nebo mezera na rozhraní kost-implantát (20). Společnou charakteristikou bioaktivních materiálů je typ jejich chemické reaktivity. Bioaktivní materiály jsou buď přímo fosforečnany vápenaté nebo je tvorba fosforečnanů vápenatých na jejich povrchu výsledkem jejich reakce s krevní plazmou. Napodobují tak úspěšně chemické a fázové složení hlavní anorganické složky kostní tkáně – apatitu, která slouží jako substrát pro tvorbu nové kosti i v případě přirozené tvorby kostní tkáně.

V této souvislosti je důležitou charakteristikou bioaktivních materiálů jejich

osteokonduktivita, tedy schopnost sloužit jako substrát pro proces osteokondukce. Výrazně rychlejší tvorba kosti osteokonducí na povrchu bioaktivního materiálu v porovnání s apozičním růstem staré kosti v případě inertních materiálů, má za následek pozorovaný rozdíl v rychlosti vhojování a tvorby přímého kontaktu s kostí těchto dvou skupin materiálů (Obr.47) (5,6).

Je třeba vzít v úvahu, že rozdělení materiálů na bioinertní a bioaktivní může sloužit pouze jako orientační. O typu vznikajícího rozhraní mezi implantátem a kostí rozhodují faktory uvedené v

Tab. 1 a často i v případě jednoho materiálu lze pozorovat vznik různých rozhraní s kostí (22). Typickým příkladem může být titan, který díky své dokonalé pasivovatelnosti oxidovou vrstvou vykazuje vysokou chemickou odolnost a díky tomu i výbornou biokompatibilitu. Bývá proto označován jako materiál inertní. Však již v roce 1968, shodou okolností v době, kdy L.L. Hench objevil bioaktivní skla, zjistil P.I.Branemark, že za určitých podmínek je titan schopen vytvořit přímý a mechanicky odolný kontakt s kostní tkání (2). Jev byl nazván osseointegrace a položil základ dnes již více než třicetiletého využívání titanu pro konstrukci mechanicky zatěžovaných náhrad kostní tkáně, především dentálních a kyčelních implantátů. Schopnost osseointegrace je vysvětlována povahou povrchové oxidové vrstvy, která po dostatečné hydrataci podporuje adsorpci vápenatých a fosforečnanových iontů z krevní plazmy a tak svým chováním napodobuje reakci bioaktivních materiálů. Vzhledem k celkové malé reaktivitě titanu a titanových slitin je však tvorba bioaktivního rozhraní pomalejší a tak i více závislá na parametrech uvedených v Tab.1 (4). Kongruence s kostním lůžkem, stabilita implantátu nebo jeho povrchová textura, má proto enormní vliv na schopnost osseointegrace titanových implantátů (4). Titan a jeho slitiny jsou považovány za jedny z nejkompatibilnějších materiálů používaných pro náhradu kosti. Biokompatibilita titanu je dána jeho vynikající chemickou odolností danou schopností titanu pasivovat svůj povrch vznikem oxidových vrstev, které tak zabraňují aktivnímu rozpouštění kovu. Chemické vlastnosti titanových implantátů jsou tak v podstatě dané vlastnostmi oxidových vrstev na jejich povrchu (1). Lze pozorovat, že čistý titan je schopen podobné vazby na kostní tkáň jako bioaktivní materiály avšak za podstatně delší doby implantace a pouze za ideálních podmínek daných parametry uvedenými v Tab.1.



Obr. 47. Tvorba kosti v okolí bioinertního materiálu mechanismem apozičního růstu od staré kosti (A) vyústí vmezeřením měkké tkáně (B). V případě osteokonduktivních materiálů dochází k rychlejší tvorbě kosti na povrchu materiálu (C) zamezující vmezeření měkkých tkání a vytvářející tak přímý kontakt implantovaného materiálu s nově vytvořenou kostí (D), volně podle Davies (6)

2.1.2. Experimentální studie

Ve firmě LASAK, s.r.o. ing. Jakub Strnad, PhD. provedl experimentální studii mimo jiné za účelem potvrzení biokaktivity povrchově upraveného titanu *in vitro* (21). Výsledky jsou aplikovány při výrobě implantátů pro dentální chirurgii a ortopedii. V následující kapitole jsem se souhlasem autora uvedl obrázky a výsledky jeho experimentální studie, která prokazuje bioaktivitu povrchově upraveného titanu *in vitro* a *in vivo*.

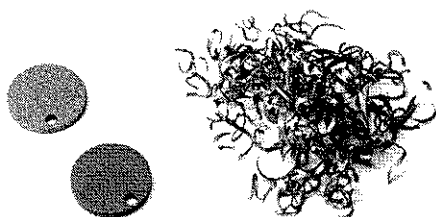
2.1.2.1. Materiál

V experimentech byl použit jako výchozí studovaný materiál čistý titan (Grade 3, TIMET, Germany). Materiál vyhovuje normě ISO 5832-2. Jako výchozí materiál byla vždy použita tyčovina, z níž byla soustružením oddělena kolečka o průměru 8, 10, 11, až 15mm a výšce 1 mm, která byla následně povrchově upravována.

2.1.2.2. Povrchové úpravy

Obrábění

Za první mechanickou úpravu lze považovat obrábění (soustružení) použité pro oddělení kolečka z tyčoviny. Tímto způsobem byly vytvořeny buď disky použité pro povrchovou charakterizaci nebo třísky (špony) použité pro svůj větší povrch při dynamických testech v SBF (obr. 48).



Obr. 48. Disky a třísky titanu použité pro statickou a dynamickou expozici v SBF, Strnad (21)

Pískování

K pískování bylo použito korundového prášku o velikosti zrna 100 μm . Pískovací tlak vzduchu byl 4-8 atm.

Broušení

Titanové disky byly zdrsňeny po obou stranách smirkovým papírem o hrubosti 1200, 600, 240 broušením pod vodou.

Po všech mechanických povrchových úpravách byly vzorky omyty v ultrazvukovém čističi v isopropanolu nebo ethanolu a následně v destilované vodě. Sušení proběhlo na vzduchu při teplotě 105°C.

Leptání v NaOH

Povrchová úprava v hydroxidu sodném byla provedena podle Kokuba (11).

Leptání ve směsi HF a HNO₃

Pro prvotní očištění obroběných vzorků titanu bylo použito odleptání titanu ve směsi HF, HNO₃, H₂O

Leptání v HCl

Pro dosažení mikrodrsného povrchu bylo použito modifikovaného publikovaného postupu (10,12) leptání v HCl.

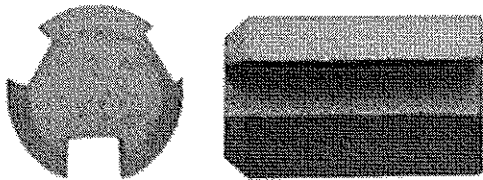
Tepelná úprava titanových vzorků

Při studiu vlivu tepelných úprav na bioaktivaci titanu v NaOH byly titanové disky vkládány do pece již vyhřáté na požadovanou teplotu v normální atmosféře.

2.1.2.3. Vzorky pro testy in vivo (implantace zvířeti)

Vzorky pokusných implantátů byly vyrobeny z titanu, ve tvaru válečků o průměru 3,7

mm a výšce cca 5mm (obr. 49). Na povrchu vzorků byly vytvořeny podélné drážky o hloubce 0,3 0,5 a 1,0 mm. Povrch vzorků obrobených vzorků (Ti-obr) byl dále upravován pískováním (Ti-p) popřípadě leptán v HCl (Ti-HCl). Takto předupravený povrch byl dále leptán v roztoku NaOH (Ti-p-HCl-NaOH) podle postupů uvedených výše. Tvar vzorků použitých pro implantace ukazuje Obr. 49.



Obr. 49. Tvar vzorků použitých k implantacím zvířeti (21)

2.1.2.4. Porovnání výsledků testů in vitro a in vivo (experimenty na zvířatech)

Bioaktivita in vivo pro studované povrchy titanu byla určena vyhodnocením přilehlých tkání k povrchu implantátů, které byly zavedeny do tibie psa po dobu 5 a 9 týdnů. Vyhodnocování bylo prováděno lineární analýzou na rovinných řezech kolmých na rozhraní implantátu a přilehající tkáně. Pro rozlišení tkání bylo použito barvení preparátů metylénovou modří.

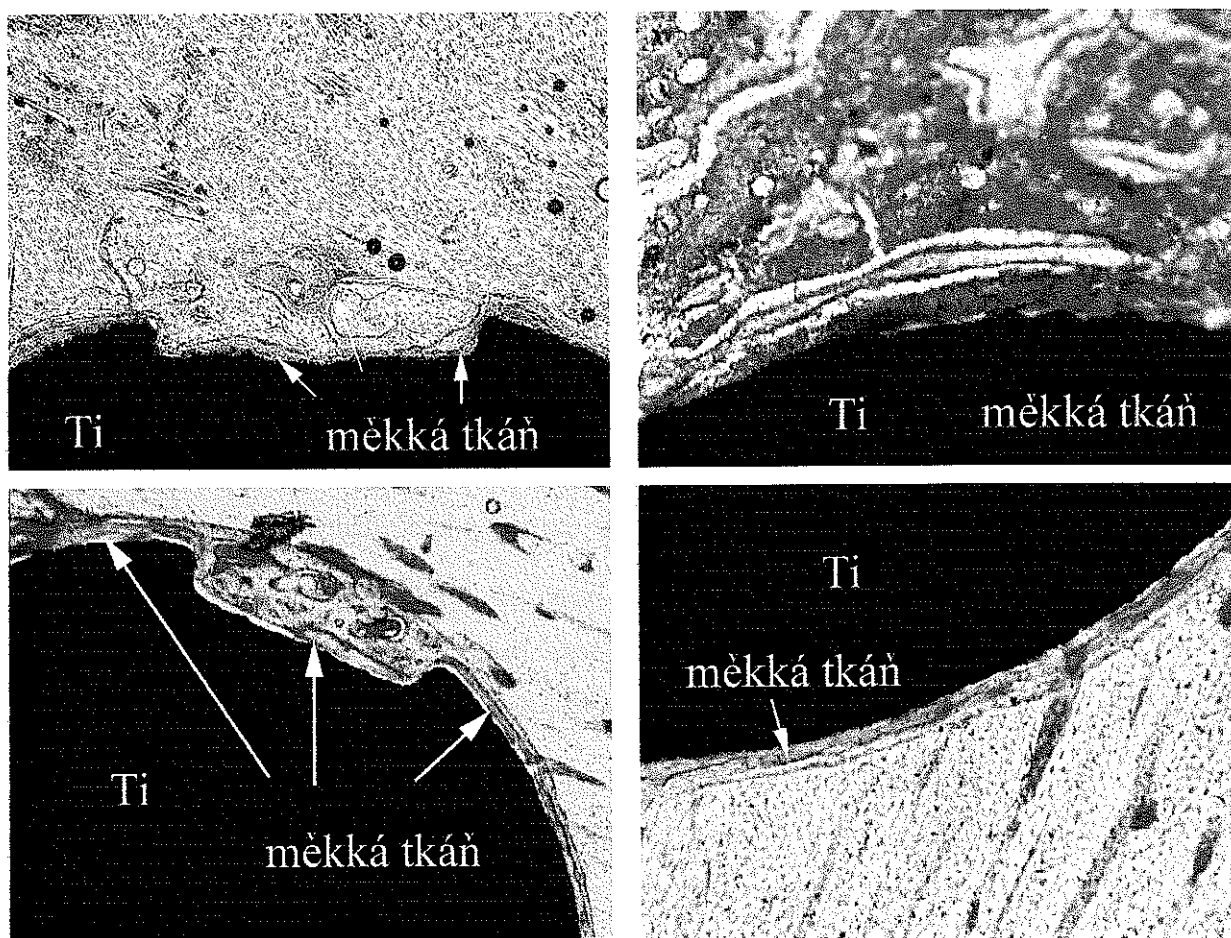
Kontakt kost-implantát (BIC, bone-implant contact) byl určován jako poměr délky rozhraní, kde mineralizovaná kost byla v přímém kontaktu s povrchem implantátu bez intermediální vrstvy, k celkové délce hodnoceného rozhraní.

Pro experiment bylo použito metody definované mezery (gap, press-fit metod), která z velké části eliminuje nepříznivý vliv a zkreslování výsledků v důsledku mikro pohybů a iniciální nestability implantátu. Na druhé straně výsledky také hodnotí a zahrnují osteokondukční vlastnosti testovaných materiálů.

Na 50 jsou ukázány histologické snímky rozhraní kostního lůžka a povrchu titanových vzorků upravených pouze obráběním (Ti-obr) a vzorků leptaných v HCl (Ti-HCl) po pěti týdnech po zavedení. Na velké části povrchu zářezu je patrná mezivrstva měkké tkáně (modře zbarvená) oddělující implantát od kosti. Tab. 2 uvádí porovnání hodnot BIC vyhodnocené 5 týdnů po implantaci a rychlosti tvorby apatitu v SBF pro různě modifikované povrchy titanu.

Tab. 2. Podíl přímého kontaktu kost-implantát na povrchu zářezu (BIC) 5 týdnů po implantaci a rychlost tvorby apatitu v SBF pro modifikované povrchy titanu , Strnad (21)

Povrchová úprava	Ti-obr	Ti-p	Ti -HCl	Ti -p- NaOH	Ti -p-HCl-NaOH	
In vivo	BIC	8,3% (SE=1,3)	13,8% (SE=3,8)	21,5% (SE=8,7)	77,6% (SE=2,5)	71,6% SE=3,7)
In vitro	Indukční čas	> 30dní [Ducheyne et. al.]	> 2 měsíce [Povýšil et.al.]	>10 dní [Jonášová et.al.]	< 48 h	24,2h (Ti-HCl-NaOH)



Obr. 50. Histologické řezy rozhraním implantát kost u vzorků Ti-obr a Ti-HCl (neodvápněný řez, barveno methylenovou modří, zvětšeno 5X, detail 200x), Strnad (21)

2.1.2.5. Závěry

Charakterizace povrchu titanu upraveného v NaOH

Charakterizace povrchu titanu upraveného v NaOH potvrdila vznik porézní hydratované struktury hydrogelu titaničitanu sodného přibližně 1 μm tlusté. Koncentrační profil povrchu vzorku po úpravě ukázal na gradientní strukturu přecházející z hydrogelu do kovového titanu. Difúzně reflexní infračervená spektroskopie (DRIFT) a rtg – difrakce ukázaly, že povrchová struktura titanu je úpravou výrazně hydratována a následným zahříváním krystalizuje na rutil a titaničitan sodný ($\text{Na}_2\text{Ti}_5\text{O}_{11}$).

Kinetika tvorby apatitu ve dynamickém prostředí simulované tělní tekutiny

Pro větší přiblížení podmínek experimentů in vitro podmínkám in vivo byla navržena dynamická expozice biomateriálů v průtočném systému. Toto uspořádání umožňuje konstantní podmínky (přesycení roztoku) expozice a zároveň možnost průběžného sledování koncentračních změn v simulované tekutině. Byla naměřena časová závislost koncentrací vápenatých a fosforečnanových iontů v simulované tělní tekutině při expozici titanu upraveného leptáním ve směsi HF a HNO_3 a následně v NaOH (Ti-HF/ HNO_3 -NaOH) a vzorku upraveného leptáním v HCl a následně v NaOH (Ti-HCl-NaOH). Byly zjištěny tři fáze interakce vzorků se simulovanou tělní tekutinou, adsorpce vápenatých a fosforečnanových iontů z roztoku, indukční perioda a spontánní krystalový růst apatitu na povrchu vzorku.

Experimenty in vivo

Výsledky in vitro testů byly v souladu s chováním materiálů in vivo-po implantaci do zvířat. Vzorky s alkalickou úpravou vytvořily za stejný čas větší kontakt se vznikající kostní tkání než vzorky bez této úpravy.

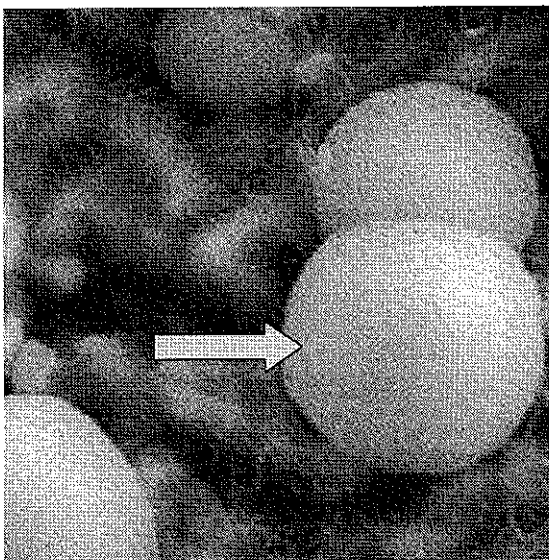
Na základě získaných výsledků a současných znalostí o tvorbě nové kostní tkáně na povrchu materiálu lze předpokládat, že materiálem iniciovaná tvorba krystalického apatitu na povrchu nemusí být nutná podmínka pro vznik přímé vazby materiálů s kostní tkání. Touto podmínkou může být okamžitá adsorpce, která ovlivňuje další interakce na povrchu materiálu směrem k tvorbě nové kosti.

Klinické použití

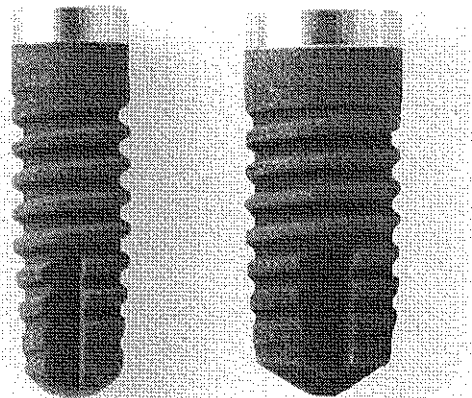
Na základě studií byly implantáty Impladent (firmy Lasak s.r.o.) opatřeny novým povrchem, pro své bioaktivní vlastnosti pojmenovaným Bio (obr. 53). Bio povrch je výrazně

strukturován ve smyslu makro a mikro drsnosti použitím pískování a leptání v minerální kyselině. Nejvýznamnější třetí stupeň povrchové úpravy v alkalickém prostředí modifikuje povrch v submikroměřítku a vytváří na povrchu implantátu gradientní, hydratovanou a porézní strukturu, propůjčující implantátu bioaktivní vlastnosti. Chemická úprava několikanásobně zvětšuje skutečný povrch implantátu (19) a zároveň řádově zvyšuje jeho hydrataci. Touto úpravou se původně hydrofobní kyselinou leptaný povrch mění na silně hydrofilní, schopný okamžité iontové interakce s krví (13). Rychlá iontová adsorpce má za následek urychlenou tvorbu apatitické vrstvy na povrchu implantátu, která je klíčovým faktorem pro indukci kostní novotvorby (obr. 52).

Na stomatologické klinice v Hradci Králové bylo od března 2000 do prosince 2003 zavedeno 1092 implantátů s Bio povrchem. Do retrospektivní klinické studie byly zařazeny všechny implantáty STI-Bio zavedené do tzv. přirozené, tedy neaugmentované kosti. Kritéria úspěšnosti implantací splnilo po jednom roce od implantace 98,8%, tedy 767 z 770 implantátů u nositelů, kteří se dostavili ke kontrolním vyšetřením (18).



Obr. 51. Indukce kostní novotvorby.
Obrázek z rastrovacího elektronového mikroskopu ukazuje apatitové krystaly na Bio povrchu po třídní expozici v simulované tělní tekutině (zvětšeno 4000x), Strnad (21).

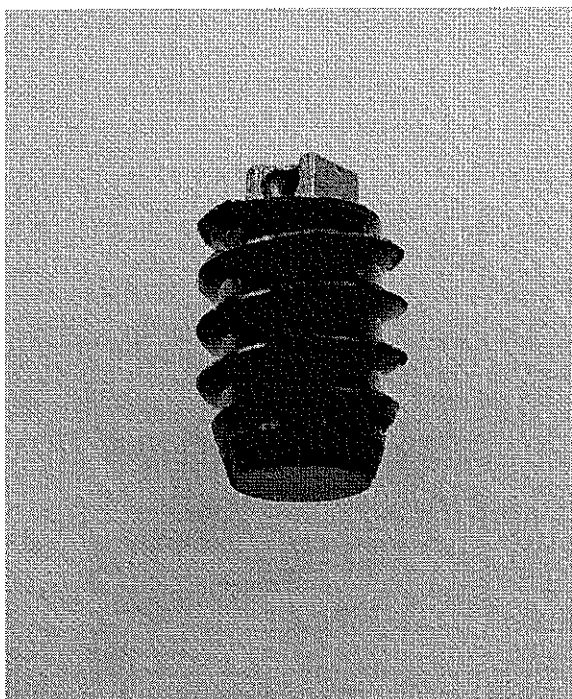


Obr. 52. Implantáty STI-Bio (zvětšeno 10x)

2.2. Tvar implantátu

Tvar implantátu (obr.54,61) do ramenního kloubu vychází ze zavedeného tvaru Impladent STI-Bio, tedy samořezného šroubu (obr. 53). Průměr těla šroubu je 3mm, celková délka 6 mm, strmý závit má 5mm. Na konci vystupuje část, sloužící k uchycení zavaděče. Je opatřena otvorem 0,5mm pro uchycení vlákna. Část implantátu se závitem, která je v kontaktu s kostí, je opatřena povrchovou úpravou Bio, jak je popsána výše. Část, sloužící k uchycení zavaděče, je pouze mechanicky obrobena.

Pro použití implantátu v klinické praxi bylo nutné jeho vyzkoušení laboratorně. Testy jsme provedli ve firmě LASAK. Během testů jsme vyzkoušeli postup implantace za použití nového zavaděče, vyrobeného k tomuto účelu firmou LASAK. Dále jsme provedli trhací testy k ověření pevnosti uchycení implantátu v kosti.



Obr. 53. Implantát L-FIX (zvětšení 10x)

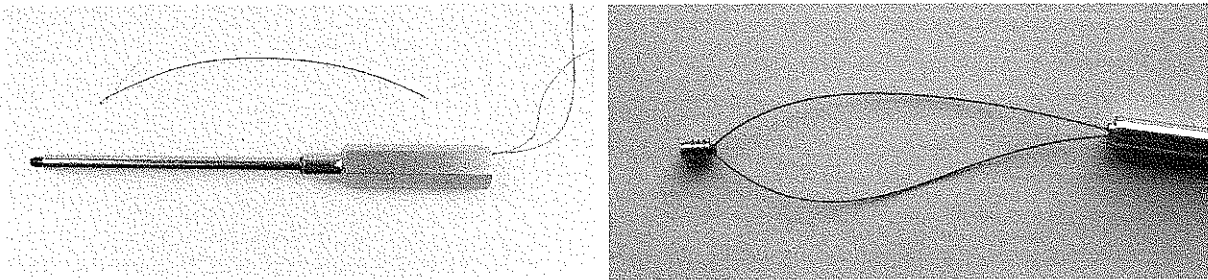
2.2.1. Laboratorní testy

2.2.1.1. Metodika

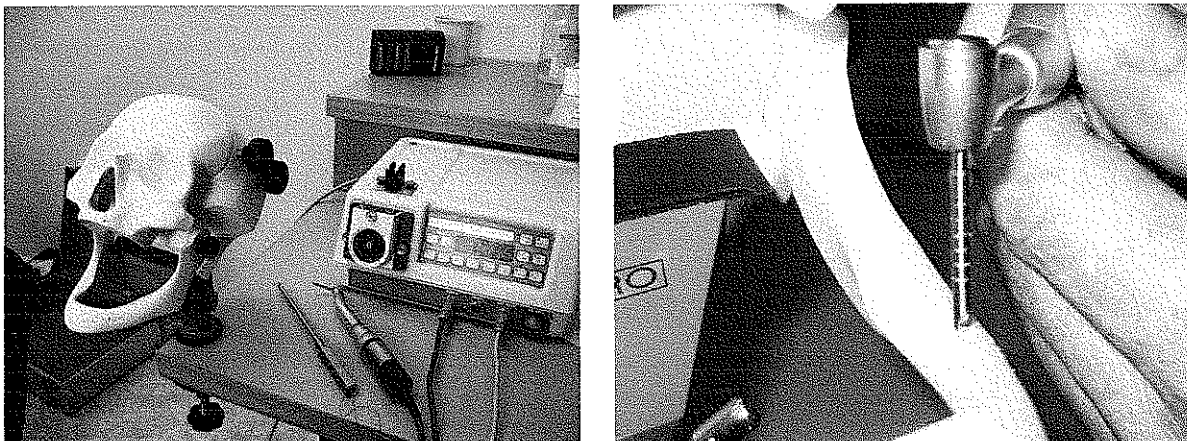
K vyzkoušení postupu implantace jsme použili model dolní čelisti lidské lebky firmy (Medvelop AB), (obr.56). Po předvrtání otvoru 3mm do hloubky 6mm kalibrovaným vrtákem (LASAK), (obr. 56), jsme implantáty zavedli vlastním zavaděčem (obr. 55, 62). Fixační vlákno PDS II (Ethicon) jsme protahovacím drátem navlékli do očka implantátu a zavaděče

(obr. 55). Sledovali jsme chování implantátu při jeho zavádění, jeho správnou hloubku zavedení.

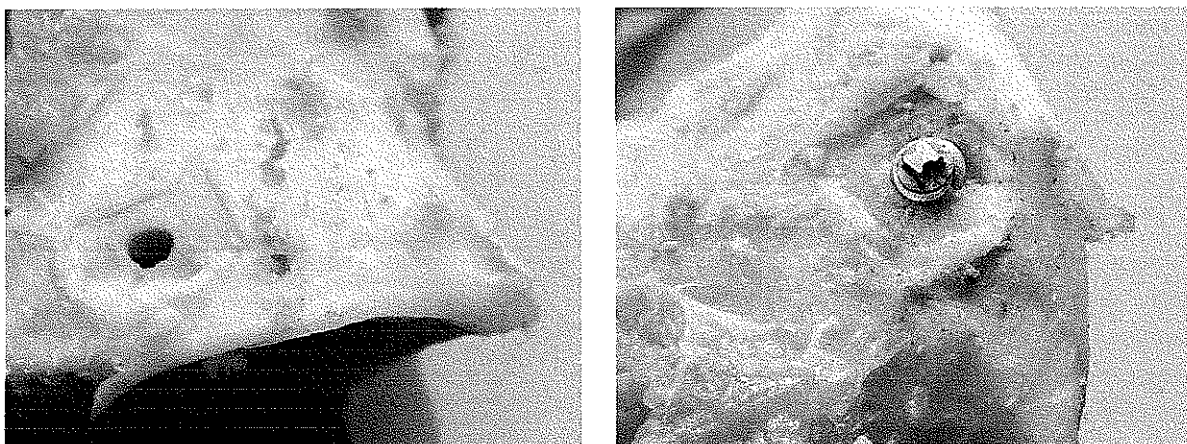
Pevnostní testy jsme provedli s implantáty zavedenými do vepřových lopatek. Do kotvicího oka jsme provlékli ocelový drát osteofix (Poldi Kladno 0,4 mm) a trhacím strojem jsme zjišťovali sílu, při které dochází k uvolňování a následnému vytržení implantátu (obr. 57,58), (lineární destrukci kosti v závislosti na nárůstu axiálního tahu).



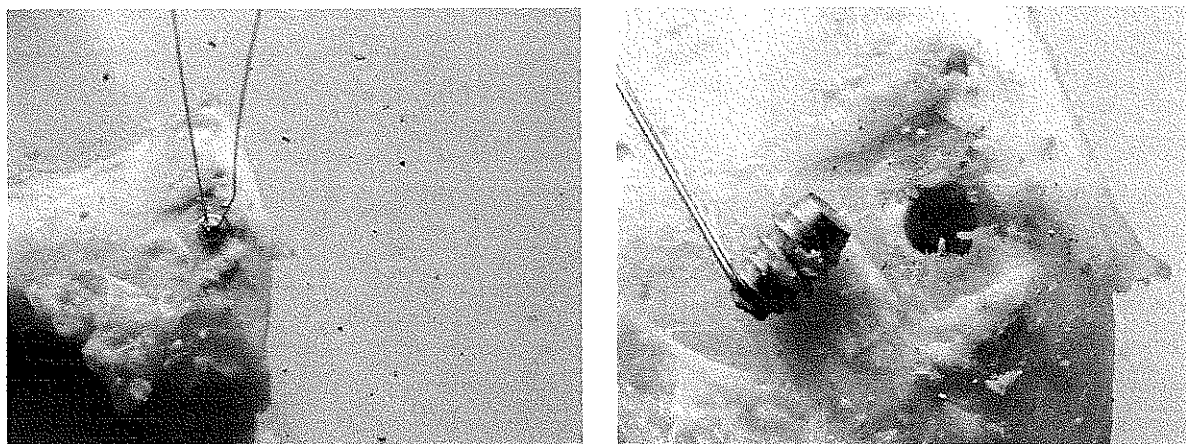
Obr. 55. Zavaděč s implantátem celkový pohled (a), detail (b)



Obr. 56. Model lebky (a), vrtání lůžka pro implantát kalibrovaným vrtákem (b)



Obr. 57. Lůžko v lopatce pro implantát (a), zavedený implantát do lopatky (b)

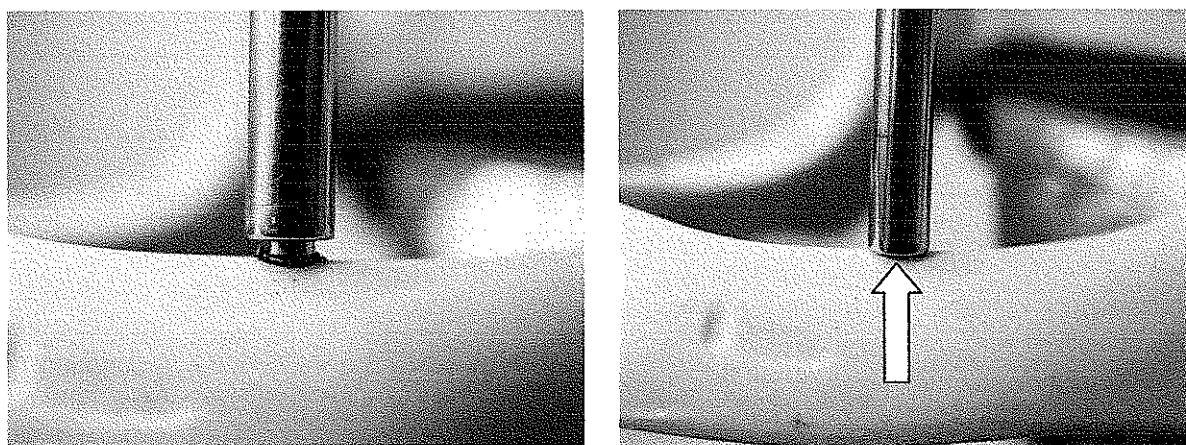


Obr. 58. Implantát s lopatkou připravený k pevnostním testům (a), po vytržení implantátu (b)

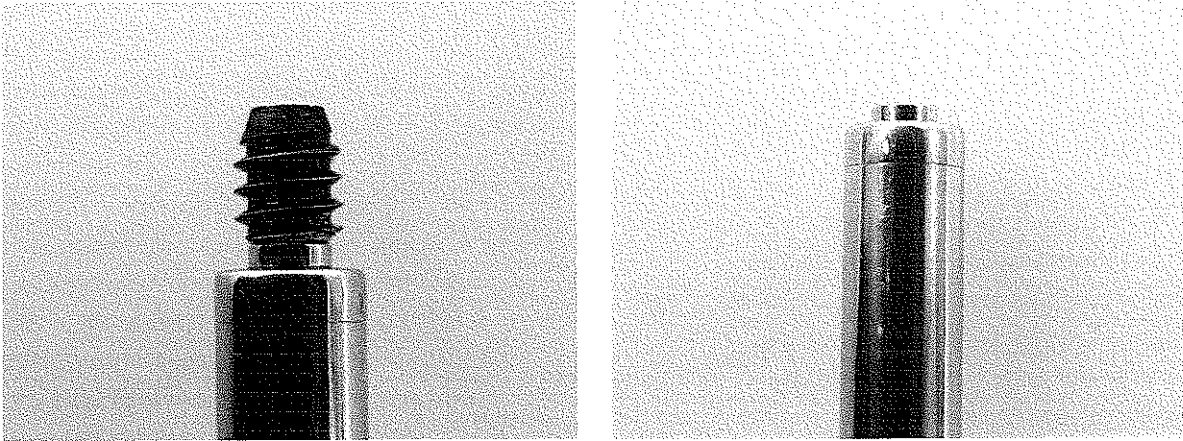
2.2.1.2. Výsledky

Protážení kotvícího stehu implantátem a zavaděčem bylo jednoduché a snadné. Nedošlo k zaplétání vláken ani při protážení, ani během šroubování, což jsme ověřili opakovaným posunováním vlákna. Zavedení implantátu s vláknem do modelu jsme provedli 50krát. Ani v jednom případě nedošlo k porušení vlákna při implantaci, ani při uzlení.

Implantát se do modelu zaváděl snadno a i při menší osové úchylce zavaděče od osy otvoru se sám centroval a nedovolil šikmé zavedení. Při dotahování se sám uvolnil ze zavaděče v úrovni kosti a nebylo možno jej zavést tak, aby vyčníval nad niveau, nebo naopak byl příliš zapuštěn (obr. 59). Umožňuje to přesné provedení spojení implantátu se zavaděčem. Při dotahování se větší průměr části zavaděče na konci opře o okolní kost a při dalším dotažení implantátu se uvolní spojení mezi zavaděčem a implantátem (obr. 60). Po implantaci bylo vždy vlákno volně posunlivé a bylo možno na něj založit posunovací uzly. Tvar zavaděče umožňuje jeho použití k artroskopickým ale i otevřeným operacím.



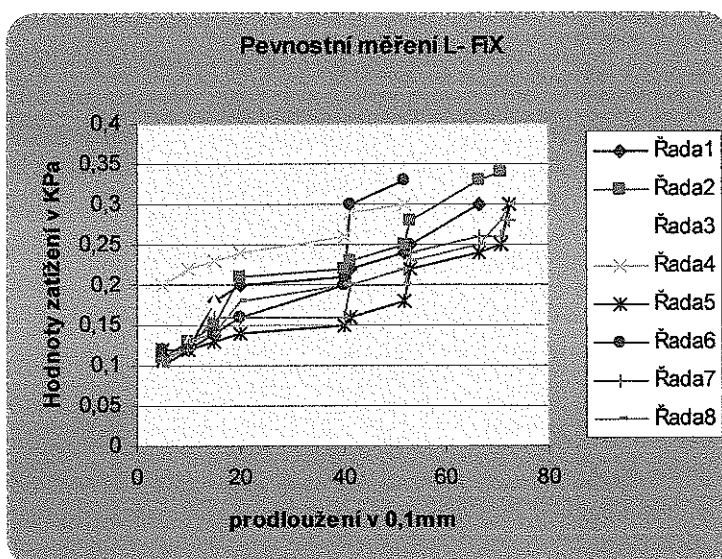
Obr. 59. Implantát před dotažením (a), po zavedení

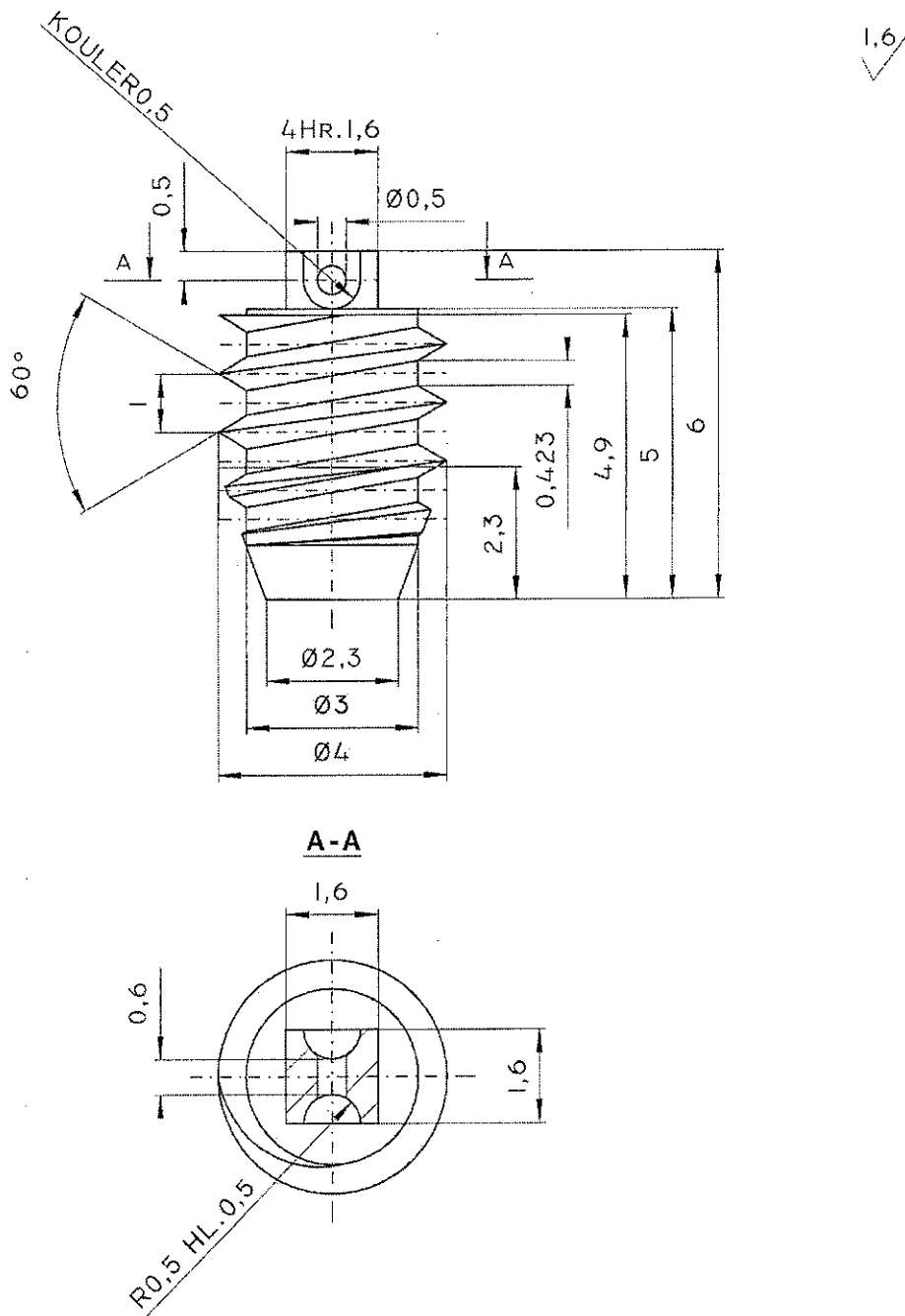


Obr. 60. Detail spojení zavaděče s implantátem (a), detail koncové části zavaděče

Ke zjištění pevnosti ukotvení implantátu do kosti jsme použili 9 implantátů, které jsme zavedli do 3 vepřových lopatek. Na trhacím stroji jsme zjistili závislost lineární destrukce kosti v mm/10 na nárůstu axiálního tahu kPa (graf 1). Lineární destrukce do 0,1 mm odpovídá modulu pružnosti kosti a spojovacího materiálu. Rozsah 0,1-1 mm je relevantní rozsah pro použitelné zatížení. Při destrukci 1-2 mm dochází k porušení závitů kosti a nad 2 mm k uvolnění resp. vytržení implantátu. Praktické možné axiální zatížení implantátu je v oblasti 0,1-1 mm, což odpovídá zatížení 40-60 kPa. Tato pevnost ukotvení je dostačující pro klinické použití, protože pevnost používaných vláken je menší. V tahu bylo naměřeno 32 kPa, kdy došlo k přetržení vlákna.

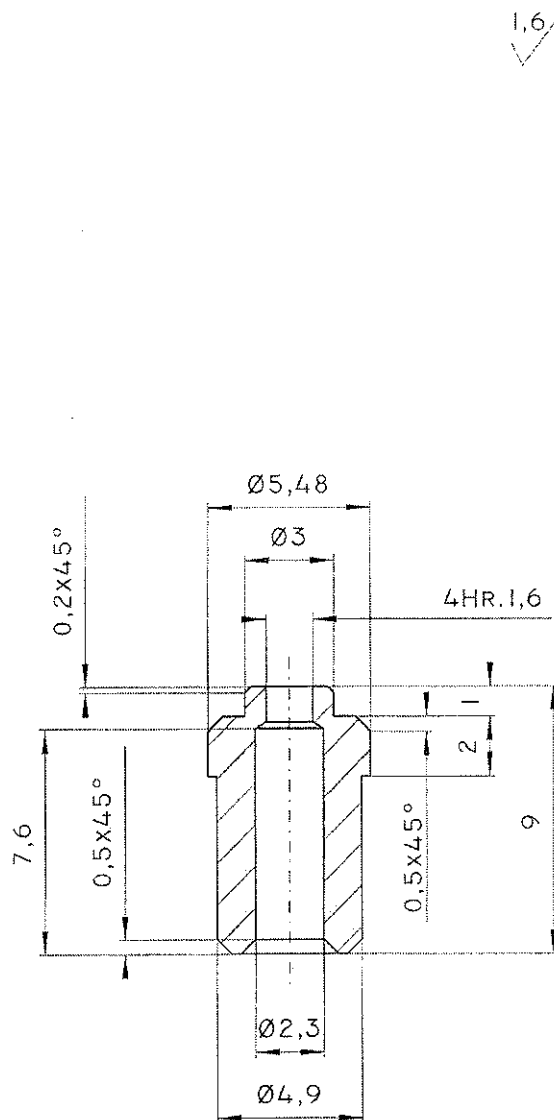
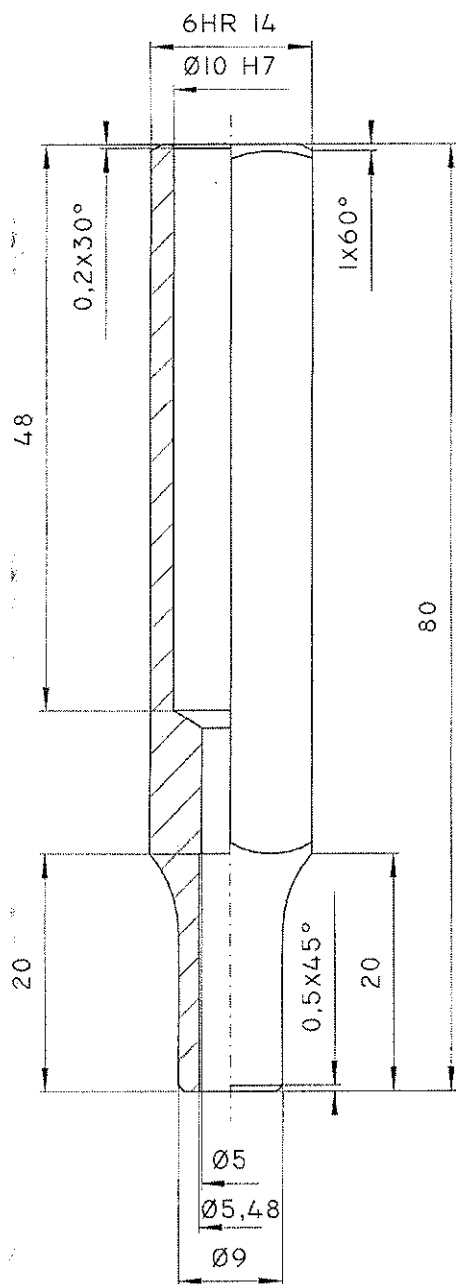
Graf 1. Závislost lineární destrukce na axiálním tahu





Zmena :	Firma : LASAK spol.s.r.o. Laborator skla a keramiky Papirenská 25, Praha 6 PSC:160 00		
Material : CISTY Ti	Hmotnost :	Meritko : 10 : 1	
Polotovary : CISTY Ti			
Kreslil : SEJK	Datum : 18.8.2003	Pozn. :	
Prezkoušel :	Datum :	St. vykres :	Novy vykres :
Schválil :	Datum :		
Nazev RAMENÍ IMPLANTÁT DO LOPATKY Ø4mm	Císlo vykresu : 18-08-03	Listu : 1	List : 1

Obr. 61. Technický výkres implantátu



1,6/

Ø4,9 PŘISPŮSOBIT K NALISOVÁNÍ DO TRUBIČKY
Ø5,48 PŘISPŮSOBIT K NALISOVÁNÍ TRUBIČKY

Zmena :	Firma : LASAK spol.s.r.o. Laborator skla a keramiky Papirenská 25, Praha 6 PSC:160 00	
Material :	Hmotnost :	
Polotovár :	Meritko :	
Kreslit : SEJK	Datum : 21.11.2003	Pozn. :
Prezkoušel :	Datum :	St. vykres :
Schválil :	Datum :	Nový vykres :
Nazev : ZAVADĚČ IMPLANTÁTU DO LOPATKY	Číslo vykresu : 21-11-03	Listu : 1
		List : 1

Obr. 62. Technický výkres zavaděče

2.2.2. Diskuze

Materiál implantátu byl zvolen na základě výzkumů firmy LASAK Praha s.r.o. ve spolupráci s Ortopedickou klinikou v Hradci Králové (22,23,24) a literárních údajů (11,18,19,21). Byl použit titan opatřený novým povrchem s bioaktivními vlastnostmi. Bio povrch je výrazně strukturován ve smyslu makro a mikro drsnosti použitím pískování a leptání v minerální kyselině. Nejvýznamnější třetí stupeň povrchové úpravy v alkalickém prostředí modifikuje povrch v submikroměřítku a vytváří na povrchu implantátu gradientní, hydratovanou a porézní strukturu, propůjčující implantátu bioaktivní vlastnosti. Chemická úprava několikanásobně zvětšuje skutečný povrch implantátu a zároveň podmiňuje tvorbu apatitické vrstvy na povrchu implantátu, která je klíčovým faktorem pro indukci kostní novotvorby (18,21). Vlastnosti nové povrchové úpravy materiálu byly klinicky ověřeny v dentální implantologii při použití implantátů STI-Bio. Kritéria úspěšnosti implantací splnilo po jednom roce od implantace 98,8% použitých implantátů (18). Dosud používané implantáty, určené k intraoseálním stehům v ortopedii, běžně dostupné na trhu, jsou vyrobeny z ocelových slitin nebo titanu, které jsou pouze povrchově mechanicky upraveny (16,17) a nejsou proto schopny indukce kostní novotvorby a nemají tedy schopnost osseointegrace, která byla prokázána u titanu s novým povrchem.

Tvar implantátu - samořezný šroub - vychází ze zavedeného tvaru implantátu pro dentální implantologii Implants STI-Bio (18,19). Pro aplikaci v oblasti ramenního kloubu bylo nutno jeho tvar upravit. Na podkladě návrhů autora práce byla ve firmě LASAK zpracována technická dokumentace a upravený implantát vyroben. Byl zmenšen rozměr implantátu, aby jej bylo možno zavést do okraje glenoidální jamky. Jeho velikost tedy odpovídá v artroskopii běžně používaným implantátům (17). Dále byl použit vyšší závit, aby byla dosažena dostatečná primární pevnost uchycení v kosti. Bylo nutno upravit část, kterou je implantát uchycen v zavaděči, tedy uzpůsobit do čtyřhranu, přes který je zašroubován do kosti. V tomto čtyřhranu je očko a žlábek pro vlákno. Okraje očka bylo nutno upravit tak, aby nedocházelo k poškození vlákna zavaděčem při zavádění implantátu a při uzlení. Osazení na konci zavaděče bylo navrženo tak, aby se implantát při dotažení v kosti uvolnil ze zavaděče v úrovni kostního povrchu.

Vlastnosti tvaru implantátu a instrumentária, byly laboratorně ověřeny autorem práce. Bylo prokázáno snadné a správné zavedení implantátu do okraje glenoidální jamky. Primární pevnost ukotvení implantátu v kosti byla dostatečná pro intraoseální stehy. Vyvinuté instrumentarium ve spojení s novým implantátem umožňuje přesné zavedení implantátu.

Konstrukce implantátu vyhovuje požadavkům kladeným na implantát, který slouží k intraoseálním stehům v artroskopické operativě.

2.3. Závěr experimentální části

Titanové implantáty Impladent (firmy Lasak s.r.o.) byly opatřeny novým povrchem, propůjčujícím implantátu bioaktivní vlastnosti, pro které byly pojmenovány Bio. Povrchová úprava má za následek urychlenou tvorbu apatitické vrstvy na povrchu implantátu, která je klíčovým faktorem pro osseointegraci. Laboratorní výsledky, prokázané in vitro i in vivo, byly ověřeny klinicky v dentální implantologii a umožňují využití nových materiálů k výrobě fixačního implantátu pro ortopedii L-FIX.

Tvar nového fixačního implantátu pro kotvící intraoseální stehy L-FIX, který vychází ze zavedeného systému STI-Bio, jsme laboratorně testovali a podle výsledků testů plně vyhovuje pro snadné a správné zavedení do okraje glenoidální jamky.

Pevnost ukotvení implantátu v kosti byla laboratorně testována. Možný axiální tah vzhledem k lineární destrukci kosti je v prakticky využitelném rozsahu a je vyhovující pro fixační implantát pro stabilizační výkony v glenohumerálním kloubu.

Vyvinuté instrumentarium ve spojení s novým implantátem umožňuje přesné zavedení implantátu a splnilo předpoklady k použití při artroskopických stabilizačních výkonech.

Vyvinutý fixační implantát L-FIX je po preklinickém testování připraven ke klinickému použití k intraoseálním stehům při stabilizačních výkonech v oblasti ramenního kloubu.

O obdobném typu implantátu, určenému k intraoseálním fixačním stehům při stabilizačních výkonech v oblasti ramenního kloubu s moderní povrchovou Bio-úpravou, dosud nebylo v odborné literatuře zmíněno a jedná se o zcela nový typ implantátu.

Literatura

1. BARDOS DI: Titanium and titanium alloys. *Concise encyclopedia of medical and dental materials*, Pergamon press: 1990.
2. BRANEMARK PI: Intraosseous anchorage of dental prostheses. *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.*, 1996, vol. 3, p. 81-93.

3. BURKART A, IMHOFF AB, ROSCHER E: Foreign Body Reaction to bioabsorbable Suretac Device. *Arthroscopy*, 2000, vol. 16, p. 91-96.
4. BUSER D, SCHENK RK, STEINMANN S, FIORELLINI JP, FOX CH, STICH H: Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants, A histomorphometric study in miniature pigs, *J. of Biomed. Mat. Res.*, 1991, vol. 25, p. 889-902.
5. DAVIES JE, HOSSEINI MM: Histodynamics of Endosseous Wound Healing in *Bone engineering*, ed. DAVIES JE, EM squared Inc., 2000, p. 9-21.
6. DAVIES JE, OTTENSMEYER P, SHEN X, HASHIMOTO M, PEEL SAF: Early Extracellular matrix synthesis by bone cells, In: *The bone-biomaterial interface*, ed. DAVIES JE, University of Toronto Press, 1990, p. 214-223.
7. DAVIES JE, CHERNECKY R, LOWENBERG B, SHIGA A: Deposition and resorption of calcified matrix in vitro by rat marrow cells, *Cells Matière*, 1990, vol. 1, p. 3-15.
8. DETRISAC D, JOHNSON LL: Arthroscopic Shoulder Capsuloraphy using metal Staples. *Orthop Clin North Am.*, 1993, vol. 24, p. 71-88.
9. HENCH LL, ANDERSON O: Bioactive glasses, In: *An introduction to Bioceramics*, eds. HENCH LL, WILSON J, World Scientific Publishing, 1993, p. 41-63.
10. JONÁŠOVÁ L: *Disertační práce*, VŠCHT, 2002
11. KOKUBO T, MYAJI F, KIM HM, NAKAMURA T: Spontaneous formation of bonelike apatite layer on chemically treated titanium metals, *J. Am. Ceram. Soc.*, 1996, vol. 79(4), p. 1127-1129.
12. KRÝSA J: *Disertační práce*, VŠCHT 2003
13. LIM YJ, OSHIDA Y, ANDRES CJ, BARCO MT: Surface characterizations of variously treated titanium materials, *J. of Oral Maxillofac. Impl.*, 2001, vol. 16, p. 333-342.
14. MARX RE, CARLSON ER, EICHEMSTAEDT RM, SCHIMMELE SR, STRAUSS JE, GEORGES KR: Platelet-rich plasma: Growth factor enhancement for bone grafts, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1998, vol. 85(6), p. 638-646.

15. MARX RE: Platelet Concentrate, A strategy for accelerating and improving bone regeneration in *Bone engineering*, ed. DAVIES JE, EM squared Inc., 2000, p. 9.
16. MATTHEWS LS, VETTER WL, OWEIDA SJ, SPEARMAN J, HELFET DL: Arthroscopic Staples Capsulorrhaphy for recurrent anterior Shoulder Instability. *Arthroscopy*, 1988, vol. 4, p. 106–111.
17. NEBELUNG W, KETTLER M, WIEDERMANN E, JAGER A, HOFFMANN F, BIRKNER W, KAAB MJ, SUDKAMP NP: Arthroskopische Rekonstruktion des Glenohumeralgelenks. In: NEBELUNG W, WIEDERMANN E (Hrsg) *Schulterarthroskopie*. Springer-Verlag: Berlin Heidelberg, 2002, p. 84-149.
18. ŠIMŮNEK A, KOPECKÁ D, STRNAD J: Reduced healing Time of Implantent Implants with bioactive surface. *Quintessenz*, 2004, vol. 3, p. 34-38.
19. ŠIMŮNEK A, STRNAD J, NOVÁK J, STRNAD Z, KOPECKÁ D, MOUNAJJED R: STI-Bio: Titanium implant with bioactive surface design. *Clin. Oral Impl. Res.*, 2001, vol. 12, p. 416.
20. SOBALLE K, RASMUSEN H: Tissue ingrowth into titanium and hydroxyapatite coated implants during stable and unstable mechanical condition, *J. Orthop. Res.*, 2000, vol. 10, p. 285-299.
21. STRNAD J: *Disertační práce*, VŠCHT 2004
22. STRNAD Z, STRNAD J, POVÝŠIL C, URBAN K: Effect of plasma-sprayed hydroxyapatite coating on osteoconductivity of commercially pure titanium implants, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 2000, vol. 15(2), p. 483-489.
23. URBAN K, STRNAD Z, SPOHROVÁ D: Povrchově bioaktivní sklokeramika. *Acta Chir.orthop.Traum.čech.*, 1989, roč. 56, s. 291-297.
24. URBAN K, URBANOVÁ E: Sledování postupu vhojování bioaktivní sklokeramiky v okolí acetabula po revizní operaci endoprotézy kyčle pomocí scintigrafie. *Acta Chir.orthop.Traum.čech.* 1998, roč. 65, s. 11-16.

3. ZÁVĚRY DISERTAČNÍ PRÁCE, SPLNĚNÍ CÍLŮ, PŘÍNOS PRO KLINICKOU PRAXI

Klinická část práce

V klinické části práce bylo cílem zavedení artroskopických postupů v oblasti ramenního kloubu do operativy ortopedické kliniky v Hradci Králové. Zhodnocení výsledků léčby novou metodou a jejich srovnání s literárními údaji. Zavedení vlastních modifikací v operačních postupech za účelem přesnějšího provedení výkonu, snížení traumatizace pacienta a minimalizace peroperačních komplikací.

- Autor rozšířil spektrum prováděných artroskopických výkonů na ortopedické klinice v Hradci Králové o výkony v oblasti ramenního kloubu. Zavedl diagnostickou artroskopii glenohumerálního kloubu, extrakci volných kloubních tělísek, resekci proximálního pahýlu šlachy dlouhé hlavy bicepsu, artroskopickou subakromiální dekompresi, evakuaci kalcifikací rotátorové manžety, resekci laterálního okraje klíční kosti, stabilizační výkony glenohumerálního kloubu.
- Po vyhodnocení výsledků byly stanoveny indikace k operaci, vlastní operační technika a výsledky léčby byly hodnoceny na souborech pacientů. Všichni pacienti byly operováni autorem práce. Dosažené výsledky jsou srovnatelné s literárními údaji.
- Autor zavedl a ověřil vlastní modifikace operačních postupů, které se v praxi osvědčily. Jedná se o použití injekční jehly při verifikaci ložiska kalcifikací rotátorové manžety, které je uloženo intratendinózně. Přínosem je minimální traumatizace manžety, ke které může dojít při běžně používaném shaveru. Resekci lig. coracoacromiale při ASD provádí až na konci akromioplastiky, čímž je minimalizován zdroj peroperačního krvácení. Při ASD kombinuje laterální a zadní přístup pro shaver. Laterálním přístupem provádí větší část akromioplastiky a ze zadního přístupu kontroluje dostatečný rozsah resekce akromia, event. dle potřeby z tohoto přístupu resekci dokončí. Použitím zadního přístupu k dokončení akromioplastiky je zaručena exaktní resekce akromia. Resekci laterálního okraje klíční kosti provádí pouze z jednoho přístupu s dostatečnou resekci klíční kosti, tím se podařilo docílit ještě menší traumatizace měkkých tkání oproti běžně používaným dvěma přístupům.

Pro klinickou praxi je přínosem práce rozšíření spektra operačních výkonů na ortopedické klinice o endoskopické miniinvazivní výkony, které jsou ekvivalentem běžně prováděných otevřených operací. Zavedením vlastních modifikací operačních postupů se podařilo přesněji provedení operačních výkonů, bylo dosaženo snížení traumatizace pacienta a minimalizace peroperačních komplikací.

Experimentální část práce

Cílem experimentální části práce byl vývoj fixačního implantátu typu stehové kotvičky s moderním bioaktivním povrchem, který je určen k intraoseálním stehům pro artroskopické stabilizační operace v oblasti glenohumerálního kloubu a vlastního instrumentária.

Implantát a nástroje byly navrženy autorem a vyvinuty ve spolupráci s firmou LASAK Praha s.r.o.

Použití titanu k výrobě implantátu vycházelo z experimentálních studií naší kliniky, firmy Lasak Praha s.r.o. a z klinických zkušeností v dentální implantologii. Implantát byl opatřen novým povrchem, propůjčujícím mu bioaktivní vlastnosti.

Vhodnost tvaru implantátu a jeho použití s novým instrumentariem byly testovány v experimentu na kadaverozních vepřových lopatkách a na modelu. Tvar implantátu byl optimalizován pro maximální primární stabilitu, dostatečný přenos sil do okolní tkáně a tím pevné zakotvení intraoseálního stehu k refixaci labro-ligamentozního komplexu ke glenoidální jamce. Byly testovány vlastnosti implantátu a nástrojů při vlastní implantaci.

- K výrobě implantátu byl vybrán titan s bioaktivním povrchem, který splňuje požadavky časně osseointegrace.
- Práce v experimentu jednoznačně prokázala vyhovující tvar implantátu a jeho vyhovující primární stabilitu ukotvení v kosti.
- Práce prokázala kvalitní spojení mezi novým implantátem a šicím materiálem, což podmiňuje dostatečný přenos sil do okolní tkáně.
- Práce prokázala přesné a snadné zavedení implantátu do kosti pomocí vlastního instrumentária a dává předpoklady pro použití v klinické praxi při artroskopických operacích.

Vyvinutý implantát je v současné době po preklinickém testování připraven ke klinickému použití.

O obdobném typu implantátu, který je určen k intraoseálním stehům při stabilizačních výkonech v oblasti ramenního kloubu s moderní povrchovou Bio-úpravou, jsme nenašli v odborné literatuře zmínku. V disertační práci je tedy navrhován a ověřen zcela nový typ implantátu.