Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav fyzioterapie

Objektivizace funkčních výsledků po operaci ramenního kloubu technikou remplissage.

Diplomová práce

Bc. Kristýna Nováčková

Vedoucí práce: MUDr. Petr Kolář, Ph.D.

Olomouc 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením MUDr. Petra Koláře, Ph.D. a v referenčním seznamu jsem uvedla všechny použité literární a elektronické zdroje.

V Olomouci dne..... Podpis.....

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu své diplomové práce MUDr. Petru Kolářovi, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce, rady a připomínky. Dále bych ráda poděkovala PhDr. Barboře Kolářové, Ph.D. za pomoc při zpracovávání EMG signálu a Mgr. Dagmar Tečové za statistické zpracování dat.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: Diplomová práce

Název práce: Objektivizace funkčních výsledků po operaci ramenního kloubu technikou remplissage.

Název práce v AJ: Objectivization of functional results after remplissage technique of shoulder joint.

Datum zadání: 2018-01-31

Datum odevzdání: 2019-06-25

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav fyzioterapie

Autor práce: Bc. Kristýna Nováčková

Vedoucí práce: MUDr. Petr Kolář, Ph.D.

Oponent práce: Mgr. Věra Jančíková, Ph.D.

Abstrakt v ČJ:

Úvod: Glenohumerální instabilita ramenního kloubu je často spojená se vznikem kostních lézí na hlavici humeru a glenoidu. Výskyt těchto lézí vede k riziku selhání běžných artroskopických výkonů, a proto se v rámci artroskopického ošetření provádí i tzv. remplissage, která v rámci EBM studií dosahuje mnohem lepších výsledků, s nižším počtem rekurentních luxací ramenního kloubu.

Cíl: Cílem této diplomové práce je objektivizovat funkční výsledky ramenního kloubu po operaci technikou remplissage.

Metodika: Experimentální soubor tvořilo 10 probandů, kteří v minulých letech podstoupili operaci ramenního kloubu technikou remplissage. Objektivizace byla prováděna pomocí povrchové elektromyografie vybraných svalů, které byly snímány bilaterálně. Pro měření síly zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu byla použita dynamometrie. Testovanými svaly byla pars acromialis deltového svalu, m. infraspinatus a m. latissimus dorsi. Následně byla hodnocena svalová aktivita vybraných svalů a maximální svalová síla v průběhu izometrické

kontrakce do vnitřní a zevní rotace. S ohledem na cíle výzkumu byly ze snímaných svalů dále zpracovány pouze získané hodnoty z m. infraspinatus.

Výsledky: Výsledné hodnoty statistického zpracování neukázaly signifikantní snížení svalové síly do zevní a vnitřní rotace ani signifikantní snížení svalové aktivity m. infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do zevní a vnitřní rotace ve srovnání operované a zdravé horní končetiny.

Závěr: Technikou remplissage nedochází ke snížení svalové síly do zevní a vnitřní rotace v RAK ani ke snížení svalové aktivity m. infraspinatus při maximální volní izometrické kontrakci do zevní a vnitřní rotace, a tato technika se tedy jeví jako bezpečná z hlediska zachování funkčních výsledků po operaci ramenního kloubu pro glenohumerální instabilitu.

Abstrakt v AJ:

Introduction: The glenohumeral instability of the shoulder joint is often associated with the formation of bone lesions on the head of the humerus and glenoid. The occurrence of these lesions results in the risk of failure of common arthroscopic procedures, therefore the so-called remplissage, which has much better results in EBM studies, with lower recurrent luxation of the shoulder joint, is performed in the arthroscopic treatment.

Aims: The aim of this thesis is to objectify the functional results after the shoulder joint surgery using the remplissage technique.

Methods: The experimental group consisted of 10 probands who underwent surgery in the past years with a remplissage technique. Objectification was performed using surface polyelectromyography of selected muscles that were scanned bilaterally. Dynamometry was used to measure force of external and internal rotation in shouder joint. The muscles tested were the pars acromialis of the deltoid, m. infraspinatus and m. latissimus dorsi. Subsequently, muscle activity and maximum muscle strength were evaluated during isometric contraction into internal and external rotation. Taking into cosideration the research objectives, only the values acquired from m. infraspinatus were further analysed.

Findings: Comparing operated and healthy upper limb, the findings of statistical analysis did not show any significant reduction of muscle strength into external and internal rotation, nor significant decrease of m. infraspinatus muscle activity at maximum isometric contraction to external and internal rotation.

Conclusion: Remplissage does not reduce muscle strength to external and internal rotation in RAK, nor does it reduce m. infraspinatus muscle activity at maximum free isometric contraction to external and internal rotation. Therefore, this technique appears safe in relation to functional results post shoulder joint surgery for glenohumeral instability.

Klíčová slova: glenohumerální instabilita, ramenní kloub, sval podhřebenový, remplissage, povrchová elektromyografie, Hill-Sachsovy léze, Bankartovy léze

Key words: glenohumeral instability, shoulder joint, musculus infraspinatus, remplissage, surface electromyography, Hill-Sachs lesions, Bankart lesions

Rozsah práce: 75 stran/1 příloha

Obsah

Úvod 10

1 Přehled poznatků 12

1.1 Stabilizátory ramenního kloubu 12

1.1.1 Pasivní stabilizátory 12

1.1.2 Aktivní stabilizátory 14

1.2 Rotační pohyby v ramenním kloubu 16

1.2.1 Zevní rotace 16

1.2.2 Vnitřní rotace 16

1.2.3 Pohyby lopatky při rotacích v RAK 17

1.3 Anatomie a kineziologie testovaných svalů 17

1.3.1 Musculus infraspinatus 17

1.4 Glenohumerální instabilita 19

1.4.1 Klasifikace glenohumerálních instabilit 20

1.4.2 Anteriorní instabilita 20

1.4.3 Rekurentní instabilita 21

1.5 Hill-Sachsovy léze 21

1.5.1 Četnost výskytu 21

1.5.2 Velikost a lokalizace 22

1.5.3 Klasifikace Hill-Sachsových lézí 22

1.6 Bankartovy léze 23

1.6.1 Klasifikace Bankartových lézí 24

1.7 Vzájemný vztah Hill-Sachsovy a Bankartovy léze a jeho vliv na volbu terapie 25

1.7.1 Postup při stanovení vzájemného vztahu kostních lézí 26

1.8 Testování anteriorní instability RAK 26

1.8.1 Apprehension test 26

1.8.2 Relocation test 26

1.8.3 Zobrazovací metody 27
1.9 Léčba anteriorní instability RAK 27
1.9.1 Remplissage 28
1.10 Přístroje k objektivizaci měření 32
1.10.1 Dynamometrie 32
1.10.2 Povrchová elektromyografie 33
2 Cíle výzkumu 35
3 Metody výzkumu 37
3.1 Charakteristika výzkumné skupiny 37
3.2 Podmínky měření 37
3.3 Výzkumná metoda 37
3.4 Postup měření 38
3.5 Průběh experimentu 38
3.6 Hodnocení EMG signálu 39
3.7 Statistické vyhodnocení naměřených dat 39
4 Výsledky výzkumu 40
4.1 Výsledky k vědecké otázce č. 1 40
4.2 Výsledky k vědecké otázce č. 2 43
5 Diskuze 46
5.1 Diskuze k efektivitě remplissage 47
5.2 Diskuze k výsledkům experimentu 48
5.2.1 Diskuze k hypotézám $H_0$1 a $H_0$2 48
5.2.2 Diskuze k vědeckým otázkám $H_0$3 a $H_0$4 52
5.3 Přínos pro praxi 53
5.4 Limity studie 54
Závěr 55
Referenční seznam 56

Seznam zkratek 69
Seznam obrázků 71
Seznam tabulek 72
Seznam příloh 73
Přílohy 74

Úvod

Ramenní kloub (dále jen RAK) představuje komplex, který disponuje velkou mobilitou, což vyžaduje zajistit také optimální stabilitu (Veeger, van der Helm, 2007 in Duc et al., 2014, s. 2390). Stabilita RAK je dána rovnováhou mezi statickými a dynamickými stabilizátory RAK. Jakákoli dysbalance mezi pasivními a aktivními stabilizátory vede ke vzniku glenohumerální instability (Cooper, 1992 in Itoigawa, Itoi, 2015, s. 1).

Glenohumerální instabilita je definována jako neschopnost udržet hlavici humeru v glenoidální jamce. Glenohumerální instabilitu můžeme rozdělit a klasifikovat podle několika kritérií: frekvence, etiologie, rozsahu a směru (Kuhn, 2010, s. 343). Násilným kontaktem hlavice humeru a glenoidu v průběhu dislokace glenohumerálního (dále jen GH) kloubu mohou vzniknout poranění chrupavčitých nebo kostních struktur artikulačních ploch GH kloubu (Yamamoto et al., 2007 in Omoumi et al., 2011, s. 8). Pochopení, přesná klasifikace a volba náležitého řešení vzniklých nesrovnalostí v kostní architektuře GH kloubu jsou rozhodujícími faktory v úspěšnosti operační léčby instabilit GH kloubu (Piasecki et al., 2009 in Provencher et al., 2010 s. 133).

Cílem této diplomové práce je objektivizovat funkční výsledky RAK po operaci technikou remplissage testováním vybraných svalů pomocí povrchové elektromyografie a dynamometrie a srovnání výsledků měření se zdravou kontralaterální horní končetinou.

Přes veškerý pokrok v diagnostice a operační technice se stále setkáváme s pacienty, u nichž dojde po stabilizační operaci RAK k recidivující subluxaci nebo luxaci. Podle recentní literatury selhává 10 % až 16 % všech artroskopicky stabilizovaných ramen. Artroskopické stabilizace ramenního kloubu se staly dominantním léčebným přístupem k nestabilnímu ramenu (Grumet et al., 2010 in Neoral et al., 2014, s. 52).

Technika remplissage bývá používána zároveň s artroskopickým ošetřením Bankartovy léze k léčbě opakované glenohumerální instability u tzv. engaging Hill-Sachsových lézí (Elkinson et al., 2012, s. 1003).

K vyhledávání odborných článků byly použity online databáze PubMed, Google Scholar, EBSCO, Elsevier a Research Gate. Pro tvorbu teoretické části byly využity také některé knižní zdroje české i zahraniční literatury. Dále jsou v této diplomové práci publikovány údaje z disertační práce zaměřené na téma glenohumerálních instabilit. Odborné články a publikace byly vyhledávány od ledna 2018 do června 2019.

Klíčová slova pro vyhledávání v databázích byla: glenohumerální instabilita, ramenní kloub, sval podhřebenový, remplissage, povrchová elektromyografie, Hill-Sachsovy léze,

Bankartovy léze a zvláště jejich anglická znění: glenohumeral instability, shoulder joint, musculus infraspinatus, remplissage, surface electromyography, Hill-Sachs lesions, Bankart lesions.

Pro tvorbu diplomové práce bylo využito 71 zahraničních studií v elektronické podobě, 5 zahraničních knižních publikací, 5 článků v českém tištěném periodiku, 1 článek v českém periodiku v elektronické podobě, 5 českých knižních publikací, 1 disertační práce a 1 text publikovaný organizací. Celkem bylo využito 89 zdrojů.

BOILEAU, P., O'SHEA, K., VARGAS, P., PINEDO, M. OLD, J., ZUMSTEIN, M. 2012. Anatomical and Functional Results After Arthroscopic Hill-Sachs Remplissage. *The Journal of Bone and Joint Surgery* [online]. 94(7), 618–626, [cit. 2018-12-02]. ISSN 1535-1386. Dostupné z: https://pdfs.semanticscholar.org/a6ea/f7e9b395b8affbe65008f5f68f75aeb5da31.pdf.

BURKHART, S., DE BEER, J. 2000. Traumatic glenohumeral bone defects and their relationship to failure of arthroscopic Bankart repairs. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* [online]. 16(7), 677–694, [cit. 2019-02-01]. ISSN 0749-8063. Dostupné z: https://www.arthroscopyjournal.org/article/S0749-8063(00)48531-2/pdf.

KAPANDJI, A. 2009. *The Physiology of the Joints* (6th ed.). Churchill Livingstone: Elsevier. ISBN 9788131221006.

NEORAL, P. 2014. *Analýza důvodů selhání stabilizačních výkonů u ramenního kloubu.* Disertační práce. Ortopedická klinika FN UP Olomouc.

WOLF, E., POLLACK, M. 2004. Hill-Sachs "Remplissage": An Arthroscopic Solution for the Engaging Hill-Sachs Lesion (SS-32). *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* [online]. 20(1), e14–e15, [cit. 2018-12-03]. ISSN 0749-8063. Dostupné z: https://www.arthroscopyjournal.org/article/S0749-8063(04)00146-X/abstract.

1 Přehled poznatků

1.1 Stabilizátory ramenního kloubu

Fyziologická funkce RAK je důležitá pro běžné každodenní aktivity, avšak vyžaduje zajištění optimální stability RAK, která je závislá na rovnováze mezi kapsuloligamentózními a muskulárními strukturami (Hess, 2000, s. 63). Jestliže se horní končetina (dále jen HK) nepohybuje a visí volně podél těla, je hlavním stabilizátorem negativní intraartikulární tlak (-30 mmHg), který brání inferiorní dislokaci RAK. V této pozici se dále podílí na stabilizaci dlouhá hlava m. biceps brachii, rotátorový interval a korakohumerální vaz. Pokud je RAK v pohybu, přidávají se do stabilizační funkce další struktury v závislosti na rovině a stupni rozsahu pohybu. Při aktivním pohybu dochází ke snížení stabilizační role negativního intraartikulárního tlaku a na důležitosti nabývají svaly rotátorové manžety, které aktivně vtlačují hlavici humeru do kloubní jamky. Tento mechanismus stabilizace se označuje jako konkávní komprese. Na konci rozsahu pohybu se do funkce majoritně zapojují kapsuloligamentózní struktury (Di Giacomo et al., 2018, s. 632).

1.1.1 Pasivní stabilizátory

Pasivní neboli statické stabilizátory RAK jsou kapsuloligamentózní struktury, které se nejvíce uplatňují při stabilizaci RAK v krajních polohách rozsahu pohybu (Janura et al., 2004, s. 35). Mezi statické stabilizátory RAK patří kongruence kloubních ploch hlavice humeru a glenoidu, glenohumerální vazy, labrum glenoidale a negativní tlak v kloubu (Lippitt, Matsen, 1993 in Dumont et al., 2011, s. 200) Jako významný faktor, podílející se na stabilizaci RAK, působí také naklopení kloubní jamky dorzálně a úhel retroverze hlavice humeru (Janura et al., 2004, s. 35). Artikulační plochy GH kloubu zajišťují velmi malou, nedostatečnou stabilitu (Hess, 2000, s. 63).

1.1.1.1 Hlavice humeru

Hlavice humeru směřuje superiorně, mediálně a posteriorně. Její plocha tvoří asi 1/3 povrchu koule. Průměr artikulační plochy se pohybuje mezi 45–55 mm (Kapandji, 2009, s. 24). Jiný zdroj uvádí, že průměr hlavice humeru je dokonce 6,5–7 cm (Janura et al., 2004, s. 35). Pouze 25–30 % povrchu hlavice humeru je v kontaktu s glenoidem (Hertz, 1984 in Terry, Chopp, 2000, s. 250). Jestliže je superiorní část hlavice humeru v kontaktu s glenoidem, což nastává v 90° abdukci, mechanická podpora je v této pozici maximální a kloub je nejstabilnější. Střední a dolní glenohumerální ligamenta jsou napjatá. Tato pozice se označuje jako „close-packed position“ pro glenohumerální kloub (Kapandji, 2009, s. 24). Hlavice humeru svírá s diafýzou

humeru úhel 135°, tzv. úhel inklinace. S frontální rovinou svírá hlavice humeru úhel 30°, označovaný jako úhel retroverze (Skinner, McMahon, 2014, s. 31).

1.1.1.2 Glenoidální jamka

Jamka je umístěna na supero-laterálním úhlu lopatky a směřuje laterálně, anteriorně a lehce superiorně. Glenoid je bikonkávní, jeho konkavity leží ve vertikální a transverzální rovině. Okraj glenoidu se mírně zvedá a narůstá anterosuperiorně. Velikost glenoidální jamky je menší než plocha hlavice humeru (Kapandji, 2009, s. 24). Rozsah jamky odpovídá 1/3 plochy hlavice. Jamka je rozšířena o labrum glenoidale (Čihák, 1987, s. 237). Maximální průměr jamky se pohybuje v rozsahu 3,5–4 cm (Janura et al., 2004, s. 35).

1.1.1.3 Labrum glenoidale

Labrum glenoidale je 4–6 mm široký vazivový prstenec, který obepíná okraj kloubní jamky, zvětšuje tak cca o 1/3 její plochu a zvyšuje konkavitu přibližně o 50 %. V dorzoventrálním směru má glenoid s labrem hloubku 5 mm, v kraniokaudálním směru dokonce 9 mm. Zevní plocha labra artikuluje s hlavicí humeru, vnitřní plocha s glenoidem. Labrum dosahuje největší hloubky v dolní a zadní části, a to 5–6 mm. Mikroskopicky je labrum tvořeno hustým vazivem. Pouze v oblasti srůstu baze labra s okrajem jamky je vazivová chrupavka (Bartoníček, Heřt, 2004, s. 85–86). Labrum slouží k prohloubení glenoidální jamky, zvýšení kontaktní plochy s hlavicí humeru, k prevenci zpětného pohybu (rollback) hlavice humeru a jako místo pro úpony kapsuloligamentózních struktur (Howell et al., 1988 in Dumont et al., 2011, s. 200). Při luxaci ramenního kloubu bývá labrum vždy porušeno spolu s glenohumerálními vazy (Neoral, 2014, s. 9).

1.1.1.4 Kloubní pouzdro

Kloubní pouzdro se na lopatce upíná těsně při zevním obvodu baze glenoidálního labra. Mezi labrem a kapsulou tak vzniká v horní a přední části různě hluboký zářez. Kloubní pouzdro se na humeru upíná na collum anatomicum. Samotné pouzdro je poměrně slabé, ale zesilují ho četné vazy a úpony některých svalů (Bartoníček, Heřt, 2004, s. 86). Vzadu to jsou m. supraspinatus, m. infraspinatus a m. teres minor. Ze přední strany zesiluje pouzdro šlacha m. subscapularis (Čihák, 1987, s. 237–238). Kapsula je poměrně volná, což umožňuje velký rozsah pohybu (Bartoníček, Heřt, 2004, s. 86). Objem kloubního pouzdra činí za normálního stavu 10–15 ml (Halder et al., 2000, s. 159). Kloubní pouzdro má vrstvu fibrosní a synoviální. Vrstu fibrosní zesilují glenohumerální vazy. Mezi horním a středním, a také mezi středním a dolním vazem jsou výchlipky, které jsou označovány jako „locus minoris resistentiae“ z hlediska luxací RAK (Bartoníček, Heřt, 2004, s. 86).

1.1.1.5 Glenohumerální vazy

Rozlišujeme 3 glenohumerální vazy: horní, střední a dolní glenohumerální vaz. Tyto ligamenta se napínají v různých fázích abdukce a rotace v RAK (Burkart, Debski, 2002 in Itoigawa, Itoi, 2015, s. 2). V průběhu abdukce se střední a dolní glenohumerální vaz napínají, zatímco superiorní glenohumerální vaz relaxuje. Při axiální zevní rotaci se všechny 3 glenohumerální vazy napínají. Při vnitřní axiální rotaci jsou naopak ligamenta relaxována (Kapandji, 2009, s. 32). Superiorní glenohumerální vaz je významný antero-inferiorní stabilizátor addukovaného ramene (Arai et al., 2010 in Itoigawa, Itoi, 2015, s. 2). Střední glenohumerální vaz je v největší tenzi při 45° abdukci, 10° extenzi a zevní rotaci, avšak zůstává v napětí i v 90° abdukci. Zajišťuje tedy anteriorní stabilitu GH kloubu (O'Connel et al., 1990 in Itoigawa, Itoi, 2015, s. 2). Inferiorní glenohumerální vaz se skládá ze dvou částí (anteriorní, posteriorní). Anteriorní pruh se napíná při abdukci a zevní rotaci a bývá nejčastěji postižen (Bencardino, Beltran, 2006 in Omoumi et al., 2011, s. 4). Posteriorní část glenohumerálního vazu se uplatňuje jako stabilizátor při flexi a vnitřní rotaci, a tím brání posteriorní luxaci RAK (Di Giacomo et al., 2018, s. 633).

1.1.2 Aktivní stabilizátory

Dynamická stabilizace je výsledkem neuromuskulární kontroly mezi svaly skapulothorakálními a svaly rotátorové manžety RAK (Lugo et al., 2008, s. 22). Dále se na aktivní stabilizaci podílí proprioceptivní kinestetický systém z kloubně-vazivových struktur, periartikulárních svalů a šlach, ale i z ostatních svalů HKK, krku, hrudníku a břicha, který tuto stabilizaci neurofyziologickou cestou koordinuje (Michalíček, Vacek, 2014, s. 153). Svalové oslabení nebo dysbalance mezi dynamickými stabilizátory vedou k rekurentní anteriorní instabilitě (Lewine, Flatow, 2000 in Edouard et al., 2011, s. 760). Síla dynamických stabilizátorů není jediným hlavním faktorem dynamické stability RAK. Svalová aktivita, koaktiace a koordinace jsou taktéž neméně důležitými aspekty dynamické stabilizace RAK (Myers, Lephart, 2000 in Edouard et al., 2011, s. 763).

1.1.2.1 Rotátorová manžeta RAK

Rotátorová manžeta (dále jen RM) RAK je složena z horní části kloubního pouzdra, které je zesíleno úpony šlach m. supraspinatus, m. subscapularis, m. infraspinatus a m. teres minor. Tyto čtyři svaly začínají na lopatce a upínají se na hrbolky na proximálním humeru (Chepeha, 2009 in Brotzman, Manske, 2011, s. 99). Úpon RM na humeru představuje místo společné komunikace kapsuly RAK, glenohumerálních vazů, korakohumerálních vazů a šlach svalů RM (Dugas et al., 2002 in Meijden et al., 2012, s. 198). RM s kloubním pouzdrem odděluje dutinu glenohumerálního kloubu od subdeltoideální burzy, a tím vymezuje subacromiální prostor.

Prostupem šlachy dlouhé hlavy bicepsu je RM rozdělena na dvě části. Laterální část má zevně-rotační účinek (m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. teres minor) a mediání část tvoří m. subscapularis, což je sval s vnitřně-rotační funkcí (Bartoníček, Heřt, 2004, s. 92).

Dobrá dynamická stabilizace GH kloubu vychází z předpokladu kompresní funkce svalů RM do konkávního glenoidu (Howell et al., 1988 in Gomberawalla, Sekiya, 2013, s. 2448). Tímto mechanismem je RAK stabilizován ve středu a na konci rozsahu pohybu, tehdy jsou kapsuloligamentózní struktury relaxované (Bigliani et al., 1996 in Gomberawalla, Sekiya, 2013, s. 2448).

M. subscapularis se nejvíce uplatňuje při stabilizaci v zevní rotaci (Abboud, Soslowsky, 2002 in Lugo et al., 2008, s. 22). M. subscapularis vnitřně rotuje humerus, provádí kompresi hlavice humeru do glenoidu a zajišťuje přední stabilitu RAK (Sgroi, Cilenti, 2018, s. 2). Spojené silové vektory m. subscapularis a m. teres minor přispívají k depresi hlavice humeru v glenoidální jamce, a tím zajišťují dynamickou stabilitu GH kloubu a brání impingementu humerální hlavice o akromion v průběhu aktivity m. deltoideus. Zabraňují superiorní migraci hlavice humeru, ke které dochází při insuficienci svalů RM nebo při rupturách RM (Halder et al., 2001 in Meijden et al., 2012, s. 198). M. supraspinatus je odpovědný za iniciální fázi abdukce a rotace a vykonává kompresi do kloubu v nižších stupních elevace humeru (Halder et al., 2001 in Sgroi, Cilenti, 2018, s. 2).

Odolnost šlach RM vůči tahovým silám je až 100 N/mm, avšak jejich odolnost vůči tlakovým a smykovým silám je mnohem menší (Reilly et al., 2003 in Meijden et al., 2012, s. 198). Nad 90° elevačního pohybu síla RM jako dynamického stabilizátoru klesá a mizí kolem 120° elevace HK. RAK se tak v těchto pozicích stává více náchylný k poškození. Zde nabývají na důležitosti skapulární svaly. Nutno podotknout, že na stabilizaci hlavice humeru v jamce se nepodílí jen svaly RM, označované jako svaly transverzální, ale také svaly longitudinální, které brání inferiorní dislokaci hlavice humeru, jež by nastala vlivem gravitace na HK. Mezi tyto longitudinální svaly patří m. deltoideus, caput longum m. bicipitis brachii, caput longum m. tricipitis brachii a m. coracobrachialis. Excentrická aktivita m. supraspinatus a m. subscapularis brání anteriorní dislokaci v průběhu extenze v RAK. Podobně také m. subscapularis excentricky pracuje v průběhu zevní rotace a tím brání anteriorní dislokaci hlavice humeru. Stejně tak i m. infraspinatus je v pasivním napětí v průběhu vnitřní rotace (Kapandji, 2009, s. 64). M. pectoralis major, m. latissimus dorsi a m. teres major produkují synchronizované addukční momenty v průběhu abdukce v RAK , a tím spolu s m. subscapularis inferiorně stabilizují RAK (Ackland et al., 2008 in Alizadehkhaiyat, 2015, s. 2).

Svaly rotátorové manžety nepracují jako izolované jednotky. V jedné části pohybu mohou stabilizovat hlavici vertikálně, v jiném úhlu pohybu mohou působit jako horizontální stabilizátory. Tyto svaly jsou tedy klasifikovány podle jejich role v konkrétní fázi elevace (Saha, 1961 in Saha, 1971, s. 496). V průběhu abdukce působí m. subscapularis a m. infraspinatus jako horizontální stabilizátory, ale jejich úloha v různých stupních abdukce je proměnlivá. Od 60° do 150° abdukce se oba výše uvedené svaly podílí na horizontální stabilizaci GH kloubu. Následně úloha m. subscapularis klesá a od 150° do 180° abdukce působí na stabilizaci pouze m. infraspinatus (Saha, 1963 in Saha, 1971, s. 496).

1.2 Rotační pohyby v ramenním kloubu

1.2.1 Zevní rotace

Zevní rotace (dále jen ZR) v RAK při HK v addukci u těla dosahuje 60–70°. Při 90° abdukci v RAK je ZR možná až do 90°. V průběhu ZR hlavice humeru roluje dozadu a sklouzává dopředu. M. infraspinatus roluje hlavici a zároveň napíná zadní ligamentózní sktuktury. M. subscapularis a ligamenta glenohumeralia se napínají, a tím udržují pasivní tenzi a zpevňují pouzdro z přední strany (Michalíček, Vacek, 2014, s. 156–157). Z hlediska porovnání velikosti svalových sil při pohybech v RAK je ZR nejslabší (Kapandji, 2009, s. 64). ZR je považována za nepostradatelnou komponentu pohybu pro provedení maximální možné elevace RAK, protože umožňuje posun tuberculum majus v průběhu abdukce směrem vzad, čímž nedojde ke kontaktu tuberculum majus s korakoakromiálním obloukem a následnému impingementu RAK. Zevní rotací se taktéž uvolní inferiorní glenohumerální ligamentum pro možnost provedení elevace v plném rozsahu pohybu (Morrey, An, 1990 in Hess, 2000, s. 66). Pokud by ZR nebylo možné provést a v GH kloubu by přetrvávala vnitřní rotace, byl by rozsah abdukce v GH asi jen 60–90° kvůli kontaktu hlavice humeru a akromia. Při provedení ZR vzrůstá rozsah abdukce GH kloubu na 90–120° (Cailliet, 1966 in Culham, Peat, 1993, s. 347).

1.2.2 Vnitřní rotace

Vnitřní rotaci (dále jen VR) je možné provést v rozsahu 75–85°, přičemž při VR jsou všechna ligamenta glenohumeralia relaxována a zadní ligamentózní struktury spolu s m. infraspinatus udržují pasivní napětí (Michalíček, Vacek, 2014, s. 156). Vnitřní rotaci v GH kloubu svou aktivitou zajišťují přední vlákna m. deltoideus, m. pectoralis major, m. teres major, m. latissimus dorsi a m. subscapularis (Michalíček, Vacek, 2014, s. 160). VR je, co se síly týče, druhým nejslabším pohybem v RAK, hned po ZR (Kapandji, 2009, s. 64).

1.2.3 Pohyby lopatky při rotacích v RAK

Rotační pohyby v GH kloubu jsou spojené s pohybem lopatky. Při zevní rotaci vykonává lopatka skapulární retrakci, při rotaci vnitřní zaujímá pozici skapulární protrakce (Michalíček, Vacek, 2014, s. 156). Pohyb lopatky v průběhu abdukce ve skapulární rovině vykazuje kombinaci posteriorního náklonu, rotace vzhůru a zevní rotace dolního úhlu lopatky. Tento pohyb lopatky je narušen při patologiích RAK, kterou může být např. glenohumerální instabilita (Ludewig et al., 1996 in Suprak et al., 2013, s. 823).

1.3 Anatomie a kineziologie testovaných svalů

1.3.1 Musculus infraspinatus

Musculus infraspinatus začíná ve fossa infraspinata a jde laterálně přes pouzdro RAK, srůstá s ním a upíná se na horní část tuberculum majus humeri. Provádí zevní rotaci v RAK a pomáhá fixovat hlavici humeru v glenoidu (Halder et al., 2000, s. 162). Je inervovaný cestou n. suprascapularis ze segmentů C5, C6 (Čihák, 1987, s. 381).

Z hlediska histologického složení není m. infraspinatus příliš bohatý na kolagen (Jobe, 1990 in Hess, 2000, s. 65). Svou aktivitou brání posteriorní luxaci hlavice humeru při vnitřní rotaci v GH kloubu. M. infraspinatus upravuje napětí předních kapsuloligamentózních struktur pomocí napínání zadních kapsuloligamentózních struktur. Při abdukci a ZR svou aktivitou brání anteriorní translaci humeru. V průběhu „overhead“ aktivit se m. infraspinatus kontrahuje excentricky, aby zabránil vzniku nadměrné distrakční síly v GH kloubu (Cain et al., 1987 in Hess, 2000, s. 63). M. infraspinatus je primárně zevním rotátorem v neutrální pozici RAK (Neumann, 2017 in Forbush, 2018, s. 897). Udává se, že m. infraspinatus produkuje 60 % celkové síly ZR v GH kloubu (Halder et al., 2000, s. 162).

Nejčastěji popisovaným manuálním svalovým testem k posouzení svalové síly m. infraspinatus je test prováděný v poloze vleže na netestovaném boku s HK addukovanou k tělu, v neutrální rotaci v RAK s loketním kloubem v 90° flexi. Při testování síly klade terapeut odpor zevní rotaci na distální část předloktí pacienta směrem do vnitřní rotace (Jobe, Moynes, 1982 in Forbush, 2018, s. 897). Některé publikace uvádějí možnost modifikace provedení tohoto testu vsedě a také ve stoji (Hama et al., 1993 in Forbush, 2018, s. 897). Testování izometrické ZR m. infraspinatus v neutrální pozici RAK poprvé zavedl v 80. letech 20. století Cyriax ke zhodnocení integrity svalu. Výhoda testování v neutrální pozici RAK spočívá v tom, že v této pozici nedochází k dráždění inertních struktur, jako jsou např. kloubní pouzdro, ligamenta nebo burzy. Můžeme tak přesněji hodnotit funkci samotného svalu (Cyriax, 1982

in Ramzjou et al., 2017, s. 1391). Tzv. drop sign test byl navržen Neerem k posouzení aktivity m. infraspinatus a spočívá v provedení ZR proti odporu vyšetřujícího ve zkrácené pozici svalu, tedy v pozici 0° abdukce a 45° zevní rotace (Neer, 1990 in Ramzjou et al., 2017, s. 1391). Měřením izometrické síly při ZR v RAK lze odhalit rupturu m. infraspinatus (Matsen, 2009 in Itoi, 2013, s. 199). Při ruptuře větší porce m. infraspinatus není pacient schopný udržet HK v ZR a předloktí se vrací samovolně zpátky do neutrální pozice. Tento jev popsal Neer jako tzv. dropping sign (Neer, 1990 in Itoi, 2013, s. 199). Pokud je ruptura rozsáhlejší a zahrnuje i šlachu m. teres minor, můžeme pozorovat tzv. Hornblowerův příznak, kdy síla zevní rotace klesá při abdukci. Pacient nedokáže dát ruku k ústům, aniž by zvedl loketní kloub do úrovně RAK a extendoval zápěstí (Walch et al., 1998 in Itoi, 2013, s. 199).

Aspekcí lze zjistit trofiku m. infraspinatus pod spina scapulae, jelikož se nachází pod kůží a není překryt jinými svaly (Codman, 1934 in Itoi, 2013, s. 198). Dalším zevním rotátorem RAK je m. teres minor, který je více aktivní při ZR v pozici 90° abdukce v RAK (Skinner, McMahon, 2014, s. 122).

Z biomechanických studií vyplývá, že maximální izometrická síla m. infraspinatus do ZR je 909 N v pozici 0° abdukce a 723 N v pozici 90° abdukce v RAK. Maximální svalová síla m. teres minor při izometrické kontrakci do ZR je mnohem menší. V pozici 0° abdukce v RAK vykoná m. teres minor do ZR sílu 159 N a v pozici 90° abdukce v RAK vykoná sílu pouze 111 N (Hughes, 1996 in Escamilla et al., 2009, s. 672). Tyto data ukazují, že m. infraspinatus je efektivnějším zevním rotátorem v nižších stupních abdukce v RAK, ačkoli svalová aktivita m. infraspinatus při ZR v 0°, 45° a 90° abdukce v RAK je ve všech případech stejná (Reynold et al., 2004 in Escamilla et al., 2009, s. 672). Z hlediska biomechaniky RAK je oslabení svalové síly zevních rotatorů jedním z faktorů, který zvyšuje pravděpodobnost dysfunkcí RAK (Sasaki et al., 2018, s. 2). M. infraspinatus a m. teres minor jsou klíčovými svaly pro vytvoření trakční síly a zajištění centrované pozice RAK. Dysfunkce těchto svalů má za následek impingement syndrom, instabilitu RAK, labrální léze a ruptury RM RAK (Werner et al., 2001 in Uga et al., 2016, s. 154).

Studie prokázaly, že při snížení svalové síly m. infraspinatus dochází ke zmenšení posteriorního náklonu lopatky, superiorní rotace lopatky a ZR humeru v průběhu elevačních pohybů v RAK. Výsledky vědeckých prací poukazují na to, že m. infraspinatus má vliv nejen na ZR v GH kloubu, ale jeho oslabení způsobí narušení kinematiky lopatky (Ebaugh, 2006, s. 558).

1.4 Glenohumerální instabilita

Alterované skapulothorakální pohybové vzory jsou spojeny se vznikem patologických stavů RAK, mezi které patří: impingement syndrom, ruptury rotátorové manžety a glenohumerální instabilita (Ebaugh et al, 2006, s. 557).

Glenohumerální instabilita je definována jako abnormální pohyb hlavice humeru vzhledem ke glenoidální jamce v průběhu aktivního pohybu v RAK (Flatow, Warner, 1998 in Itoigawa, Itoi, 2015, s. 1). Jedná se o neschopnost optimálně centrovat hlavici humeru v glenoidu. Klinický obraz glenohumerální instability je závislý na stupni, směru a okolnostech, při kterých k nestabilitě dochází (Trnavský et al., 2002, s. 115). Glenohumerální instabilita nastává vlivem poruchy kostních, kapsuloligamentózních nebo dynamických stabilizátorů RAK (Edouard et al., 2011, s. 759). Subjektivně se projevuje dyskomfortem a bolestí (Luime et al., 2004 in Itoigawa, Itoi, 2015, s. 1). Výskyt glenohumerální instability v populaci se odhaduje na více než 2 % (Hovelius, 1996 in Garcia et al., 2015, s. 421). RAK je nejčastěji traumaticky dislokovaným kloubem v těle s incidencí u 11,2 pacientů na 100 000 ročně (Simonet et al., 1984 in Stiefel, Field, 2013, s. 232). Ve více než 90 % případů se jedná o luxaci RAK anteriorním směrem. Častěji se luxace RAK vyskytují u mužů, obzvláště u kontaktních sportovců (Owens et al., 2009 in Dumont et al., 2011, s. 200).

Při luxaci v GH kloubu dojde k ruptuře kloubního pouzdra, dolního glenohumerálního vazu a labrum glenoidale (Kolář et al., 2009, s. 479). Luxace RAK jsou spojené se vznikem kostních defektů na hlavici humeru a glenoidu. Opakovanými luxacemi RAK dochází ke zvětšení a prohloubení kostních defektů, čímž se zvyšuje riziko následné glenohumerální instability (Boileau et al., 2016 in Boileau et al., 2012, s. 618). Nejčastějším mechanismem vedoucím ke vzniku anteriorní dislokace RAK je extrémní zevní rotace maximálně abdukovaného humeru (Tanaka et al., 2012 in Stiefel, Field, 2013, s. 232). Tímto mechanismem dochází k poranění předních stabilizačních měkkých tkání RAK a také k poranění relativně měkké spongiózní kosti hlavice humeru o tvrdší kompaktní kost glenoidálního prstence (Hill, Sachs, 1940 in Stiefel, Field, 2013, s. 232).

Následkem anteriorní dislokace může dojít také ke vzniku ruptury některého ze svalů RM. Frekvence výskytu ruptur některé ze šlach RM po anteriorní dislokaci RAK se pohybuje mezi 7–32 % a s rostoucím věkem pravděpodobnost ruptury RM zvyšuje (Berbig et al., 1999 in Gomberawalla, Sekiya, 2013, s. 2449).

Riziko opakované dislokace RAK se pohybuje mezi 20–48 % (Hovelius et al,. 1996 in Itoi et al., 2007, s. 2124). Zvláště u mladších pacientů dochází po luxaci RAK k častým recidivám se vznikem chronické nestability. Důležitými faktory ve vzniku chronických nestabilit jsou poúrazové prodloužení kloubního pouzdra, špatné zjizvení a změny na m. subscapularis. Lze říci, že s narůstajícím věkem klesá počet recidiv, a tím i nutnost řešit luxace RAK operativně (Michalíček, Vacek, 2014, s. 209). Udává se, že riziko opakované luxace u pacientů mladších 20 let je 66–94 % (Rowe, 1961 in Itoi, 2007, s. 2124). Obvykle se tento vztah vysvětluje rozdílným podílem kolagenu I. a III. typu ve vazivu kloubního pouzdra, kdy s věkem klesá podíl kolagenu III. typu, který podmiňuje elasticitu pouzdra a přibývá pevnějšího kolagenu I. typu (Neoral et al., 2012 in Neoral et al., 2014, s. 54–55).

1.4.1 Klasifikace glenohumerálních instabilit

GH instability můžeme klasifikovat podle několika faktorů. Rozlišujeme nestability traumatické a atraumatické. Traumatické dislokace bývají často unilaterální, jedním směrem a obvykle vyžadují operační léčbu. Bývají označeny zkratkou TUBS (Traumatic, Unilateral, Bankart, Surgery). Atraumatické instability bývají spojovány s přítomností mikrotraumat a jsou označované zkratkou AIOS (Acquired, Instability, Overstress, Surgery). AIOS se vyskytují často u pacientů, kteří provádí opakovaně „overhead“ aktivity. Druhým typem atraumatických nestabilit je tzv. AMBRI (Atraumatic, Multidirectional, Bilateral, Rehabilitation, Inferior capsule shift), které se vyskytují u pacientů s vrozenou hyperlaxicitou vazů. U instabilit typu AMBRI se nejprve přistupuje ke konzervativní léčbě, která spočívá v posílení svalstva RAK, a teprve pokud konzervativní terapie selže, je indikována operace. GH instability je možné klasifikovat také podle směru luxace na: anteriorní, posteriorní, inferiorní, superiorní a multidirekcionální. Podle stupně oddálení kloubních ploch dělíme instability na částečné subluxace a úplné dislokace (Omoumi et al., 2011, s. 4–5).

1.4.2 Anteriorní instabilita

Nejčastějším typem anteriorní dislokace je subkorakoidální. Dochází k ní při abdukci, extenzi a ZR v RAK. Dislokovaná hlavice humeru leží vpředu před okrajem glenoidu a pod processus coracoideus scapulae. Vzácnější jsou luxace subglenoidální (hlavice humeru je před glenoidální jamkou a pod ní) a subklavikulární (hlavice humeru je mediálně od processus coracoideus scapulae a pod klíční kostí). Klinicky je luxované rameno velmi bolestivé, hlavice humeru je hmatná vpředu, kloubní jamka je prázdná. Paže je svalovým spazmem držena v mírné abdukci a ZR. VR není vůbec možné provést (Trnavský, 2002, s. 116–117).

1.4.3 Rekurentní instabilita

Predispozicemi k rekurentním atraumatickým instabilitám bývájí malá a plochá glenoidální jamka, příliš volné kloubní pouzdro, oslabená RM RAK nebo svalová dysbalance, která decentralizuje hlavici humeru proti jamce. Kombinací těchto faktorů vzniká multidirekcionální nestabilita, často bilaterální s familiárním výskytem. Typicky se objevuje u mladých pacientů do 30 let věku. K atraumatické luxaci RAK často dochází při běžné denní aktivitě. K rekurentní traumatické instabilitě dochází na podkladě poškození kloubního pouzdra, glenohumerálních vazů, labrum glenoidale nebo RM RAK úrazem. Odlomení okraje glenoidální jamky a infrakce hlavice humeru nebývají vzácné (Trnavský, 2002, s. 118–119). Ačkoli je mnoho pacientů, kteří jsou po první luxaci RAK úspěšně léčeni konzervativně, existuje skupina pacientů, kteří predisponují k opakované instabilitě. Do této skupiny řadíme: kontaktní sportovce, tzv. overhead sporty a pacienty s hyperlaxicitou vaziva (Taylor et al, 2009 in Garcia et al., 2015, s. 422). Častou příčinou rekurentní instability se stává oslabení vnitřních rotátorů RAK, při němž dochází v průběhu abdukce a ZR k nadměrné translaci hlavice humeru a následně k neschopnosti udržet hlavici humeru v glenoidální jamce (Kvitne, Jobe, 1993 in Edouard et al., 2011, s. 763).

1.5 Hill-Sachsovy léze

Termínem Hill-Sachsovy léze jsou označovány posterolaterální kompresní fraktury humerální hlavice. Tyto kompresní fraktury bývají zapříčiněny vpáčením glenoidálního okraje do hlavice humeru při anteriorní dislokaci RAK. Hill-Sachsovy léze byly poprve klasifikovány v roce 1940 jako imprese husté kompaktní kosti glenoidu do měkké spongiózní kosti posterosuperiorní části hlavice humeru v průběhu anteriorní dislokace RAK (Hill, Sachs, 1940 in Buza et al., 2014, s. 549). Objeveny byly však už mnohem dříve a to v roce 1890 Brocem a Hartmanem (Hill, Sachs, 1940 in Morsy, 2017, s. 478). Tyto kostní léze se staly významnou příčinou vzniku recidivujících instabilit RAK (Burkhart, De Beer, 2000 in Buza et al., 2014, s. 549). Většina Hill-Sachsových lézí jsou klinicky nevýznamné a nevyžadují operační léčbu. Problém nastává tehdy, dochází-li v průběhu pohybu RAK ke kontaktu defektu na hlavici humeru s okrajem glenoidální jamky, což následně vede k luxaci RAK (Palmer, Widen, 1948 in Haviv et al., 2011, s. 1).

1.5.1 Četnost výskytu

Hill-Sachsovy impresní fraktury hlavice humeru se vyskytují u 65–71 % pacientů již po první anteriorní dislokaci RAK a až u 100 % pacientů, kteří utrpěli dislokaci RAK opakovaně (Longo et al., 2014 in Cable et al., 2019, s. 35). Jiný zdroj uvádí, že incidence Hill-Sachsových lézí je

47 % po první anteriorní dislokaci (Hill, Sachs, 1940 in Boileau et al., 2012, s. 618). U pacientů s generalizovanou hyperlaxicitou nacházíme po první luxaci RAK Hill-Sachsův defekt jen vzácně. Naproti tomu u běžné populace lze nalézt tuto impresní zlomeninu středního až těžkého stupně při recidivujících luxacích RAK u 65 % případů (Weber et al., 1984 in Neoral, 2014, s. 21).

1.5.2 Velikost a lokalizace

Hill-Sachsovy léze se nachází na posterosuperiorní či posterolaterální části hlavice humeru. Zjištění velikosti a přesného místa kostní léze je důležité k posouzení stupně abdukce a ZR v RAK, ve kterém dojde ke kontaktu Hill-Sachsovy léze s okrajem glenoidu a následnému vzniku instability nebo až k luxaci RAK. S každou další dislokací či subluxací v RAK dochází k prohloubení míry kostního defektu, a tím ke zvýšení rizika opakované dislokace. Přítomnost Hill-Sachsových lézí způsobuje změnu sférického povrchu hlavice humeru, což při abdukčním a zevně-rotačním postavení humeru vede ke snížení kontaktu artikulačních ploch GH kloubu a snazší anteriorní dislokaci. Hill-Sachsovy léze přispívají k opakovaným luxacím RAK zvláště v případě, jde-li o velký defekt, který pokrývá více než 20 % plochy hlavice humeru nebo více než 25 % průměru glenoidu (Burkhart, De Beer, 2000 in Gracitelli, 2011, s. 685). Velikost defektu závisí do značné míry na preexistující laxicitě vaziva (Weber et al., 1984 in Neoral, 2014, s. 21).

1.5.3 Klasifikace Hill-Sachsových lézí

Termín „engaging“ Hill-Sachsovy léze poprvé popsal Burkhart a De Beer v roce 2000. Definovali, že pokud se vyskytuje zároveň kostní defekt v antero-inferiorní části glenoidu a Hill-Sachsova léze, dojde při běžných denních aktivitách nebo sportu v pozici abdukce a ZR v RAK ke kontaktu obou kostních defektů a následně k dislokaci RAK. „Engaging“ léze jsou tedy klinicky významné, protože ve funkční pozici RAK dochází k paralelitě kostních defektů obou artikulačních ploch. Tento typ lézí je tedy nutné řešit operativně. Aby se jednalo o pravou „engagement“ lézi, musí být podélná osa defektu v hlavici humeru souběžná s hranou glenoidu právě při abdukci a ZR v RAK (Burkhart, De Beer, 2000 in Cho, Hwang, 2014, s. 82). Signifikantními faktory k určení, zda je léze klinicky významná či nikoli, je velikost léze a fakt, zda se jedná o „engaging“ či „nonengaging“ lézi. Pokud kostní defekt pokrývá méně jak 20 % povrchu hlavice humeru, nebývá klasifikován jako klinicky významný. Pokud léze zahrnuje více jak 40 % povrchu hlavice humeru, predisponuje vždy k opakovaným luxacím RAK (Flatow, Warner, 1998 in Cho, Hwang, 2014, s. 85).

U tzv. nonengaging lézí je podélná osa Hill-Sachsovy léze orientována při funkčním postavení RAK (abdukce a ZR) diagonálně k anteriorní hraně glenoidu, a tudíž ve funkčním postavení RAK nedochází ke kontaktu léze s přední hranou glenoidu. Kontakt kostního defektu na hlavici humeru s přední hranou glenoidu přece jen nastává, ovšem ne ve funkční pozici, ale v extenzi, abdukci a ZR v RAK menší než 70° (Burkhart, De Beer, 2000, s. 681). Pokud je Hill-Sachsův defekt klasifikován jako „nonengaging“, je pro zajištění stability RAK dostačující artroskopicky řešit pouze Bankartovu lézi (Burkhart, De Beer, 2000 in Hartzler, Denard, 2019, s. 12).

Pro identifikaci a hodnocení Hill-Sachsových lézí se používají 2 metody, které mají ozřejmit, zda je vhodné přidat remplissage k artroskopii Bankartovy léze. Využívá se diagnostických zobrazovacích metod a dynamického testování při artroskopickém výkonu. Dynamické testování v průběhu artroskopie slouží k diagnostice velikosti a orientace Hill-Sachsovy léze a posouzení, zda je kostní defekt na humeru v průběhu abdukce a ZR v kontaktu s kostní lézí na glenoidu (Hovelius, 1987 in Stiefel, Field, 2013, s. 233).

1.6 Bankartovy léze

Bankartovy léze se vyskytují až v 97 % případů už po první traumatické anteriorní dislokaci RAK (Burkart, Debski, 2000 in Itoigawa, Itoi, 2015, s. 1). Jiný zdroj uvádí incidenci defektů glenoidu u 22 % pacientů po první luxaci RAK (Taylor, 1997 in Garcia et al., 2015, s. 422). U opakovaných instabilit se pohybuje škála výskytu Bankartových lézí mezi 46–86 % (Bigliani et al., 1998 in Garcia et al., 2015, s. 422). Dickens et al. publikovali, že úbytek kostní hmoty glenoidu byl zjištěn v průměru u 6,8 % pacientů po první anteriorní dislokaci RAK. Po opakovaných dislokacích byl úbytek kostní hmoty glenoidu stanoven průměrně na 22,8 % (Dickens et al., 2018, s. 1).

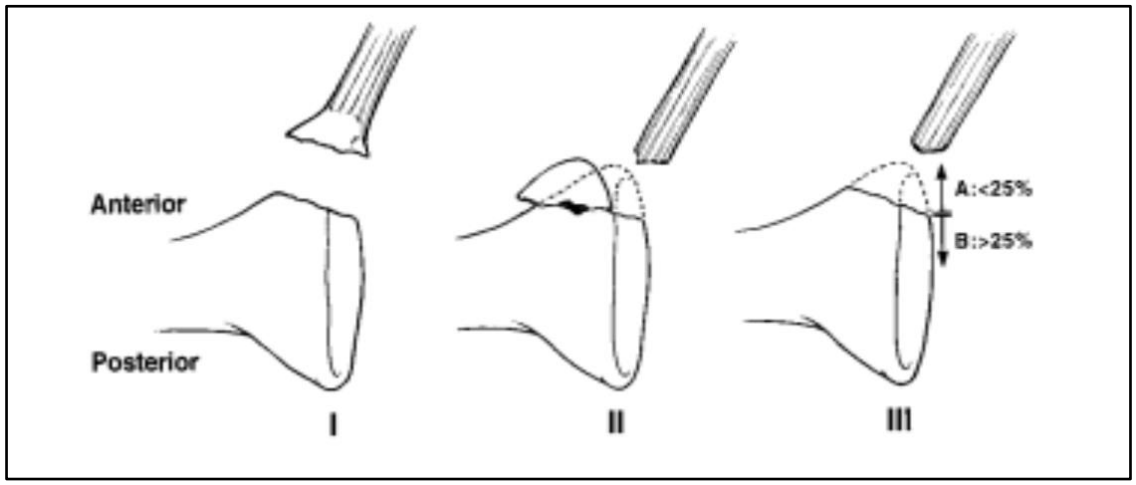
Pojem Bankartovy léze označuje poranění anteriorní části kapsuly s roztržením glenoidálního labra na přední straně glenoidálního prstence. Bankartovy léze bývají spojené s frakturou kostní hmoty přední části glenoidu (Skinner, McMahon, 2014, s. 131). Vyskytují se na antero-inferiorní ploše glenoidu a signifikantně zmenšují jeho dolní polovinu. Obvykle má glenoid tvar hrušky, která je výrazně širší v inferiorní části. Pokud dojde k Bankartově lézi, změní se tvar glenoidu tak, že horní polovina bude širší než spodní. Bankartovy léze se mohou vyznačovat odlomením kostního fragmentu od glenoidu nebo jeho impresní zlomeninou. Tyto léze bývají spojené s odtržením anteriorního pruhu dolního glenohumerálního ligamenta (Fakih et al., 2016, s. 176).

Udržení hlavice humeru v glenoidu je výsledkem dvou geometrických parametrů. Prvním z nich je „prohlubující účinek“ širší části glenoidu, který je důsledkem delšího oblouku konkávního povrchu. Tímto dochází k prohloubení glenoidální misky. Ztráta části glenoidálního povrchu způsobí, že glenoid je „mělčí“, a tudíž méně odolný vůči smykovým silám, které by mohly vést k dislokaci. Druhým parametrem stability RAK je délka oblouku glenoidu. Glenoid může odolávat axiálním humerálním silám jen pokud směr vektoru těchto sil nepřesáhne okraj glenoidu. Pokud směr vektoru axiální síly humeru působí na nebo za okraj glenoidu, může vzniknout Bankartova léze. Pokud nastane léze antero-inferiorní části glenoidu dojde ke zmenšení tzv. bezpečného oblouku, ve kterém vektor axiální síly humeru směřuje na povrch glenoidu, a následně jsou zvýšeně namáhány glenohumerální vazy, čímž nastává riziko ruptury ligament a opakované instability RAK (Burkhart, De Beer, 2000, s. 685).

1.6.1 Klasifikace Bankartových lézí

Nejvíce používaným typem klasifikace Bankartových lézí je rozdělení podle Biglianiho. Bankartovy léze typu I jsou léčeny kostní či kapsulární rekonstrukcí. Typ II a III A bývají indikovány ke kapsulární rekonstrukci. Bankartovy léze typu III B je nutné řešit korakoidálním transferem (Bigliani et al., 1998, s. 43)(viz obrázek 1, s. 24).

- TYP I – Avulzní fragment kosti spojený s odděleným labrem
- TYP II – Posunutý fragment kosti oddělený od labra
- TYP III A – Deficit přední části glenoidu menší než 25 %
- TYP III B – Deficit přední části glenoidu větší než 25 %

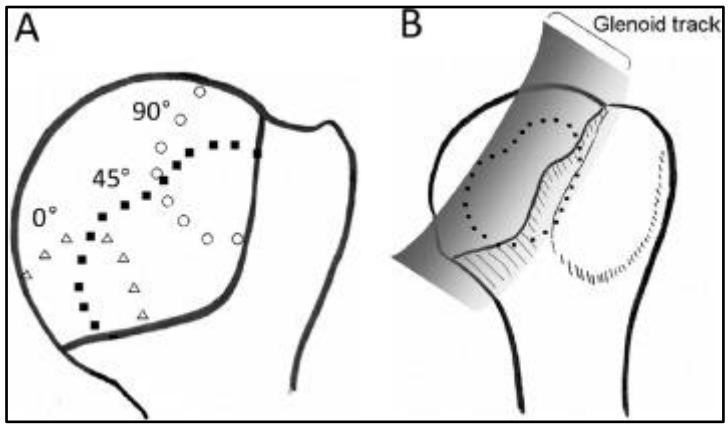


Obrázek 1 Zlomeniny glenoidálního okraje spojené s glenohumerální instabilitou (Bigliani et al., 1998, s. 42)

1.7 Vzájemný vztah Hill-Sachsovy a Bankartovy léze a jeho vliv na volbu terapie

Yamamoto et al. definovali zónu kontaktu mezi glenoidem a hlavicí humeru a označili ji „track“(viz obrázek 2, s. 25). „Track“ je zóna kontaktu artikuláčních ploch GH kloubu v průběhu abdukce v tzv. apprehension pozici (extenze a maximální ZR). Vzdálenost mezi úpony RM a mediálním okrajem glenoidu (anteriorní okraj glenoidu) je označena jako tzv. glenoid track a dosahuje velikosti 84 % šířky glenoidu (v pozici 90° abdukce a 90° ZR)(Yamamoto et al., 2007 in Hartzler, Denard, 2019, s. 13). Pokud známe šířku Hill-Sachsovy léze, můžeme vypočítat pravděpodobnost kontaktu tohoto defektu na hlavici humeru s předním okrajem glenoidu tak, že vypočítáme šířku „glenoid track“ (Hartzler, Denard, 2019, s. 13). Šířka „glenoid track“ je menší u pacientů s kostním defektem glenoidu (Yamamoto et al., 2007 in Nakagawa et al., 2018, s. 1). Čím větší stupeň abdukce při maximální ZR, tím více se přesouvá kontaktní plocha glenoidu z inferomediální do posterolaterální části artikulační plochy humeru (Yamamoto et al., 2007 in Morsy, 2017, s. 478).

Di Giacomo et al. rozdělili Hill-Sachsovy léze podle toho, zda zasahují za okraj glenoidu na tzv. off track a na ty co nezasahují na glenoidální hranu, které pojmenovali „on track“ (Di Giacomo et al., 2014 in Morsy, 2017, s. 479). V rámci terapie doporučili provést konverzi „off track“ léze na „on track“ lézi jako esenciální postup k zajištění stability RAK (Di Giacomo et al., 2014 in Nakagawa et al., 2018, s. 1).



Obrázek 2 „Glenoid track“ (Hartzler, Denard, 2019, s. 13)

Je-li detekován defekt kostní hmoty glenoidu, je potřebné vypočítat velikost „glenoid track“. „Glenoid track“ vypočteme jako 83 % celkové šířky intaktního glenoidu, od níž odečteme zjištěnou hodnotu kostního defektu glenoidu. Dále je nutné určit rozsah Hill-Sachsovy léze a určit tzv. HSI (Hill-Sachsův interval). HSI je vzdálenost od úponu svalů

RM k mediálnímu okraji Hill-Sachsovy léze. Pokud je HSI menší než „glenoid track“, pak je léze klasifikována jako „on track“. Je-li HSI větší než „glenoid track“, potom hodnotíme lézi jako „off track“. „Off track“ léze jsou ve funkční pozici RAK tzv. engaging, neboli dochází u nich ke kontaktu kostních defektů obou artikulačních povrchů a riziku následné anteriorní instability RAK (Hartzler, Denard, 2019, s. 12–13).

1.7.1 Postup při stanovení vzájemného vztahu kostních lézí

1. Určení průměru nepoškozeného glenoidu (D).
2. Určení míry kostního defektu glenoidu (d).
3. Výpočet „glenoid track“ (GT); (0,83D-d).
4. Určení HSI.
5. Zařažení léze do „on track“ nebo „off track“ skupiny.
    a) HSI>GT = „off track“
    b) HSI<GT = „on track“

1.8 Testování anteriorní instability RAK

Důležitou roli v testování anteriorní instability RAK sehrává znalost mechanismu vzniku instability. Obvykle k nestabilitě dochází v abdukci a ZR v RAK. Pokud je intaktní glenoid, Hill-Sachsovy léze bývají často klinicky němé. V průběhu testování je důležité zhodnotit aspekcí tvar RAK, aktuální rozsah pohybu, sílu svalů a citlivost ve srovnání s druhostrannou HK (Provencher et al., 2012, s. 244).

1.8.1 Apprehension test

Jedním z klinických testů, kterým můžeme ozřejmit přední glenohumerální instabilitu je tzv. apprehension test. Tímto testem nevyvoláme přímo dislokaci, ale při pozitivitě testu vysloví pacient obavu z hrozící luxace v průběhu testování. Apprehension test má 72% senzitivitu a 96% specificitu vzhledem k diagnostice přední glenohumerální instability (Hegedus et al., 2012 in Stiefel, Field, 2013, s. 233). Testování se provádí v 90° flexi v loketním kloubu, kdy jednou rukou testující fixuje RAK a druhou rukou provádí abdukci a ZR v RAK do 90° (Kolář et al., 2009, s. 149; Skinner, McMahon, 2014, s. 129).

1.8.2 Relocation test

Relokační manévr se provádí v pozici 90° abdukce a maximální možné ZR v RAK. Následně je testujícím aplikována posteriorně orientovaná síla na proximální humerus. Předpokládá se, že pacienti, kteří netrpí anteriorní nestabilitou, nezaznamenají při aplikaci posteriorní síly žádnou změnu. Naopak pacienti s anteriorní nestabilitou RAK cítí úlevu od bolesti, zmenšení

obavy z dislokace a jsou schopni tolerovat větší ZR v RAK (Pollock, Flatow, 1996 in Lo et al., 2004, s. 301).

1.8.3 Zobrazovací metody

Všechny instability RAK by měly být posouzeny pomocí standardního rentgenového snímku RAK, aby se odhalila možná přítomnost kostních lézí hlavice humeru a glenoidu (LeBlanc et al., 2013, s. 97). Zobrazovací metody jsou nedílnou součástí předoperační diagnostiky k posouzení stupně kostního poškození hlavice humeru a glenoidu. Využívá se především 3D CT, magnetická rezonance nebo diagnostická artroskopie (Gowd et al., 2018, s. 194).

1.9 Léčba anteriorní instability RAK

Pokud je instabilita léčena konzervativně, byla zaznamenána asi u ½ pacientů minimálně jedna opakovaná dislokace. Jedná-li se o mladé aktivní pacienty, je riziko redislokace při konzervativním přístupu 90–100 % (Hovelius, 1987 in Stiefel, Field, 2013, s. 232). Operační stabilizace byly shledány zlatým standardem v léčbě pacientů s rekurentní anteriorní instabilitou RAK (Edouard et al., 2012, s. 749).

Artroskopické řešení Bankartovy léze se stalo hlavním přístupem v řešení předních instabilit RAK. Avšak u pacientů s výrazným úbytkem kostní hmoty glenoidu nebo hlavice humeru jsou samotné artroskopie Bankartovy léze nedostatečné a spojené s vysokou incidencí selhání operačních výkonů. Již úbytek kostní hmoty glenoidu pod 10 %, který je spojený se středně velkou Hill-Sachsovou lézí, je signifikantně ohrožen vznikem instability. Zvýšené riziko opakované instability u Hill-Sachsových lézí je zapříčiněno snížením artikulační plochy mezi hlavicí humeru a glenoidem (Liu, 2018, s. 2895). Burkhart a De Beer publikovali, že riziko opakované anteriorní instability u pacientů po operačním řešení Bankartovy léze bez signifikantního kostního defektu je 4 %. Naproti tomu u pacientů s významně větším kostním defektem je riziko opakované anteriorní instability 67 % (Burkhart, De Beer, 2000, s. 679).

Výběr vhodné terapie ke stabilizaci GH kloubu závisí na rozsahu Bankartovy léze. V literatuře se udává, že pokud je kostní léze glenoidu v rozsahu 15–20 % jeho plochy nebo menší, ke stabilizaci GH kloubu jsou dostačující výkony na měkkých tkáních. Pokud je kostní defekt v rozsahu 25–30 % povrchu glenoidu, je již nutné přistoupit k otevřeným operačním přístupům či transferu kostních štěpů pro zvětšení povrchu glenoidu. Z otevřených přístupů bývají zvoleny operace typu Bristow či Latarjet (Provencher et al., 2010, s. 133). Je možné aplikovat také konzervativní postup léčby, pokud kostní léze zasahuje méně než 20 %

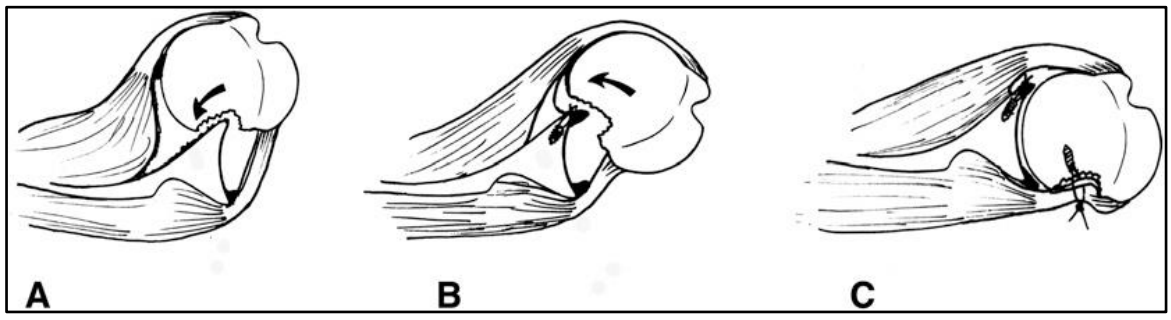
plochy glenoidu, avšak pouze u pacientů kteří nesportují, mají sedavý styl zaměstnání či u starých pacientů (Provencher, 2010, s. 142). U pacientů, kteří mají rozsah Hill-Sachsovy léze mezi 20–40 %, je volba terapie stále diskutabilní a významnou roli ve výběru terapie hrají orientace, šířka a hloubka Hill-Sachsovy léze (Bollier, Arciero, 2010 in LeBlanc et al., 2013, s. 96).

U kostního úbytku glenoidu většího než je 25 %, je indikována otevřená Latarjetova operace. Pokud je kostní úbytek glenoidu menší než 25 %, přistupuje se k artroskopickému řešení Bankartovy léze (dále jen ABR). ABR se používá, je-li Hill-Sachsova léze umístěna tzv. on track. Pokud se Hill-Sachsova léze klasifikuje jako „off track“, samotná ABR by nestačila a je nutno ji doplnit o remplissage (Hartzler, Denard, 2019, s. 12–13).

Operačnímu řešení přední instability RAK předchází podrobné zhodnocení těchto anatomických lézí: antero-inferiorního kapsuloligamentózního poranění, odlomení labrum glenoidale a anteriorního úbytku kostní hmoty glenoidu a kostních defektů humerální hlavice (Camus et al., 2018, s. 803).

1.9.1 Remplissage

Pacienti s Hill-Sachsovou lézí jsou ohroženi selháním běžného operačního výkonu na měkkých tkáních a vznikem opakované instability RAK (Hirahara et al., 2019, s. 275). Artroskopická remplissage může být použita zároveň s artroskopickým ošetřením anteriorní části labrum glenoidale u pacientů s Bankartovou lézí. Technika remplissage využívá posteriorní část kloubního pouzdra RAK a šlachu m. infraspinatus k vyplnění kostního defektu v hlavici humeru, a tím zabrání kontaktu Hill-Sachsovy léze s okrajem glenoidu, zamezí snížení artikulační plochy a brání vzniku následné instability (Brilakis, 2016, s. 594)(viz obrázek 3, s. 28).



Obrázek 3 Technika remplissage (Boileau et al., 2012, s. 620)

Connoly v roce 1972 popsal otevřený operační přístup k léčbě Hill-Sachsových lézí, spočívající ve vyplnění kostního defektu v hlavici humeru m. infraspinatem, kostním blokem z tuberculum majus a posteriorní částí kloubního pouzdra. K vyplnění defektu v glenoidu byl použit tibiální aloštěp nebo štěp z crista illiaca (Leroux, 2013 in Abouelsoud, Abdelrahman, 2015, s. 152; Conolly, 1972 in Brilakis et al., 2016, s. 598). To vedlo k převedení původně intraartikulární léze na extraartikulární a následně k zamezení kontaktu Hill-Sachsovy léze s okrajem glenoidu. Zadní kapsulotenodéza tedy působí jako mechanická kontrola, která zmenšuje anteriorní translaci humeru, a tím snižuje riziko pooperační redislokace (Conolly, 1972, in Boileau et al., 2012, s. 619).

Na základě tohoto postupu idealizoval Purchase et al. tuto metodu na artroskopické řešení Hill-Sachsových lézí v kombinaci s Bankartovou lézí. Pro tuto techniku zavedl termín „remplissage“, což ve francouzštině znamená „vyplnit“. Princip spočívá v kapsulodéze a tenodéze m. infraspinatus do kostního defektu na hlavici humeru (Purchase et al., 2008 in Abdelrahman, 2015, s. 167). Jiný zdroj uvedl, že tato metoda byla modifikována už v roce 2004, kdy Wolf a Pollack popsali modifikaci Conollyho operace, která byla prováděna otevřeným přístupem. Prezentovali Hill-Sachsovu remplissage, prováděnou artroskopicky spolu s artroskopií Bankartovy léze (Wolf, Pollack, 2004, s. e15).

Prozatím krátkodobé studie ukázaly příznivé výsledky u pacientů po operaci technikou remplissage, u nichž nebyly pozorovány žádné větší pooperační komplikace a selhání operačního výkonu bylo zjištěno u méně než 10 % případů (Boileau et al., 2012 in Bonnevialle et al., 2017, s. 2573).

Remplissage se provádí v celkové anestezii. Pacient v celkové anestezii podstoupí nejprve klinické testy, kterými je porovnáván pohyb na operované a neoperované HK. Cílem klinického testování je zaznamenat přesnou pozici, ve které dochází k instabilitě v RAK (Camp et al., 2015, s. 499). Fixace šlachy m. infraspinatus se provádí pomocí jedné nebo dvou kotev zavedených ze zadního přístupu (Kalina et al., 2016, s. 304). Průměrná doba trvání operačního výkonu je 101,87 minut, v rozmezí 80–180 minut (Abouelsoud, Abderahman, 2015, s. 154). Ze zjištěných dat vyplývá, že většina pacientů, která podstoupí remplissage jsou ve věku průměrně 27,5 let. V 83 % případů se jedná o muže, kteří byli operováni na dominantní HK (Buza et al., 2014, s. 553).

Koo et al. modifikovali artroskopickou remplissage na tzv. double pulley remplissage (Koo et al., 2009 in Abouelsoud, Abdelrahman, 2015, s. 152). Použili 2 kotvy pro upevnění

šlachy m. infraspinatus do Hill-Sachsovy léze. Tato modifikace poskytuje širší fixaci m. infraspinatus v defektu a sutury jsou prováděny více přes m. infraspinatus než skrze něho, což zajišťuje šetrnější operační přístup (Koo et al., 2009 in Provencher et al., 2012 s. 250).

Lädermann et al. ve své studii prováděné na kadaverózních modelech uvedli, že remplissage je spíše kapsulomyodéza m. infraspinatus i m. teres minor než kapsulotenodéza samotného m. infraspinatus. U sledovaných modelů bylo zjištěno umístění superiorní kotvy v 9 případech do m. infraspinatus a 1 případě do m. teres minor. Kotvy byly umístěny ve 3 případech ve svalu, v 6 případech v muskulotendinózní junkci a v 1 případě přímo ve šlaše. Inferiorní kotva byla připevněna v 7 případech v m. teres minor a ve 3 případech v m. infraspinatus. Ve všech případech byla inferiorní kotva umístěna buď ve svalu nebo v muskulotendinózní junkci (Lädermann et al., 2015, s. 575).

1.9.1.1 Indikace

Tato artroskopická technika bývá indikována u pacientů po traumatické anteriorní dislokaci RAK, u kterých byla prokázána Hill-Sachsova léze a defekt kostní hmoty glenoidu nepřesahuje 25 % jeho plochy (dle Biglianiho stupeň IIIA). K remplissage se přistupuje tehdy, dochází-li ve funkční pozici RAK ke kontaktu kostní léze humeru s okrajem glenoidu (Purchase et al., 2008 in Idowu et al., 2017, s. 4). Jiný zdroj uvádí, že remplissage je indikována u pacientů s Hill-Sachsovou lézí větší než 20 %, umístěnou tzv. off track a defektem kostní hmoty glenoidu menším než 10 % jeho plochy (Gowd et al., 2018, s. 194). Technika remplissage je vhodná také jako revizní operační výkon po předchozí neúspěšné stabilizaci (Di Giacomo, 2014 in Lädermann et al., 2015, s. 575). Pacienti s větším glenoidálním defektem jsou indikováni k otevřené operaci typu Latarjet (Provencher et al., 2012, s. 250).

1.9.1.2 Výhody remplissage

Výhodou této techniky je, že může být provedena artroskopicky (Brilakis, 2016, s. 594). Unikátnost spočívá v tom, že operatér může provést korekci Hill-Sachsovy léze a zároveň artroskopické ošetření Bankartovy léze v průběhu jedné operace. Může být provedena poměrně rychle, čímž chrání pacienta před rozsáhlou otevřenou operací, které bývají spojeny s delší celkovou anestezií. Jedná se tedy o minimálně invazivní zákrok, který převádí intraartikulární lézi na extraartikulární. Navíc není potřeba použití žádných dalších štěpů ani jiného transplantačního materiálu (Park et al., 2011 in Abdelrahman, 2015, s. 169). Po remplissage na RAK nebylo prokázáno snížení svalové síly, ale naopak její zvýšení (Cho et al., 2016, s. 3798).

Bylo zjištěno, že 98 % pacientů má v kontrolních vyšetřeních stabilní rameno. Remplissage lze použít taktéž jako revizní výkon po předchozím selhání operačního výkonu, kde byla jako hlavní příčina opakované instability stanovena humerální kostní léze (Boileau et al., 2012, s. 623). Opakovaná instabilita RAK byla zjištěna ve studii Lerouxe v míře 3,4 % (Leroux et al., 2013 in Bah et al, 2018, s. 20).

1.9.1.3 Nevýhody remplissage

Remplissage je tzv. neanatomická operační technika, a z tohoto důvodu mnoho autorů uvedlo obavy, týkající se teoretických nežádoucích účinků této operační techniky na rozsah pohybu v RAK, zejména na rozsah ZR. V případové studii bylo u pacienta po remplissage s odstupem 2 roky od operace zaznamenáno významné omezení ZR. Konzervativní postupy a fyzioterapie zaměřená na zvýšení rozsahu pohybu nepřinesly efekt. Pacient následně podstoupil operativní uvolnění tenodézy a kapsulodézy a již při testování přímo po výkonu došlo ke zvýšení rozsahu ZR o 20°. Poté byl pacient znovu změřen s odstupem 6 měsíců po operaci, kdy bylo zjištěno udržení získaného rozsahu ZR. Autoři případové studie se domnívali, že omezení ZR je výsledkem tenodézy a kapsulodézy, které působí mechanickou překážku ZR RAK (Deutsch, Kroll, 2008, s. 492). Bah et al. ve své studii publikovali, že po remplissage současně s korekcí Bankartovy léze dochází ke snížení rozsahu zevní rotace o 10,1° v neutrální pozici RAK a o 13,2° v pozici RAK v 90° abdukci (Bah et al., 2018, s. 19). Boileau et al. ve své práci uvedli pooperační zmenšení rozsahu pohybu do ZR o 10°, což ale pacienty nijak neomezilo v návratu ke sportovním aktivitám (Boileau et al., 2012, s. 623). Snížený rozsah ZR by mohl ohrozit pouze „overhead“ sporty, u kterých je k hodu nutná extrémní ZR, aby bylo dosaženo co největší rychlosti hodu (Boileau, 2012 in Lädermann et al., 2015, s. 576).

Připevnění sutur přes sval může vést k pooperačnímu snížení svalové síly zevních rotátorů, avšak tyto domněnky vyžadují další výzkum (Lädermann et al., 2015, s. 576). Potřebné síly, které vykonávají přední a zadní rotátorové svaly mohou být narušeny, pokud jsou svaly na posteriorní straně RAK následkem remplissage oslabeny (Saha, 1971 in Lädermann et al., 2015, s. 576).

Z klinických studií bylo zjištěno, že pacienti, kteří podstoupili operaci Bankartovy léze v kombinaci s remplissage, trpí pooperačními bolestmi více, než pacienti kteří absolvovali jen artroskopii Bankartovy léze. Z výsledků studie vyplývá, že posterosuperiorní bolestí RAK trpí 1/3 pacientů po remplissage (Nourissat, 2011 in Lädermann et al., 2015, s. 576). Bah et al.

publikovali, že 20,93 % pacientů trpělo po operaci reziduální bolestivostí (Bah et al., 2018, s. 20).

1.9.1.4 Pooperační režim

Rehabilitace po operačním výkonu se v průběhu prvních 4 týdnů zaměřuje na mobilitu loketního kloubu, zápěstí a lopatky. Od 4. do 6. týdne začíná pacient cvičit abdukci paže v rovině lopatky do 90° a jemné izometrické cvičení musculus deltoideus. Po 6 týdnech se do rehabilitačního programu zařazují posilovací cviky. Obnova plného rozsahu pohybu je vyžadována do 12. týdne od operace. Po 12–14 týdnech je možný postupný návrat ke sportovním aktivitám (Camp et al., 2015, s. 500).

Bonnevialle et al. navrhli fixovat operovaný RAK v mírné VR s důrazem na nulovou ZR přes neutrální pozici RAK po dobu 6 týdnů. Po 3 týdnech od operace by měl pacient provádět kyvadlové pohyby v RAK (Bonnevialle et al., 2017, s. 2574). Abouelsoud a Abdelrahman doporučili po operačním výkonu fixaci RAK na 6 týdnů v totožné pozici jako v předchozí studii. Aktivní pohyby loketního kloubu a zápěstí jsou vyžadovány po 1 týdnu od operace. Jemné kyvadlové pohyby RAK a pasivní ventrální flexe v RAK jsou prováděny s odstupem 2 týdnů od operace. Aktivní a asistované pohyby jsou povoleny v aktuálním možném rozsahu pohybu po 4 týdnech od operace. Pacientům je zakázáno abdukovat a zevně rotovat RAK po dobu 6 týdnů (Abouelsoud, Abdelrahman, 2015, s. 153). Woodal et al. ve své studii uvedli doporučení pro omezení pasivního rozsahu pohybu v prvních 6 týdnech od operace do 120° ventrální flexe a 30° ZR v RAK (Woodal et al., 2018, s. 775).

Posilování zevních a vnitřních rotátorů se nedoporučuje po dobu prvních 12 týdnů. Protahování operované HK přes tělo (cross stretching) se taktéž neprovádí v průběhu prvních 12 týdnů. Pohyby, které vyžadují odtlačení od těla, se povoluje vykonávat až po 12 týdnech. Celkově se k rehabilitaci po remplissage přistupuje obdobně jako u lézí posteriorní RM RAK (The Ohio State University, Wexter Medical Center, 2016, s. 5).

1.10 Přístroje k objektivizaci měření

1.10.1 Dynamometrie

Pro funkční analýzu kosterních svalů a pro zhodnocení konečné síly, produkované na základě svalové kontrakce, slouží dynamometry. V klinické praxi se využívají ruční a izokinetické dynamometry, zejména pro posouzení kapacity svalů k produkci síly (zvláště při maximální možné kontrakci). Vyšetření svalové síly je žádoucí v rámci neuromuskulárních

nebo muskuloskeletálních dysfunkcí (Krobot et al., 2009 in Kolářová et al., 2014, s. 62). Oba typy dynamometrů jsou určeny k hodnocení svalové síly vybraných svalů za předem definovaných podmínek. Izokinetický dynamometr slouží pro kvantitativní vyšetření funkční svalové kapacity (Baltopoulos, Brodie, 1989 in Kolářová et al., 2014, s. 62). Izometrická dynamometrie je založena na měření izometrické svalové kontrakce. Při izometrické svalové kontrakci roste svalové napětí, ale nedochází ke změně délky svalu (Kolář, 2009, s. 76). Výstupní data jsou dále zpracována příslušným softwarem. V kineziologické laboratoři Fakultní nemocnice v Olomouci jsou využívané dynamometry synchronizovatelné s elektromyografickým záznamem. Jedná se o tzv. inline force sensor, který snímá sílu mezi dvěma objekty (jeden objekt může být libovolný pevný bod a druhým objektem je testovaný segment těla vyšetřované osoby). Tento senzor může do jisté míry substituovat izokinetický dynamometr (zejména pro izometrická měření)(Kolářová et al., 2014, s. 62).

Měření maximální volní izometrické kontrakce (MVIC) bylo použito v řadě studií jako normalizační metoda k určení svalové síly pro zhodnocení účinků fyzioterapie nebo použitých intervencí (Ballantyne et al., 1993 in Ha et al., 2013, s. 70).

1.10.2 Povrchová elektromyografie

Elektromyografie (dále jen EMG) je experimentální technika, která se zabývá vznikem, záznamem a analýzou myoelektrických signálů. Myoelektrické signály vznikají fyziologickými změnami na membráně svalového vlákna (Konrad, 2006, s. 5). Povrchová elektromyografie snímá akční potenciály většího množství aktivních motorických jednotek v blízkosti snímacích senzorů, které jsou umístěny na kůži nad testovaným svalem. Jednotlivé akční potenciály všech aktivních motorických jednotek snímané elektrodami jsou elektricky superponované a výsledkem je tzv. interferenční vzorec (De Luca, 1997 in Krobot, Kolářová, 2011, s. 18).

Povrchová svalová aktivita bývá snímána bipolárně pomocí dvou elektrod umístěných paralelně s průběhem svalových vláken (Enoka, 2002 in Krobot, Kolářová, 2011, s. 18). Obě elektrody snímají v daném okamžiku různé elektrické potenciály (elektrický potenciál s různou fází) vzhledem k referenční elektrodě (umístěné v určité vzdálenosti od EMG senzorů v elektricky nejméně aktivní oblasti). Výsledkem je potom bipolární signál následně zesílený v diferenciálním zesilovači, který představuje potenciálový rozdíl snímaný oběma elektrodami v daném okamžiku. Výhodou bipolárního snímání je, že jakýkoliv okolní zvuk/šum, který má původ dál od snímané oblasti, dorazí k oběma elektrodám se stejnou fází, a můžeme tedy

pokládat výsledný potenciálový rozdíl za vlastní svalovou aktivitu (Enoka, 2004 in Krobot, Kolářová, 2011, s. 19).

Surový EMG záznam je u většiny nabízených přístrojů ve formě analogového signálu vysílán ze snímacích senzorů do vyhodnocovací jednotky, kde dojde ke konverzi signálu na digitální. Přenos signálu je realizován na vzdálenost několika metrů kabely nebo telemetricky (Soderberg, 2000 in Krobot, Kolářová, 2011, s. 19). Amplituda signálu se odhaduje pomocí průměrné hodnoty čtverce, která se shoduje se standardní směrodatnou odchylkou distribuce. Alternativně se využívá průměrná rektifikovaná hodnota. Produkovaný signál je harmonický s frekvencí 10–400 Hz. Průměrná frekvence je v rozmezí 70–130 Hz a střední frekvence se pohybuje mezi 50–110 Hz (Merletti et al., 2000, s. 20). K analýze míry svalové aktivity se nejvíce využívá analýza změny frekvenčního spektra a amplitudy v čase (Clancy et al., 2004 in Krobot, Kolářová, 2011, s. 25).

Nejčastějším problémem, kvůli kterému můžeme získat chybné hodnoty měření je tzv. crosstalk. Crosstalk je nežádoucí EMG signál ze svalové skupiny, která není v daném měření snímána a dochází ke kontaminaci snímaného signálu crosstalkem. Crosstalk může být minimalizován velikostí elektrod a vzdáleností mezi elektrodami (Lowery et al., 2003 in Chowdhury et al., 2013, s. 12434).

Elektromyografie se jeví jako nejvíce efektivní cesta k testování svalové aktivity svalů ramenního pletence a jejich interakcí. Poprvé bylo EMG u svalů RAK použito v roce 1944 Inmanem et al. k hodnocení aktivity 12 svalů ramenního pletence na základě hodnocení surového EMG záznamu (Inman et al., 1944 in Boettcher et al., 2008, s. 1591). Byl to vůbec první biomechanický popis svalů RAK (Inman et al., 1944 in Hess, 2000, s. 66). Pro možnost srovnávání EMG záznamu a jeho hodnocení mezi studiemi musí být EMG záznam normalizován. Nejvíce využívanou normalizovanou metodou měření EMG aktivity svalů RAK je maximální volní izometrická kontrakce (MVIC)(Boettcher et al., 2008, s. 1591).

2 Cíle výzkumu

Cílem této diplomové práce je objektivizovat funkční výsledky u pacientů po operaci ramenního kloubu, kteří byli operováni technikou remplissage.

Pro toto funkční hodnocení byly vybrány pohyby do zevní a vnitřní rotace v neutrálním postavení RAK a pomocí povrchové elektromyografie byl snímán signál z m. infraspinatus. Tento postup výběru pohybu a testovaných svalů byl zvolen s ohledem na techniku operace remplissage, při níž je tenodézou fixován právě m. infraspinatus. Předmětem zkoumání byl vliv operační techniky remplissage na sílu rotačních pohybů RAK a na svalovou aktivitu právě zmiňovaného m. infraspinatus v průběhu maximální izometrické kontrakce do zevní a vnitřní rotace v RAK.

Vědecké otázky a hypotézy:

Vzhledem ke stanovenému cíli byly vybrány níže uvedené vědecké otázky a hypotézy.

Vědecká otázka č. 1

Jak se změní maximální síla izometrické kontrakce operované horní končetiny do zevní a vnitřní rotace ve srovnání se zdravou horní končetinou?

$H_0$1: Maximální síla operované HK při zevní rotaci je menší, než síla zevní rotace na zdravé HK.

H_A1: Maximální síla operované HK při zevní rotaci není menší, než síla zevní rotace na zdravé HK.

$H_0$2: Maximální síla operované HK při vnitřní rotaci je menší, než síla vnitřní rotace na zdravé HK.

H_A2: Maximální síla operované HK při vnitřní rotaci není menší, než maximální síla vnitřní rotace na zdravé HK.

Vědecká otázka č. 2

Jak se změní svalová aktivita m. infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do zevní a vnitřní rotace na operované horní končetině ve srovnání se zdravou horní končetinou?

$H_0$3: Svalová aktivita musculus infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do zevní rotace na operované HK je menší, než svalová aktivita musculus infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do zevní rotace na zdravé HK.

H_A3: Svalová aktivita musculus infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do zevní rotace na operované HK není menší, než svalová aktivita musculus infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do zevní rotace na zdravé HK.

$H_0$4: Svalová aktivita musculus infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do vnitřní rotace na operované HK je menší, než svalová aktivita musculus infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do vnitřní rotace na zdravé HK.

H_A4: Svalová aktivita musculus infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do vnitřní rotace na operované HK není menší, než svalová aktivita musculus infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do vnitřní rotace na zdravé HK.

3 Metody výzkumu

3.1 Charakteristika výzkumné skupiny

V rámci prováděného experimentu bylo testováno 10 probandů, kteří v časovém rozmezí od 19.7.2012 do 2.9.2016 podstoupili operaci RAK technikou remplissage na Ortopedické klinice Fakultní nemocnice v Olomouci. V době realizace experimentu byli probandi v průměru 4,6 let od operace. Žádný z probandů nebyl v době měření hospitalizován na jakémkoli oddělení Fakultní nemocnice v Olomouci. Experimentu se zúčastnilo 8 mužů a 2 ženy. Průměrný věk probanda byl 34,2 roku (rozmezí 23–56 let). Vzhledem ke zvolené operační technice, která se používá i jako revizní výkon v případě selhání předchozích stabilizačních technik, byla remplissage pro některé probandy již několikátým výkonem na stejném RAK. Průměrný počet operací na jednoho probanda na jednom RAK byl 1,7. Pro 5 probandů to byla první operace na RAK, 3 probandi podstoupili remplissage jako druhý operační výkon a u 2 probandů byla remplissage již třetím operačním výkonem. U 6 probandů byla operována PHK u 4 probandů LHK. U všech probandů proběhlo hojení per primam bez pooperačních komplikací. Po operaci byla všem probandům naložena fixační ortéza typu Desault na 5 týdnů. Všichni probandi měli před operačním výkonem v rámci klinických testů pozitivní tzv. apprehension test.

3.2 Podmínky měření

Měření probandů v rámci realizace experimentu probíhalo v období od srpna 2018 do února 2019 v Kineziologické laboratoři ve Fakultní nemocnici v Olomouci. Každý proband byl měřen jedenkrát. Kontrolní skupina vytvořena nebyla, jelikož byly hodnoty naměřené na operované HK srovnávány s hodnotami získanými z testování druhostranné HK. Pro dodržení identických podmínek u všech měření byli probandi testováni vždy ve shodné pozici, stejným přístrojem, na stejném místě. Všechna měření byla prováděna jednou osobou. Každý proband se měření účastnil dobrovolně a před samotným měřením byli všichni probandi informováni o průběhu a cílech měření a měli možnost klást doplňující otázky.

3.3 Výzkumná metoda

Výzkumnou metodou pro objektivizaci výsledků experimentu byla zvolena povrchová elektromyografie a pro zaznamenání maximální síly izometrické kontrakce byl k EMG přístroji připojen siloměr kompatibilní s EMG přístrojem (tzv. inline force sensor). V tomto případě byl použit inline force sensor, model 320. Pro sledování signálu povrchové elektromyografie byl využit 8-kanálový EMG přístroj TeleMyo 2400T G2 od firmy 31 Noraxon USA. Tento přístroj

je integrovaný s počítačovým softwarem MyoResearch XP Master Edition 1.08.17. Pro záznam měření za účelem jeho kvalitnějšího zpracování bylo měření nahráváno na videokameru.

3.4 Postup měření

Na začátku měření byli všichni probandi informováni o účelu a průběhu experimentu. Všichni probandi byli vyšetřeni v rámci kontrolní návštěvy v Kineziologické laboratoři ve Fakultní nemocnici v Olomouci pod supervizí odborného pracovníka a jejich návštěva byla řádně evidována. Následně byly od probandů odebrány základní anamnestické údaje, potřebné pro zhodnocení naměřených výsledků. Poté byly iniciály probanda zaznamenány v programu MyoResearch XP Master Edition 1.08.17. Následně byly v tomto programu zvoleny předem definované svaly, které byly určeny jako klíčové pro měření experimentu. Snímány byly pars acromialis m. deltoidei, m. latissimus dorsi a m. infraspinatus. Poslední zvolenou položkou v počítačovém softwaru byl siloměr. Ke každému zvolenému svalu bylo přiřazeno číslo EMG svodu. Svaly byly snímány bilaterálně. Celkem bylo využito 7 EMG svodů při každém měření. Před samotnou aplikací samolepících elektrod byla provedena palpace vybraných svalů při jejich izometrické aktivitě pro ozřejmení správné lokalizace vybraného svalu. Po vyhledání středu svalového bříška při izometrické kontrakci byla kůže očištěna abrazivní pastou a následně omyta mokrým ručníkem. Nakonec byla kůže otřena do sucha. Poté byly nalepeny dvě samolepící elektrody do středu svalového bříška paralalně s průběhem svalových vláken. Aktivní elektrody každého testovaného svalu byly nalepeny v těsné blízkosti tak, aby se vzájemně dotýkaly. Zemnící elektroda byla při každém měření umístěna na levý akromion. U všech měření byly použity EKG elektrody Kendall od firmy Covidien. Aktivní část použité elektrody byla vyrobena z AgCl. Velikost použitých elektrod byla 30 mm x 24 mm. Následně proběhlo připojení aplikovaných elektrod k EMG svodům přesně tak, jak bylo nastaveno v počítačovém programu. Poté byla provedena kontrola správnosti spojení elektrod s EMG svody pomocí izometrické kontrakce příslušného svalu a sledování vzniku odpovídajícího EMG signálu u daného svalu na obrazovce počítače. V neposlední řadě byly připevněny všechny předzesilovače lepící páskou tak, aby se v průběhu měření nepohybovaly a nerušily tak snímaný signál. Pro záznam experimentu byla připojena videokamera. Následně se přistoupilo k provedení samotného experimentu, který byl již dokumentován videokamerou.

3.5 Průběh experimentu

Výchozí polohou pro testování byl zvolen vzpřímený stoj s chodidly na šířku ramen s testovanou HK v neutrálním postavení v RAK se středním postavení v předloktí a neutrálním postavení v zápěstí s extendovanými prsty. Tato pozice byla dodržována u všech probandů

a kontrolována v průběhu celého experimentu. Před samotným testováním byl probandovi vysvětlen a následně předveden průběh celého měření. Před spuštěním záznamu si proband vyzkoušel testované úkoly. Testovány byly tyto pohyby v uvedeném pořadí: ZR LHK, VR LHK, ZR PHK, VR PHK. Proband byl v rámci testování vyzván, aby provedl každý z výše uvedených pohybů maximální silou proti odporu pásky siloměru po dobu 10 s. Každý pohyb se opakoval 3krát za sebou a mezi jednotlivé 10s intervaly byly vkládány pauzy. Všechny pohyby byly prováděny izometricky. Po provedení všech uvedených úkolů byl záznam ukončen, všechny použité systémy byly z pacienta odstraněny a následně měl pacient možnost klást doplňující otázky ohledně proběhlého experimentu a měl možnost vidět záznam z měření. Provedení celého experimentu trvalo cca 40 minut.

3.6 Hodnocení EMG signálu

Pro další práci s EMG signálem musely být u každého surového záznamu na začátku jeho hodnocení provedeny nezbytné úkony k jeho úpravě pro následné zpracování. Úprava signálu byla prováděna v počítačovém softwaru MyoResearch XP Master Edition. U surového EMG záznamu byla provedena EKG redukce, rektifikace a frekvenční filtrace. Frekvenční filtrace byla provedena pomocí parametru RMS (Root Mean Square) o hodnotě 200 ms. Následně byla provedena analýza upraveného signálu v kartě Standard Report a Average Activation. Každý ze čtyř testovaných pohybů byl hodnocen samostatně. Pro analýzu byl z 10s intervalu svalové aktivity vybrán interval o délce trvání 5 s, kde byla patrná největší svalová aktivita. Bylo tak zvoleno u všech třech měření daného pohybu a následně byly tyto tři 5s hodnoty zprůměrovány. Pro statistické hodnocení byly použity průměrné hodnoty (mean, uV). Výsledná data byla převedena do souboru Microsoft Office Excel.

3.7 Statistické vyhodnocení naměřených dat

Naměřená data byla převedena do dokumentu Microsoft Office Excel a následně statisticky zpracována v programu Statistica, verze 12. Normalita získaných dat byla ověřena pomocí Shapiro-Wilkova testu. U naměřených dat bylo zjištěno normální rozložení. Pro statistické zpracování byly použity parametrické testy, z nichž byl konkrétně vybrán Studentův t-test. Levenovým testem pro shodu rozptylu bylo zjištěno, že data mají shodný rozptyl. Testování bylo prováděno na statistické hladině významnosti 0,05. Výsledky statistického zpracování dat jsou zaznamenány v níže uvedených tabulkách a grafech.

4 Výsledky výzkumu

Data v tabulce (viz tabulka 1, s. 40) zobrazují popisnou statistiku testovaného souboru. V tabulce jsou uvedené následující charakteristiky: aritmetický průměr, medián a směrodatná odchylka.

	Průměr	**Medián**	**SD**
z ZR síla [N]	63,77	62,35	18,50
o ZR síla [N]	66,98	70,17	21,51
z VR síla [N]	80,50	70,45	29,70
o VR síla [N]	88,29	75,11	36,28
z ZR INFRASPINATUS [uV]	117,51	102,09	68,39
o ZR INFRASPINATUS [uV]	122,69	108,13	55,32
z VR INFRASPINATUS [uV]	12,08	9,56	5,35
o VR INFRASPINATUS [uV]	13,49	12,84	6,45

Tabulka 1 Popisná statistika testovaného souboru

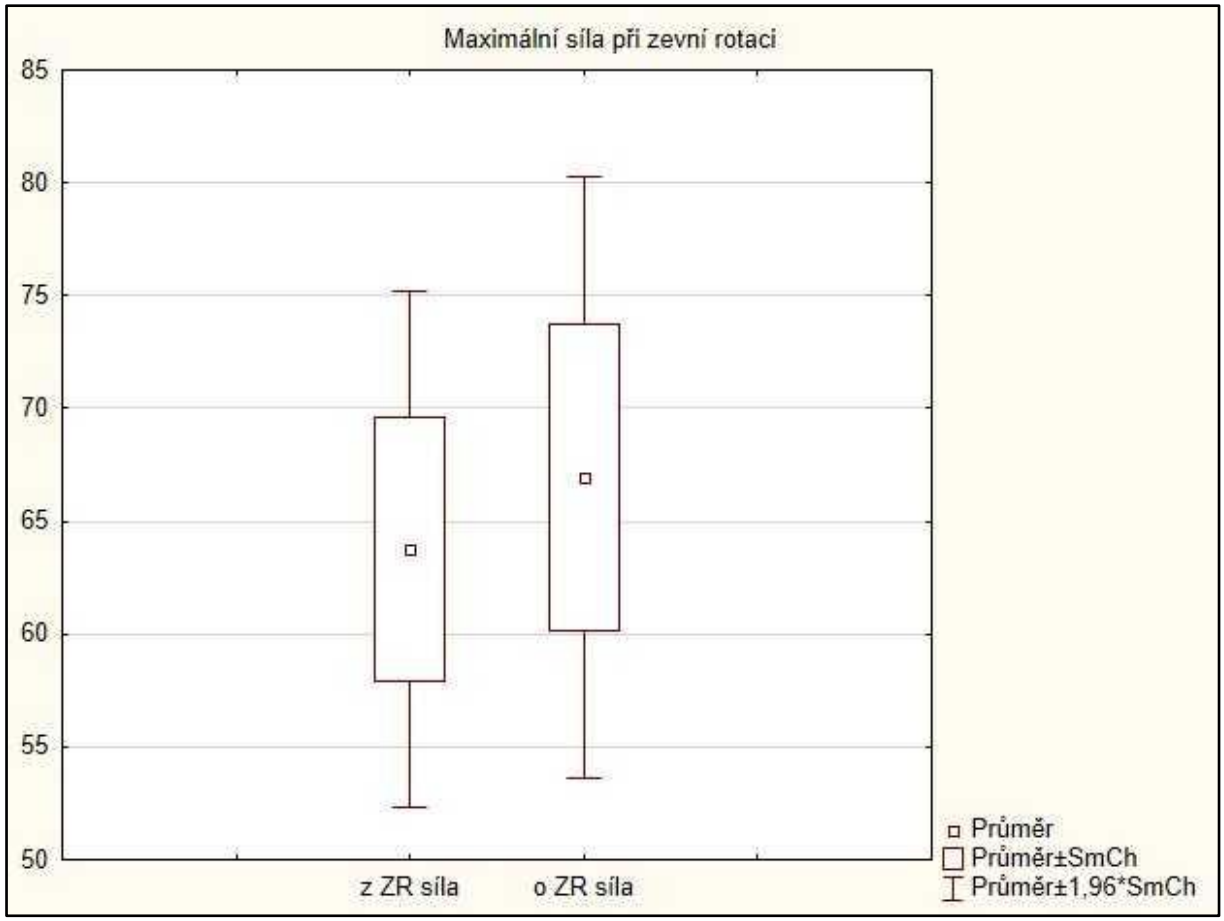
4.1 Výsledky k vědecké otázce č. 1

Znění vědecké otázky č. 1: „Jak se změní maximální síla izometrické kontrakce operované horní končetiny do zevní a vnitřní rotace ve srovnání se zdravou horní končetinou?“

Vyjádření k hypotézám na základě statistického vyhodnocení:

Hypotézu **$H_0$1** „Maximální síla operované HK při zevní rotaci je menší, než síla zevní rotace na zdravé HK“ **nelze zamítnout.**

T testem nebyly prokázány statisticky významné rozdíly ve velikosti maximální izometrické síly zevní rotace na operované a neoperované horní končetině. Hodnota $p > 0,05$. Výsledky k $H_0$1 jsou uvedeny na obrázku 4, s. 41 a v tabulce 2, s. 41.



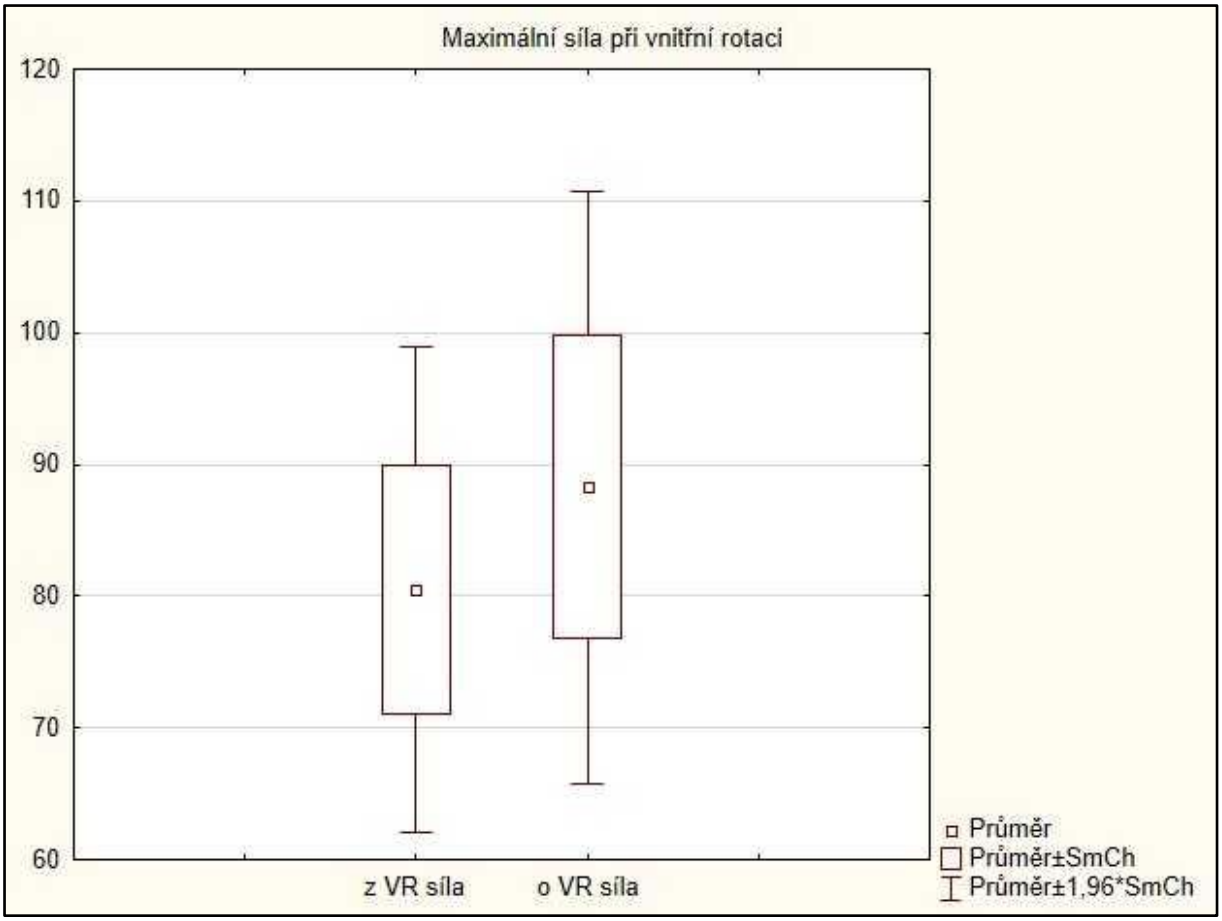
Obrázek 4 Maximální síla izometrické kontrakce při zevní rotaci na operované a zdravé horní končetině

Testované parametry	Průměr zdravá HK	Průměr operovaná HK	P-hodnota
z ZR síla vs. o ZR síla [N]	63,77	66,98	0,725

Tabulka 2 Výsledky t testu k $H_0$1

Hypotézu **$H_0$2** „Maximální síla operované HK při vnitřní rotaci je menší, než síla vnitřní rotace na zdravé HK“ **nelze zamítnout.**

T testem nebyly prokázány statisticky významné rozdíly ve velikosti maximální izometrické síly vnitřní rotace na operované a neoperované horní končetině. Hodnota $p > 0,05$. Výsledky k $H_0$2 jsou uvedeny na obrázku 5, s. 42 a v tabulce 3, s. 42.



Obrázek 5 Maximální síla izometrické kontrakce při vnitřní rotaci na operované a zdravé horní končetině

Testované parametry	Průměr zdravá HK	Průměr operovaná HK	P-hodnota
z VR síla vs. o VR síla [N]	80,50	88,29	0,606

Tabulka 3 Výsledky t testu k $H_0$2

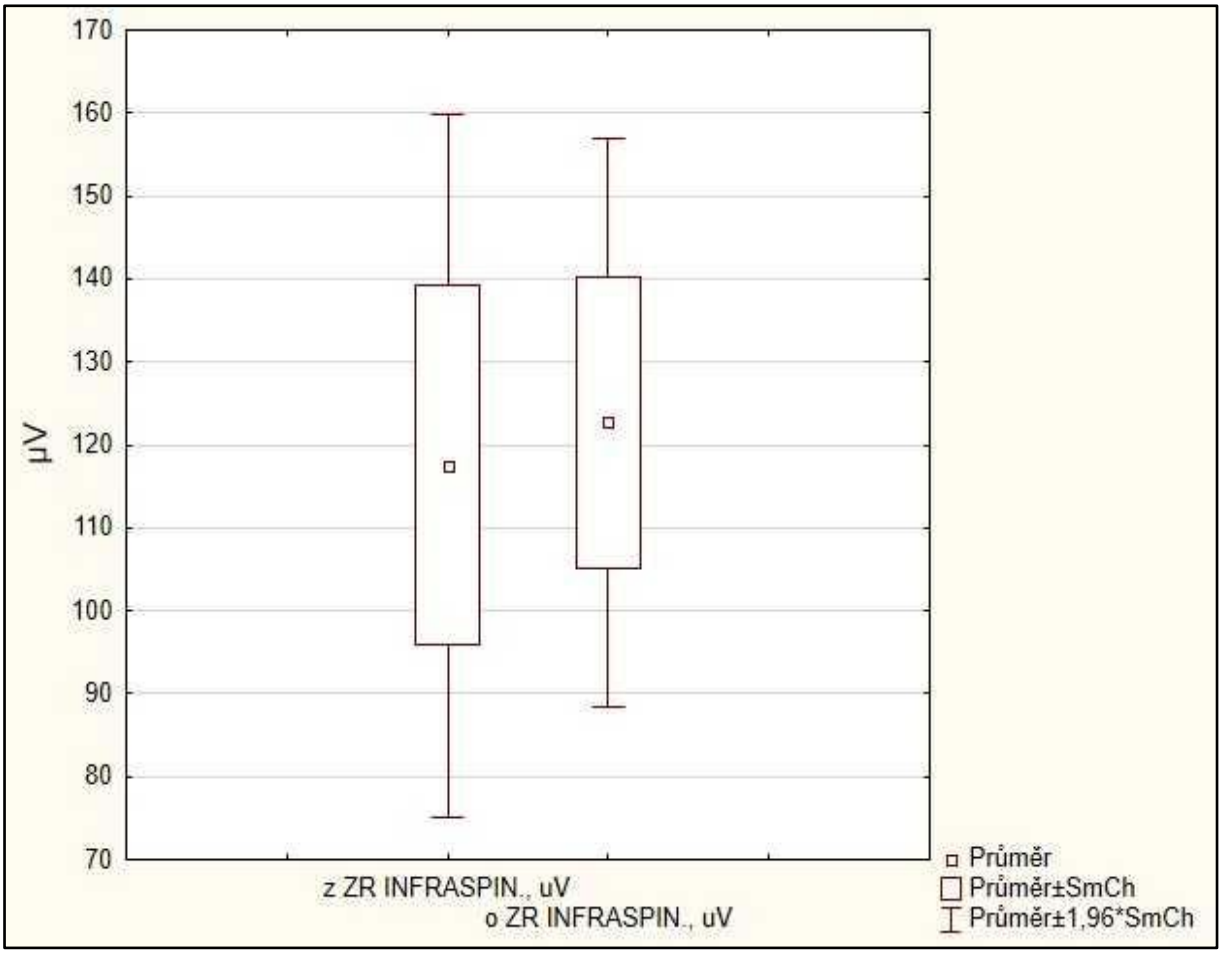
4.2 Výsledky k vědecké otázce č. 2

Znění vědecké otázky č. 2 „Jak se změní svalová aktivita m. infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do zevní a vnitřní rotace na operované horní končetině ve srovnání se zdravou horní končetinou?“

Vyjádření k hypotézám na základě statistického vyhodnocení:

Hypotézu **$H_0$3** „Svalová aktivita musculus infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do zevní rotace na operované HK je menší, než svalová aktivita musculus infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do zevní rotace na zdravé HK„ **nelze zamítnout.**

T testem nebyly prokázány statisticky významné rozdíly ve velikosti svalové aktivity m. infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do zevní rotace na operované a neoperované horní končetině. Hodnota $p > 0,05$. Výsledky k $H_0$3 jsou uvedeny na obrázku 6, s. 44 a v tabulce 4, s. 44.



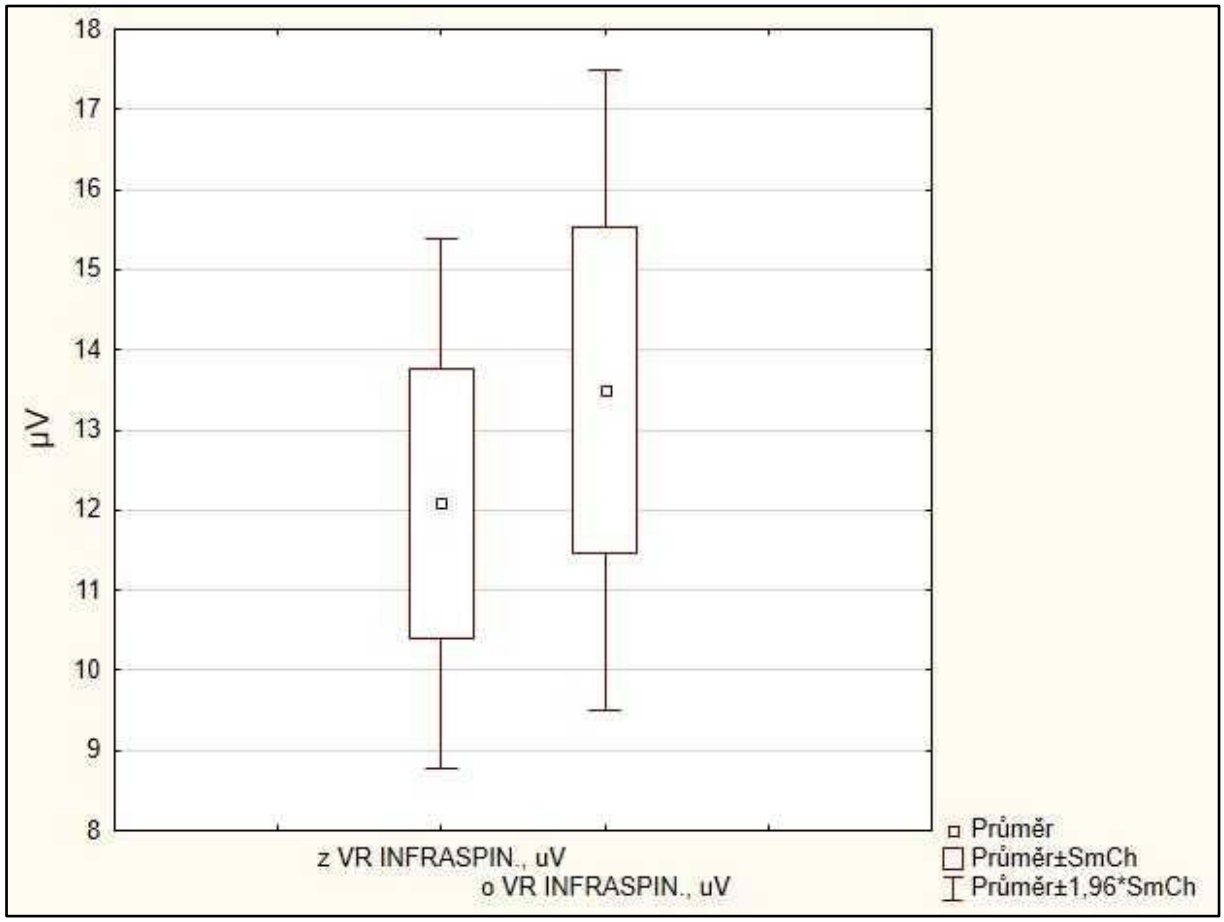
Obrázek 6 Svalová aktivita m. infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do zevní rotace na operované a zdravé končetině

Testované parametry	Průměr zdravá HK	Průměr operovaná HK	P-hodnota
z ZR INFRASPINATUS vs. o ZR INFRASPINATUS [uV]	117,51	122,69	0,854

Tabulka 4 Výsledky t testu k $H_0$3

Hypotézu **$H_0$4** „Svalová aktivita musculus infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do vnitřní rotace na operované HK je menší, než svalová aktivita musculus infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do vnitřní rotace na zdravé HK“ **nelze zamítnout.**

T testem nebyly prokázány statisticky významné rozdíly ve velikosti svalové aktivity m. infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do vnitřní rotace na operované a neoperované horní končetině. Hodnota $p > 0,05$. Výsledky k $H_0 4$ jsou uvedeny na obrázku 7, s. 45 a v tabulce 5, s. 45.



Obrázek 7 Svalová aktivita m. infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do vnitřní rotace na operované a zdravé končetině

Testované parametry	Průměr zdravá HK	Průměr operovaná HK	P-hodnota
z VR INFRASPINATUS vs. o VR INFRASPINATUS [uV]	12,08	13,49	0,601

Tabulka 5 Výsledky t testu k $H_0 4$

5 Diskuze

Jelikož je remplissage neanatomickým operačním výkonem, je možné, že touto artroskopickou technikou dojde ke změnám v biomechanice RAK, zvláště ve velikosti rozsahu pohybu a ve velikosti svalové síly (Boileau et al., 2012 in Cho et al., 2016, s. 3794).

Předchozí studie ukázaly, že pacienti s rozsáhlými kostními defekty hlavice humeru jsou ohroženi velkým rizikem selhání artroskopických stabilizačních výkonů na glenoidálním labru a nejsou tedy vhodnými kandidáty k operačnímu řešení, které zahrnuje pouze tento typ stabilizace (Boileau et al., 2006 in Boileau et al., 2012, s. 619).

Jako prevence kontaktu obou kostních lézí a následné luxace RAK je možné vyhnout se pozici 90° abdukce a 90° ZR v RAK, ve které k destabilizaci dochází. Omezením ZR v RAK však může dojít ke vzniku předčasné osteoartrózy, protože za této situace dochází ke zvýšení glenohumerálních reaktivních sil, které podporují zadní subluxaci a snižují kontaktní plochu artikulačních povrchů hlavice humeru a glenoidu (Hawkins, Angelo, 1990 in Cable et al., 2019, s. 35–36). Posteriorní kapsulotenodéza působí jako zarážka, která brání anteriorní translaci hlavice humeru a redukuje riziko pooperační redislokace (Wolf, Polack, 2004 in Boileau et al., 2012 s. 619).

Nejběžnější metodou k hodnocení svalové aktivity za účelem normalizace elektromyografického záznamu svalové aktivity m. infraspinatus je maximální izometrická kontrakce (MVIC). Tato metoda je vhodná k objektivizaci efektu cvičení nebo intervencí vedoucích k posílení m. infraspinatus (Ballantyne et al., 1993 in Jeon et al., 2018, s. 38).

Vzhledem k velkému počtu studií, které se v minulosti zabývaly omezením rozsahu pohybu po remplissage, jsme se v našem experimentu zaměřili pouze na sledování síly ZR a VR v RAK a na snímaní svalové aktivity m. infraspinatus. I přes velký počet studií zabývajících se pacienty po artroskopické remplissage, jen velmi malá část z nich byla zaměřena na objektivizaci velikosti síly do ZR. Dle našich zjištění doposud neproběhla žádná EBM studie, která by objektivizovala svalovou aktivitu m. infraspinatus u pacientů po operaci technikou remplissage. Proto nelze přesně porovnat tento náš experiment s žádnou EBM studií, jelikož v žádné námi známé studii neproběhla objektivizace shodných parametrů, stejnými přístroji a za identických podmínek měření. Byly však realizovány studie, sledující MVIC do ZR u zdravých probandů, a je tedy možné porovnat naše výsledky u remplissage skupiny s výsledky studií testujících velikost MVIC na zdravých probandech. Hodnocení svalové síly

VR v RAK a svalové aktivity m. infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do VR nebylo doposud u pacientů po remplissage v žádné námi známé studii testováno.

5.1 Diskuze k efektivitě remplissage

V minulých letech proběhlo mnoho zahraničních vědeckých studií, zabývajících se efektivitou remplissage. Většina z nich se zaměřovala na hodnocení počtu rekurentních instabilit, na omezení rozsahu pohybu do ZR v RAK a na kvalitu vhojení m. infraspinatus do kostního defektu.

Purchase et al. publikovali v roce 2008 studii, která se zaměřila na objektivizaci výsledků techniky remplissage. Závěrem experimentu bylo zjištěno, že u 2 ze 24 pacientů, tedy u 8,3 % testovaných probandů došlo k selhání operačního výkonu (Boileau et al., 2006 in Brilakis et al., 2016, s. 6).

Boileau et al. zkoumali účinnost artroskopické remplissage z hlediska nežádoucích účinků na hybnost RAK. Studie se zaměřovala na pacienty s velkým kostním defektem na hlavici humeru. Kostní léze glenoidu byla u testovaných probandů jen zanedbatelná. Bylo zjištěno, že vhojení kapsulotenodézy nezpůsobuje žádné nežádoucí účinky z hlediska hybnosti RAK, dochází pouze k lehkému omezení rozsahu pohybu do ZR (přibližně o 10°), což 90 % probandů nijak nebránilo v návratu k jejich sportovním aktivitám včetně „overhead“ sportů. Maximální stabilita RAK po operaci technikou remplissage je zajištěna omezením translace humerální hlavice, nikoliv omezením rotace. Zobrazovacími metodami bylo zjištěno úspěšné vhojení šlachy m. infraspinatus a posteriorní kapsuly do kostního defektu v hlavici humeru, čímž došlo k vyplnění kostní léze měkkými tkáněmi, které zaplnily ve většině případů více než 75 % velikosti kostního defektu (Boileau et al., 2012, s. 623).

Rekurentní instabilita RAK byla zaznamenána při testování s průměrným odstupem 26,8 měsíců od operace u 5,4 % případů (Buza et al., 2014 in Miyamoto et al., 2017, s. 1273). Garcia et al. publikovali 11,8% míru rekurentní instability RAK po operaci technikou remplissage s průměrným odstupem hodnocení 60,7 měsíců od operace (Garcia et al., 2015 in Miyamoto et al., 2017, s. 1273). Ještě větší procento selhání tohoto stabilizačního výkonu bylo zjištěno v experimentu, který realizoval Bonnevialle et al. Závěrem jejich studie byla stanovena míra opakované nestability RAK na 14,7 %. Měření probíhalo s průměrným odstupem 10 měsíců od operace (Bonnevialle et al., 2017, s. 2575).

5.2 Diskuze k výsledkům experimentu

Testovány byly hypotézy týkající se velikosti síly při maximální volní izometrické kontrakci do zevní a vnitřní rotace. Při maximální volní izometrické kontrakci byla také snímána svalová aktivita m. infraspinatus. Předpokládalo se, že následkem operační techniky dojde ke snížení síly do ZR a VR v RAK a ke snížení aktivity m. infraspinatus při izometrických rotacích v GH kloubu.

5.2.1 Diskuze k hypotézám $H_0$1 a $H_0$2

Pravděpodobně první studií, která se zaměřila na posouzení síly po remplissage byla studie Merolly et al. publikovaná roku 2015. Tato studie hodnotila pacienty ve dvou skupinách. Do skupiny BRR (Bankart repair + remplissage) bylo zařazeno 61 pacientů. Do kontrolní skupiny bylo přiřazeno 60 zdravých probandů. Obě skupiny absolvovaly měření RAK bilaterálně. Z hlediska síly byly sledovány dva parametry: IST (infraspinatus strength test) a ISRT (infraspinatus scapular retraction test). IST byl testován ve stoji s RAK v neutrálním postavení, 90° flexí v loketním kloubu a středním postavení v předloktí. Testující kladl odpor probandově maximální kontrakci do ZR manuálně na distální předloktí. Při testování ISRT stál testující za probandem, jednou rukou dopomáhal manuálně k retrakci lopatky testovaného RAK a druhou rukou kladl odpor ZR v RAK stejně jako při předchozím testu. V obou případech byla měřena maximální volní izometrická kontrakce do ZR pomocí ručního dynamometru (Lafayette Instruments). U kontrolní skupiny nebyl zjištěn signifikantní rozdíl v hodnotách IST a ISRT mezi dominantní a nedominantní HK. Průměrné hodnoty kontrolní skupiny byly následně srovnány s hodnotami na operované končetině ve skupině BRR. U BRR skupiny byly průměrné hodnoty síly IST v kg 11,6 ± 1,8 na operované končetině a 11,8 ± 1,9 na zdravé končetině. Průměrné hodnoty ISRT byly 12,1 ± 1,7 na operované končetině a 12 ± 1,6 na zdravé končetině. P-hodnota vycházela v obou případech větší než 0,05. Při porovnání obou skupin byly výsledné hodnoty IST u BRR skupiny 11,7 ± 1,8 a 12,1 ± 1,6 u kontrolní skupiny. ISRT skóre bylo u BRR skupiny 12,1 ± 0,9 a 12,3 ± 0,8 u kontrolní skupiny. Rozdíly mezi skupinami nebyly ani v jednom ze sledovaných parametrů shledány jako signifikantní. Parametr ISRT byl testován, aby se vyloučila možná příčina oslabení síly m. infraspinatus z důvodu skapulární dyskineze. Z této studie vyplývá, že operační technika remplissage nemá signifikantní negativní výsledky z hlediska omezení síly m. infraspinatus do ZR v RAK (Merolla et al., 2015, s. 408–413)(viz tabulka 6, s. 49).

Comparison of Infraspinatus Strength in the 2 Groups[a]

Isometric Test Data	Remplissage Group	Control Group	*P* Value
IST, kg	11.7 ± 1.8	12.1 ± 1.6	.2323
ISRT, kg	12.1 ± 0.9	12.3 ± 0.8	.5688

Tabulka 6 Srovnání síly m. infraspinatus u BRR a kontrolní skupiny (Merolla et al. 2015, s. 412)

Miyamoto et al. ve své studii zkoumali svalovou sílu abduktorů a zevních rotátorů RAK pomocí izometrické svalové kontrakce. K výzkumu použili ruční dynamometr (micro FET2). Studie se účastnilo celkem 36 probandů, kteří byli rozděleni do dvou skupin. V první skupině bylo 18 probandů, kteří absolvovali artroskopickou remplissage zároveň s artroskopií Bankartovy léze. V druhé (kontrolní) skupině bylo 18 pacientů, kteří podstoupili pouze artroskopii Bankartovy léze. Každý proband byl testován před operací a po operaci. Výchozí poloha pro testování síly abdukce byla v 90° abdukci v RAK s dlaní směřující dolů k zemi. Výchozí poloha pro hodnocení síly ZR byla neutrální pozice v RAK s 90° flexí v loketním kloubu. Každé měření bylo zopakováno 3krát a následně byl vypočítán medián. U předoperačního testování nebyly shledány signifikantní rozdíly mezi skupinami z hlediska síly abdukce a ZR. Ani po operaci nebyly nalezeny významné rozdíly ve velikosti svalové síly do abdukce a ZR mezi testovanými skupinami (Miyamoto et al., 2017, s. 1270–1272) (viz tabulka 7, s. 49; viz tabulka 8, s. 50).

p-hodnota	Před op.	3 měsíce po op.	6 měsíců po op.	1 rok po op.
Abdukce	0,144	0,600	0,354	0,378
Zevní rotace	0,178	0,058	0,951	0,085

Tabulka 7 Srovnání pooperačních výsledků mezi remplissage skupinou a kontrolní skupinou z hlediska p-hodnoty (Miaymoto et al., 2017, s. 1272)

	Před op.	3 měsíce po op.	6 měsíců po op.	1 rok po op.
Remplissage sk.				
Abdukce [kg]	7,7 ± 2,1	4,3 ± 1,9	7,3 ± 2,6	7,5 ± 2,7
ZR [kg]	7,7 ± 2,3	5,5 ± 2,2	7,1 ± 2,0	7,0 ± 2,6
Kontrolní sk.				
Abdukce [kg]	6,8 ± 1,3	4,8 ± 2,4	6,5 ± 2,0	8,1 ± 1,4
ZR [kg]	7,0 ± 1,1	6,9 ± 1,8	7,2 ± 1,9	8,5 ± 1,9

Tabulka 8 Pooperační výsledky u remplissage skupiny a kontrolní skupiny (Miaymoto et al., 2017, s. 1272)

Franca et al. se zaměřili na hodnocení svalové síly do ZR v RAK po artroskopické remplissage a Bankartově artroskopii. Do studie bylo zařazeno 24 pacientů po výše uvedeném operačním výkonu. Výchozí pozicí pro měření byla 90° flexe v loketním kloubu s RAK v neutrálním postavení. Přístrojem pro objektivizaci síly ZR byla jednoduchá kuchyňská váha. Naměřená síla ZR se lišila průměrně o 0,92 kg ve srovnání hodnot operované a zdravé HK. Závěrem studie byl zjištěn statisticky významný rozdíl v síle ZR v RAK mezi operovanou a zdravou HK (Franca et al., 2019, s. 14; 16–18)(viz tabulka 9, s. 50).

	Průměr [kg]	SD	P-hodnota
Operovaná HK	8,96	2,67	< 0,001
Zdravá HK	9,88	2,88	

Tabulka 9 Srovnání síly zevní rotace na operované a zdravé HK (Franca et al., 2019, s. 17)

Cho et al. srovnávali klinické výsledky a pooperační nežádoucí účinky u pacientů po artroskopické remplissage a Bankartově artroskopii s výsledky pacientů po otevřené operaci typu Latarjet. Jednu sledovanou skupinu tvořili probandi po operaci typu remplissage a druhou skupinu pacienti po operaci Latarjet. Měření probandů probíhalo před operací a po operaci. Svalová síla byla měřena ručním dynamometrem (Nottingham Mecmesin Myometer) v kg. Míra výskytu opakované luxace RAK byla 5,4 % u pacientů po remplissage a 5,7 % u skupiny Latarjet. Mezi skupinami tedy nebyl prokázán signifikantní rozdíl ve výskytu rekurentní instability a oba typy operací se jeví jako efektivní v terapii rozsáhlých Hill-Sachsových lézí

z pohledu pravděpodobnosti selhání stabilizačního výkonu. Z hlediska porovnávání velikosti svalové síly do ZR a VR v RAK nebylo zjištěno výrazné snížení svalové síly ani u jedné testované skupiny, naopak u obou skupin došlo ke zvýšení svalové síly v porovnání předoperačního a pooperačního vyšetření (Cho et al., 2016, s. 3794–3800)(viz tabulka 10, 11, 12, s. 51).

Svalová síla [kg]	Před operací	Po operaci	P-hodnota
Zevní rotace	8,4 ± 1,6	9,3 ± 2,3	0,006
Vnitřní rotace	8,4 ± 2,0	9,7 ± 2,6	0,009

Tabulka 10 Klinické výsledky pacientů v remplissage skupině (Cho et al., 2016, s. 3796)

Svalová síla [kg]	Před operací	Po operaci	P-hodnota
Zevní rotace	9,3 ± 2,9	9,8 ± 2,9	není signifikantní
Vnitřní rotace	9,6 ± 3,3	9,7 ± 3,0	není signifikantní

Tabulka 11 Klinické výsledky u pacientů v Latarjet skupině (Cho et al., 2016, s. 3796)

Svalová síla [kg]	Remplissage sk.	Latarjet sk.	P-hodnota
Zevní rotace	9,3 ± 2,3	9,8 ± 2,9	není signifikantní
Vnitřní rotace	9,7 ± 2,6	9,7 ± 3,0	není signifikantní

Tabulka 12 Srovnání pooperačních výsledků remplissage a Latarjet skupiny (Cho et al., 2016, s. 3797)

Retrospektivní studii zabývající se funkčními výsledky RAK po remplissage a Bankartově artroskopii prováděli i Brilakis et al. Předmětem jejich zkoumání byly dlouhodobé výsledky u 65 pacientů operovaných v letech 2007–2012. Průměrná doba sledování pacienta od operace byla 8,1 ± 1,8 let s rozmezím od 5,6 do 10,6 let. Síla byla měřena prostřednictvím elektronického ručního dynamometru (Lafayette Manual Muscle Tester). Všichni pacienti byli testováni v pozici 90° elevace v rovině lopatky s extendovaným loketním kloubem a dlaní směřující dolů k zemi. Pacient prováděl pohyb do ZR v RAK po dobu 5 s v celkem 3 opakováních, aby mohly být naměřené hodnoty síly zprůměrovány. Průměrná hodnota síly ZR vzrostla o 1,7 kg z 9,1 ± 2,9 kg preoperativně na 10,8 ± 1,6 kg postoperativně. Tento rozdíl nebyl shledán jako signifikantní (Brilakis et al., 2019, s. 306–310).

Z hlediska porovnání našich výsledků s závěry zjištěnými v jiných studiích se nejvíce shodujeme s výzkumem, který realizoval Cho et al. V obou případech nebylo zjištěno snížení svalové síly do zevní a vnitřní rotace, naopak průměrné hodnoty vykazovaly vzestup svalové síly po operaci technikou remplissage, což ale nebylo z hlediska statistiky prokázáno jako signifikantní. Rozdílem mezi těmito experimenty bylo, že v našem případě jsme srovnávali hodnoty na operované a zdravé HK a Cho et al. ve své studii porovnávali výsledky operované HK před operací a po operaci (Cho et al., 2016, s. 3794–3798).

Miyamoto et al. testovali velikost síly do abdukce a zevní rotace mezi skupinami, které absolvovaly Bankartovu artroskopii a remplissage nebo jen Bankartovu artroskopii samostatně. Pro srovnání s naší studií byly nejvýznamnější výsledky z tabulky, která ozřejmovala výsledné hodnoty u remplissage skupiny před operací a po různě dlouhém časovém odstupu od operace. Zatímco 3 měsíce po operaci bylo patrné snížení průměrných hodnot svalové síly do ZR z předoperačních 7,7 ± 2,3 na 5,5 ± 2,2, tak s odstupem 1 roku od operace byly výsledné hodnoty svalové síly do ZR 7,0 ± 2,6. Ačkoliv byla průměrná hodnota ZR 1 rok po operaci stále menší, než ukázalo předoperační hodnocení, výsledky prokazatelně potvrzují obnovu velikosti svalové síly do ZR v závislosti na časovém odstupu od operačního výkonu (Miyamoto et al., 2017, s. 1269–1272).

Brilakis et al. realizovali studii, která se zaměřovala na funkční výsledky pacientů po artroskopické remplissage s odstupem několika let od operace, což z časového hlediska korelovalo se vzorkem probandů z naší studie, avšak pozice, ve které měření probíhalo byla odlišná (90° abdukce v rovině lopatky s extendovaným loktem). V jejich studii bylo taktéž zjištěno zvýšení síly ZR o 1,7 kg ve srovnání preoperačního a pooperačního měření, ale statistická významnost těchto výsledků prokázána nebyla (Brilakis et al., 2019, s. 306–310).

5.2.2 Diskuze k vědeckým otázkám $H_0$3 a $H_0$4

Při hledání v databázích EBM studií jsme bohužel nenašli žádnou vědeckou práci, která by se zaměřovala na hodnocení svalové aktivity u pacientů po operaci technikou remplissage. Dle našich dostupných informací je tedy náš experiment první prací, zabývající se touto problematikou. Pro porovnání našich výsledků jsme však vyhledali vědecké studie, které objektivizovaly svalovou aktivitu m. infraspinatus u zdravých probandů a můžeme jejich výsledky srovnat s hodnotami našich probandů na operované a neoperované HK.

Studii, která podobala našemu výzkumu, realizovali Uga et al. na zdravých probandech. Experimentu se účastnilo 22 mužů, průměrného věku 22,4 ± 1,5 let. Pro sběr EMG dat byl

použit přístroj PowerLab 16/35. Povrchové elektrody byly umístěny ve vzdálenosti 2 prsty inferiorně od středu spina scapulae. Testována byla maximální izometrická kontrakce (MVC) m. infraspinatus v pozici 0° abdukce, neutrální rotace v RAK, středním postavení v předloktí a 90° flexi v loketním kloubu. Pacient při testování seděl na židli a trup byl fixován pásem k opěradlu pro minimalizaci synkinéz. K objektivizaci svalové síly byl použit ruční dynamometr (μ-Tas MF-01). Snímán byl pohyb do ZR v RAK izometricky, maximální silou, ve 3 opakováních po 5s intervalech. Maximální síla ZR byla naměřena 94,1 N se směrodatnou odchylkou 12,0 N a svalová aktivita m. infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do ZR byla 91,6 % MVC se směrodatnou odchylkou 20,3 % MVC (Uga et al., 2016, s. 155–156).

Při porovnání průměrných hodnot svalové aktivity m. infraspinatus při MVIC do ZR je v našem experimentu průměrná svalová aktivita m. infraspinatus na operované HK větší než na zdravé HK. Tento rozdíl však není statisticky signifikantní (viz tabulka 4, s. 44).

5.3 Přínos pro praxi

Povrchová elektromyografie v kombinaci s dynamometrií se jeví jako poměrně dostupná a neinvazivní metoda, kterou je možné objektivizovat funkční výsledky u pacientů s dysfunkcemi RAK. Právě kvůli neinvazivitě tohoto postupu je možné měření dle potřeby opakovat a sledovat tak průběžně úspešnost fyzioterapie i efektivitu zvoleného operačního postupu.

Přínosem naší studie pro praxi je zjištění, že pacienti s anteriorní instabilitou RAK, kteří byli operováni technikou remplissage nevykazují s odstupem několika let od operace signifikantní snížení svalové síly do rotací v RAK a svalová aktivita m. infraspinatus při rotacích v RAK nejeví známky významného snížení. To nám podává uspokojivé informace z hlediska zachování kvality ZR jako nepostradatelné pohybové komponenty pro funkci RAK jako celku.

Vzhledem k nízkému počtu doposud vzniklých studií, zabývajících se problematikou objektivizace svalové síly ZR a VR v RAK a svalové aktivity m. infraspinatus u pacientů po operaci technikou remplissage, je tato práce přínosem pro objasnění funkčních výsledků po operaci RAK technikou remplissage a může poskytnout určitou zpětnou vazbu o efektivitě operačního postupu a volbě následné terapie.

5.4 Limity studie

V první řadě byl hlavním limitem této studie nízký počet probandů, kvůli kterému je obtížné prokázat hladinu signifikance získaných dat. Dalším limitem se jeví velká variabilita ve věkové skupině naměřených probandů. Mnohem vhodnější by bylo zvolit více homogenní věkovou skupinu. Časový odstup od operace do doby realizace experimentu nebyl u každého probanda stejný, avšak žádný z probandů nebyl v době testování v akutní ani subakutní fázi po operačním výkonu. Při vyhodnocování výsledků měření jsme nebrali v úvahu, zda je operovaná HK dominantní nebo nedominantní, vzhledem k tomu, že jsme srovnávali hodnoty na zdravé a operované HK a neměřili jsme kontrolní skupinu zdravých probandů. Pokud bychom testovali i kontrolní skupinu, bylo by jistě zajímavé do vyhodnocování zahrnout i vliv dominance HK na výsledné hodnoty. Remplissage se používá i jako revizní výkon, proto je obtížné vybrat pro studii takové probandy, kteří by měli za sebou stejný počet operací. Jistým problémem z hlediska pořizování povrchového EMG záznamu ze svalu je také kontaminace signálu crosstalkem, v tomto případě je nejvíce pravděpodobná kontaminace signálu z pars ascendens trapézového svalu. Je také velmi obtížné nastavit shodné výchozí parametry pro měření z hlediska nalepení elektrod na kůži pacienta i za předpokladu, že testování je prováděno jednou osobou a testované svaly jsou před nalepením elektrod vždy ozřejmovány palpací a izometrickou kontrakcí. Pro možnost kvalitnějšího srovnání efektivity a obnovení funkce RAK po operaci technikou remplissage by bylo vhodnější porovnání předoperačního a pooperačního měření, což v naší studii nebylo možné, jelikož jsme se zaměřovali pouze na pacienty s odstupem několika let od operace. Taková studie, která by testovala pacienta před a po operaci by byla určitě velkým přínosem, ale její realizace by vyžadovala delší časové trvání. Všichni testovaní probandi absolvovali po operaci rehabilitační program na pracovišti v místě svého bydliště, avšak pro identické podmínky hodnocení by bylo vhodné, aby každý ze zúčastněných probandů absolvoval stejně dlouhou a shodně koncipovanou fyzioterapii. Pro příští měření navrhujeme zkoumat větší skupinu probandů s dodržením více homogenních podmínek testovaného souboru. Významným limitem pro vytvoření diskuze k vědeckým otázkám a hypotézám byl nedostatek vědeckých studií, zabývajících se problematikou svalové síly po operaci technikou remplissage a sledováním svalové aktivity m. infraspinatus při MVIC do zevní a vnitřní rotace. Bylo tedy nutné najít studie, které se aspoň v nějakých parametrech shodovaly s naším výzkumem a porovnat je s výsledky našeho experimentu i přes variabilitu podmínek, sledovaných parametrů i probandů zařazených do testovaného souboru.

Závěr

Z výsledků našeho experimentu je zřejmé, že po operaci technikou remplissage na RAK, při hodnocení s odstupem několika let, nedochází ke snížení svalové síly do zevní a vnitřní rotace v RAK a nebylo tedy možné $H_0$1 a $H_0$2 zamítnout. Naopak průměrné hodnoty síly při MVIC do zevní a vnitřní rotace v RAK ukázaly, že dochází ke zvýšení síly v obou měřených aktivitách, ale hladiny statistické významnosti pro tento vzestup síly dosaženo nebylo. Tyto výsledky ukazují, že remplissage jako neanatomická technika, která provádí tenodézu m. infraspinatus, nemá rozhodující vliv na sílu zevní a vnitřní rotace v RAK, což poskytuje uspokojivé výsledky z hlediska funkce RM jako dynamického stabilizátoru RAK. Druhým testovaným parametrem byla velikost svalové aktivity m. infraspinatus při MVIC do zevní a vnitřní rotacev RAK. Ani v jedné z těchto testovaných činností nebylo prokázáno snížení svalové aktivity m. infraspinatus, a tedy $H_0$3 a $H_0$4 také nebylo možné zamítnout. Průměrné hodnoty naopak vykazovaly zvýšení svalové aktivity m. infraspinatus při MVIC do zevní a vnitřní rotace v RAK, avšak tyto hodnoty nebyly shledány jako statisticky významné ve srovnání se zdravou horní končetinou.

Glenohumerální instabilita je častým problémem zvláště u mladých pacientů, ale i u starší populace. Vzhledem ke značné variabilitě této problematiky, ve snaze o volbu co možná nejefektivnější terapie, vzniklo mnoho operačních technik, které se snaží o stabilizaci hlavice humeru v glenoidální jamce.

V naší studii jsme se zaměřili na hodnocení funkčních výsledků u pacientů po operaci technikou remplissage, která má velké množství výhod, ale kvůli jejímu tzv. neanatomickému postupu byly v mnoha studiích diskutovány obavy z pooperačního omezení rozsahu pohybu nebo svalové síly, vedoucí k následné dysfunkci svalů RM a na ni navazující dysfunkci RAK.

Výsledky našeho experimentu ukazují, že po operaci technikou remplissage nedochází ke snížení maximální izometrické síly zevní a vnitřní rotace v RAK ani ke snížení svalové aktivity m. infraspinatus v průběhu maximální izometrické kontrakce do zevní a vnitřní rotace v RAK.

Pro další výzkumné práce můžeme navrhnout pokračování ve sledování pacientů po operaci technikou remplissage pomocí využití povrchové elektromyografie a dynamometrie. V budoucích studiích by bylo přínosné sledovat také timing zapojení m. infraspinatus nebo elektromyograficky snímat funkční pohyby RAK.

Referenční seznam

ABDELRAHMAN, A. 2015. Arthroscopic remplissage for the treatment of anterior glenohumeral instability with engaging Hill-Sachs lesions: should it be performed first? *The Egyptian Orthopaedic Journal* [online]. 50(3), 166–170, [cit. 2019-02-10]. ISSN 1110-1148. Dostupné z: http://eoj.eg.net/article.asp?issn=1110-1148;year=2015;volume=50;issue=3;spage=166;epage=170;aulast=Abdelrahman.

ABOUELSOUD, M., ABDELRAHMAN, A. 2015. Recurrent anterior shoulder dislocation with engaging Hill–Sachs defect: remplissage or Latarjet? *European Orthopaedics and Traumatology* [online]. 6(3), 151–156, [cit. 2018-10-09]. ISSN 1867-4577. Dostupné z: https://link.springer.com/article/10.1007/s12570-015-0313-3.

ALIZADEHKHAIYAT, O., HAWKES, D., KEMP, G. 2015. Electromyographic Analysis of the Shoulder Girdle Musculature During External Rotation Exercises. *Orthopaedic Journal of Sport Medicine* [online]. 3(11), 1–9, [cit. 2018-11-12]. ISSN 2325-9671. Dostupné z: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2325967115613988.

BARTONÍČEK, J., HEŘT, J. 2004. *Základy klinické anatomie pohybového aparátu*. Praha: Maxdorf. ISBN 80-7345-017-8.

BAH, A., LATEUR, G., KOUEVIDJIN, B., BASSINGA, J., ISSA, M., JAAFAR, A. 2018. Chronic anterior shoulder instability with significant Hill–Sachs lesion: Arthroscopic Bankart with remplissage versus open Latarjet procedure. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* [online]. 104(1), 17–22, [cit. 2019-02-12]. ISSN 1877-0568. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877056817303572.

BIGLIANI, L., NEWTON, P., STEINMANN, S., CONNOR, P., MCILVEEN, S. 1998. Glenoid Rim Lesions Associated with Recurrent Anterior Dislocation of the Shoulder. *The American Journal of Sport Medicine* [online]. 26(1), 41–45, [cit. 2018-10-09]. ISSN 1552-3365. Dostupné z: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.909.9614&rep=rep1&type=pdf.

BOETTCHER, C., GINN, K., CATHERS, I. 2008. Standard maximum isometric voluntary contraction tests for normalizing shoulder muscle EMG. *Journal of Orthopaedic Research* [online]. 26(12), 1591–1597, [cit. 2019-05-11]. ISSN 1554-527X. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/5328651_Standard_Maximum_Isometric_Voluntary_Contraction_Tests_for_Normalizing_Shoulder_Muscle_EMG.

BOILEAU, P., O'SHEA, K., VARGAS, P., PINEDO, M. OLD, J., ZUMSTEIN, M. 2012. Anatomical and Functional Results After Arthroscopic Hill-Sachs Remplissage. *The Journal of Bone and Joint Surgery* [online]. 94(7), 618–626, [cit. 2018-12-02]. ISSN 1535-1386. Dostupné z: https://pdfs.semanticscholar.org/a6ea/f7e9b395b8affbe65008f5f68f75aeb5da31.pdf.

BONNEVIALLE, N., AZOULAY, V., FARAUD, A., ELIA, F., SWIDER, P., MANSAT, P. 2017. Results of arthroscopic Bankart repair with Hill-Sachs remplissage for anterior shoulder instability. *International Orthopaedics* [online]. 41(12), 2573–2580, [cit. 2019-02-09]. ISSN 1432-5195. Dostupné z: http://oatao.univ-toulouse.fr/23060/1/Bonnevialle_23060.pdf.

BRILAKIS, E., MATARAGAS, E., DELIGEORGIS, A., MANIATIS, V., ANTONOGIANNAKIS, E. 2016. Midterm outcomes of arthroscopic remplissage for the management of recurrent anterior shoulder instability. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. 24(2), 593–600, [cit. 2018-10-10]. ISSN 1433-7347. Dostupné z: https://link.springer.com/article/10.1007/s00167-014-2848-1.

BRILAKIS, E., AVRAMIDIS, G., MALAHIAS, M., STATHELLIS, A., DELIGEORGIS, A., CHIOTIS, I., MATARAGAS, E., CHRONOLOULOS, E., ANTONOGIANNAKIS, E. 2019. Long-term outcome of arthroscopic remplissage in addition to the classic Bankart repair for the management of recurrent anterior shoulder instability with engaging Hill–Sachs lesions. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. 27(1), 305–313, [cit. 2019-04-10]. ISSN 0942-2056. Dostupné z: https://www.semanticscholar.org/paper/Long-term-outcome-of-arthroscopic-remplissage-in-to-Brilakis Avramidis/6ba523577413ab952003df594d87bb23196922ce.

BROTZMAN, S., MANSKE, R. 2011. *Clinical Orthopaedic Rehabilitation: An Evidence-Based Approach* (3rd ed.). Elsevier: Mosby. ISBN 978-0-3230-5590-1.

BURKHART, S., DE BEER, J. 2000. Traumatic glenohumeral bone defects and their relationship to failure of arthroscopic Bankart repairs. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* [online]. 16(7), 677–694, [cit. 2019-02-01]. ISSN 0749-8063. Dostupné z: https://www.arthroscopyjournal.org/article/S0749-8063(00)48531-2/pdf.

BUZA, J., IYENGAR, J., ANAKWENZE, O., AHMAD, CH., LEVINE, W. 2014. Arthroscopic Hill-Sachs Remplissage. *The Journal of Bone and Joint Surgery* [online]. 96(7), 549–555, [cit. 2019-02-10]. ISSN 1535-1386. Dostupné

z: https://journals.lww.com/jbjsjournal/fulltext/2014/04020/Arthroscopic_Hill_Sachs_Remplissage__A_Systematic.4.aspx#pdf-link.

CABLE, B., KELLY, A., MINTZ, E., KELLY, J. 2019. Remplissage: Expand the Arthroscopic Repair Spectrum. *Operative Techniques in Sports Medicine* [online]. 27(1), 35–41, [cit. 2019-05-11]. ISSN 1060-1872. Dostupné z: https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1060187219300061?token=88F056BF6DA2FE6D213EB042FC37DEDA289FD3B6B8074218B18E514D1C5CB3846E3DABF79949C045FCEE2FB1F8065455.

CAMP, CH., DAHM, D., KRYNCH, A. 2015. Arthroscopic Remplissage for Engaging Hill-Sachs Lesions in Patients With Anterior Shoulder Instability. *Arthroscopy Techniques* [online]. 4(5), 499–502, [cit. 2019-01-15]. ISSN 2212 6287. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212628715000687.

CAMUS, D., DOMOS, P., BERARD, E., TOULEMONDE, J., MANSAT, P., BONNEVIALLE, N. 2018. Isolated arthroscopic Bankart repair vs. Bankart repair with "remplissage" for anterior shoulder instability with engaging Hill-Sachs lesion: a meta-analysis. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* [online]. 104(6), 803–809, [cit. 2019-02-11]. ISSN 1877-0568. Dostupné z: http://oatao.univ-toulouse.fr/23094/1/Camus_23094.pdf.

CULHAM, E., PEAT, M. 1993. Functional anatomy of the shoulder complex. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* [online]. 18(1), 342–350, [cit. 2018-14-12]. ISSN 1938-1344. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8348135.

ČIHÁK, R. 1987. Anatomie 1. Praha: Avicenum.

DEUTSCH, A., KROLL, D. 2008. Decreased Range of Motion Following Arthroscopic Remplissage. *Orthopedics* [online]. 31(5), 492, [cit. 2019-01-11]. ISSN 1938-2367. Dostupné z: https://www.healio.com/orthopedics/journals/ortho/2008-5-31-5/%7Bf86b8455-645c-4d99-88f1-4869c1ae9006%7D/decreased-range-of-motion-following-arthroscopic-remplissage.

DICKENS, J., SLAVEN, S., CAMERON, K., PICKETT, A., POSNER, M., CAMPBELL, S., OWENS, B. 2018. Prospective Evaluation of Glenoid Bone Loss After First-Time and Recurrent Anterior Glenohumeral Instability Events. *Orthopaedic Journal of Sport Medicine* [online]. 6(7), 1–2, [cit. 2018-12-03]. ISSN 2325-9671. Dostupné

z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6094721/pdf/10.1177_2325967118S00096.pdf.

DI GIACOMO, G., PISCITELLI, L., PUGLIESE, M. 2018. The role of bone in glenohumeral stability. EFORT *Open Reviews* [online]. 3(12), 632–640, [cit. 2019-03-10]. DOI: 10.1302/2058-5241.3.180028. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6335605/pdf/eor-3-632.pdf.

DUC, C., PICHONNAZ, C., BASSIN, J., FARRON, A., JOLLES, B., AMINIAN, K. 2014. Evaluation of muscular activity duration in shoulders with rotator cuff tears using inertial sensors and electromyography. *Physiological measurement* [online]. 35(12), 2389–2400, [cit. 2018-12-02]. ISSN 1361-6579. Dostupné z: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0967-3334/35/12/2389/meta.

DUMONT, G., RUSSEL, R., ROBERTSON, W. 2011. Anterior shoulder instability: a review of pathoanatomy, diagnosis and treatment. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* [online]. 4(4), 200–207, [cit. 2019-02-11]. ISSN 1935-9748. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3261242/pdf/12178_2011_Article_9092.pdf.

EBAUGH, D., MCLURE, P., KARDUNA, A. 2006. Scapulothoracic and glenohumeral kinematics following an external rotation fatigue protocol. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* [online]. 36(8), 557–571, [cit. 2018-12-02]. ISSN 0190-6011. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16915977.

EDOUARD, P., DEGACHE, F., BEGUIN, L., SAMOZINO, P., GRESTA, G., FAYOLLE-MINON, I., FARIZON, F., CALMELS, P. 2011. Rotator Cuf Strength in Recurrent Anterior Shoulder Instability. *The Journal of Bone and Joint Surgery* [online]. 93(8), 759–765, [cit. 2019-02-04]. ISSN 1535-1386. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21508283.

EDOUARD, P., BEGUIN, L., DEGACHE, F., FAYOLLE-MINON, I., FARIZON, F., CALMELS, P. 2012. Recovery of Rotators Strength after Latarjet Surgery. *International Journal of Sports Medicine* [online]. 33(1), 749–755, [cit. 2018-11-14]. ISSN 0172-4622. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22592549.

ELKINSON, I., GILES, J., FABER, K., BOONS, H., FERREIRA, L., JOHNSON, J., ATHWAL, G. 2012. The Effect of the Remplissage Procedure on Shoulder Stability and Range

of Motion. *The Journal of Bone and Joint Surgery* [online]. 94(11), 1003–1012, [cit. 2018-09-15]. ISSN 1535-1386. Dostupné z: https://core.ac.uk/download/pdf/77006845.pdf.

ESCAMILLA, R., YAMASHIRO, K., PAULOS, L., ANDREWS, J. 2009. Shoulder Muscle Activity and Function in Common Shoulder Rehabilitation Exercises. *Sports Medicine* [online]. 39(8), 663–685, [cit. 2018-12-01]. ISSN 1179–2035. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/26826836_Shoulder_Muscle_Activity_and_Function_in_Common_Shoulder_Rehabilitation_Exercises.

FAKIH, R., HAMIE, M., YASSINE, M. 2016. COMPARATIVE STUDY on the MANAGEMENT of GLENOHUMERAL JOINT DISLOCATION. Closed Reduction vs. Arthroscopic Remplissage with Bankart Lesion Repair. Le Journal médical libanais. *The Lebanese medical journal* [online]. 64(3), 175–180, [cit. 2018-12-03]. ISSN 0023-9852. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28850207.

FORBUSH, S., BANDY, W., GARRISON, M., GRAVES, L., ROBERTS, R. 2018. TESTING INFRASPINATUS AND DELTOID MUSCLES WITH NEW TECHNIQUE TO DECREASE DELTOID ACTIVITY DURING TESTING USING EMG ANALYSIS. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 13(5), 896–904, [cit. 2019-01-14]. ISSN 2159-2896. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6159494/pdf/ijspt-13-896.pdf.

FRANCA, F., GODINHO, A., LEAL, D., MANTOVANI, M., FRAZAO, R., MARIZ, R. 2019. Clinical and Image Outcomes of the Hill-Sachs Injury Approach by the Remplissage Technique on the Anterior Shoulder Instability. *Revista Brasileira de Ortopedia* [online]. 54(1), 13–19, [cit. 2019-04-04]. ISSN 1982-4378. Dostupné z: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-36162019000100013&script=sci_arttext.

GARCIA, G., LIU, J., DINES, D., DINES, J. 2015. Effect of bone loss in anterior shoulder instability. *World Journal of Orthopedics* [online]. 6(5), 421–433, [cit. 2019-01-10]. ISSN 2218-5836. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4458493/.

GOMBERAWALLA, M., SEKIYA, J. 2013. Rotator Cuff Tear and Glenohumeral Instability. *Clinical Orthopaedics and Related Research* [online]. 472(8), 2448–2456, [cit. 2019-02-10]. ISSN 1528-1132. Dostupné z: https://link.springer.com/article/10.1007/s11999-013-3290-2.

GOWD., A., CVETANOVICH, G., LIU, J., GARCIA, G., CABARCAS, B., VERMA, N. 2018. Arthroscopic Stabilization With Hill-Sachs Remplissage and Bankart Repair: A Surgical

Technique. *Techniques in Shoulder & Elbow Surgery* [online]. 19(4), 194–196, [cit. 2019-02-03]. ISSN 1539-591X. Dostupné z: https://journals.lww.com/shoulderelbowsurgery/Abstract/2018/12000/Arthroscopic_Stabilization_With_Hill_Sachs.8.aspx.

GRACITELLI, M., HELITO, C., MALAVOLTA, E., NETO, A., BENEGAS, E., PRADA, F., SOUSA, A., ASSUNCAO, J., SUNADA E. 2011. RESULTS FROM FILLING "REMPLISSAGE" ARTHROSCOPIC TECHNIQUE FOR RECURRENT ANTERIOR SHOULDER DISLOCATION. *Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition)* [online]. 46(6), 684–690, [cit. 2018-11-10]. ISSN 2255–4971. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2255497115303256.

HA, S., KWON, O., CYNN, H., LEE, W., KIM, S., PARK, K. 2013. Selective Activation of the Infraspinatus Muscle. *Journal of Athletic Training* [online]. 48(3), 346–352, [cit. 2018-11-12]. ISSN 1938-162X. Dostupné z: https://www.natajournals.org/doi/full/10.4085/1062-6050-48.2.18.

HALDER, A., ITOI, E., AN, K. 2000. Anatomy and Biomechanics of the Shoulder. *Orthopedics Clinics of North America* [online]. 31(2), 159–176, [cit. 2019-01-10]. ISSN 0030-5898. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0030589805701383?via%3Dihub.

HARTZLER, R., DENARD, P. 2019. The Glenoid Track and How It Can Guide Management. *Operative Techniques in Sport Medicine* [online]. 27(1), 12–17, [cit. 2019-01-10]. ISSN 1060-1872. Dostupné z: https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1060187219300036?token=97E2BC93360477A75EA42F9092580C60864BB19747A767687160FF558735381FB5DAA38F0A0FB183F925CCCF24A00FAE.

HAVIV, B., MAYO, L., BIGGS, D. 2011. Outcomes of arthroscopic "Remplissage": capsulotenodesis of the engaging large HillSachs lesion. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* [online]. 6(29), 1–5, [cit. 2019-02-08]. ISSN 1749-799X. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3130690/pdf/1749-799X-6-29.pdf.

HESS, S. 2000. Functional stability of the glenohumeral joint. *Manual Therapy* [online]. 5 (2), 63–71, [cit. 2018-04-15]. ISSN 1356-689X. Dostupné z: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.857.6181&rep=rep1&type=pdf.

HIRAHARA, A., ANDERSEN, W., YAMASHIRO, K. 2019. Arthroscopic Knotless Remplissage for the Treatment of Hill-Sachs Lesions Using the PASTA Bridge Configuration. *Arthroscopy Techniques* [online]. 8(3), 275–281, [cit. 2019-03-14]. ISSN 2212-6287. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6471291/pdf/main.pdf.

CHO, N., HWANG, S. 2014. Humeral head bone defects in anterior shoulder instability: preoperative assessment and surgical management for HillSachs lesion. *Arthroscopy and Orthopedic Sport Medicine* [online]. 1(2), 82–90, [cit. 2018-10-14]. ISSN 2289-0068. Dostupné z: http://www.e-aosm.org/journal/view.html?volume=1&number=2&spage=82&year=2014.

CHO, N., YOO, J., RHEE, Y. 2016. Management of an engaging Hill–Sachs lesion: arthroscopic remplissage with Bankart repair versus Latarjet procedure. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. 24(12), 3793–3800, [cit. 2019-02-11]. ISSN 1433-7347. Dostupné z: https://link.springer.com/article/10.1007/s00167-015-3666-9.

CHOWDHURY, R., REAZ, M., ALI, M., BAKAR, A., CHELLAPPAN, K., CHANG, T. 2013. Surface electromyography signal processing and classification techniques. *Sensors* [online]. 13(9), 12431–12466, [cit. 2019-03-01]. ISSN 1424-8220. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3821366/pdf/sensors-13-12431.pdf.

IDOWU, O., CHIU, M., MILLER, J., KOH, J., SHI, L. 2017. Remplissage—when and how to fill in the defect. *Annals of Joint* [online]. 2(61), 1–9, [cit. 2019-04-15]. ISSN 2415–6809. Dostupné z: http://aoj.amegroups.com/article/view/3873/4512.

ITOI, E., HATAKEYAMA, Y., SATO, T., KIDO, T., MINAGAWA, H., YAMAMOTO, N., WAKABAYASHI, I., NOZAKA, K. 2007. Immobilization in external rotation after shoulder dislocation reduces the risk of recurrence. A randomized controlled trial. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume* [online]. 89(10), 2124–2131, [cit. 2018-10-12]. ISSN 0375-9229. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17908886.

ITOI, E., YAMAMOTO, N., KUROKAWA, D., SANO, H. 2013. Bone loss in anterior instability. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* [online]. 6(1), 88–94, [cit. 2019-02-01]. ISSN 1935-9748. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3702759/pdf/12178_2012_Article_9154.pdf.

ITOIGAWA, I., ITOI, E. 2015. Anatomy of the capsulolabral complex and rotator interval related to glenohumeral instability. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. 24(2), 343–349, [cit. 2019-04-10]. ISSN 1433-7347. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Yoshiaki_Itoigawa/publication/288073519_Anatomy_of_the_capsulolabral_complex_and_rotator_interval_related_to_glenohumeral_instability/links/5680ca1a08ae1975838b546a/Anatomy-of-the-capsulolabral-complex-and-rotator-interval-related-to-glenohumeral-instability.pdf.

JANURA, M., MÍKOVÁ, M., KROBOT, A., JANUROVÁ, E. 2004. Ramenní pletenec z pohledu klasické biomechaniky. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 1, 33– 9. ISSN 1211-2658.

JEON, I., HA, S., JUNG, S. 2018. Isolated Activation of the Infraspinatus Muscle in Four Manual Muscle Testing Positions. *Journal of Musculoskeletal Science and Technology* [online]. 2(2), 38–42, [cit. 2019-04-05]. ISSN 2635-8581. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/329936971_Isolated_Activation_of_the_Infraspinatus_Muscle_in_Four_Manual_Muscle_Testing_Positions.

KALINA, R., NEORAL, P., HOLIBKA, R. 2016. ASK remplissage - indikace a technika provedení. *Ortopedie (Praha).* 10(6), 304. ISSN 1802-1727.

KAPANDJI, A. 2009. *The Physiology of the Joints* (6th ed.). Churchill Livingstone: Elsevier. ISBN 978-81-312-2100-6.

KOLÁŘ, P. 2009. *Rehabilitace v klinické praxi*. Galén. ISBN 978-80-7262-657-1.

KOLÁŘOVÁ, B., MARKOVÁ, M., STACHO, J., SZMEKOVÁ, L. 2014. *Počítačové a robotické technologie v klinické rehabilitaci- možnosi vyšetření a terapie.* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4266-2.

KONRAD, P. 2006. The ABC of EMG: A *Practical Introduction to Kinesiological Electromyography.* Noraxon U.S.A. Inc. ISBN 0-9771622-1-4.

KROBOT, A., KOLÁŘOVÁ, B. 2011. *Povrchová elektromyografie v klinické rehabilitaci.* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-2762-1.

KUHN, J. 2010. A new classification system for shoulder instability. *British Journal of Sport Medicine* [online]. 44(5), 341–346, [cit. 2019-02-12]. ISSN 1473-0480. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=A+new+classifi+cation+system+for+shoulder+instability.

LÄDERMANN, A., ARRIGONI, P., BARTH, J., NARBONA, P., HANYPSIAK, B., BURKHART, S., DENARD, P. 2015. Is arthroscopic remplissage a tenodesis or capsulomyodesis? An anatomic study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. 24(2), 573–577, [cit. 2018-11-10]. ISSN 1433-7347. Dostupné z: https://link.springer.com/article/10.1007/s00167-015-3756-8.

LEBLANC, J., LEBEL, M., DROSDOWECH, D., FABER, K., ATHWAL, G. 2013. Hill-Sachs Remplissage. *In Surgery of Shoulder Instability* [online]. 95–106, [cit. 2018-11-10]. ISSN 978-3-642-38100-3. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/253327871_Hill-Sachs_Remplissage.

LIU, J., GOWD, A., GARCIA, G., CWETANOWICH, G., CABARCAS, B., VERMA, N. 2018. Recurrence Rate of Instability After Remplissage for Treatment of Traumatic Anterior Shoulder Instability: A Systematic Review in Treatment of Subcritical Glenoid Bone Loss. Arthroscopy: *The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* [online]. 34(10), 2894–2907, [cit. 2018-11-12]. ISSN 0749-8063. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0749806318304523.

LO, I., NONWEILER, B., WOOLFREY, M., LITCHFIELD, R., KIRKLEY, A. 2004. An evaluation of the apprehension, relocation, and surprise tests for anterior shoulder instability. *The American Journal of Sport Medicine* [online]. 32(2), 301–307, [cit. 2019-02-01]. ISSN 1553-3365. Dostupné z: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0095399703258690?rfr_dat=cr_pub%3Dpubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&journalCode=ajsb.

LUGO, R., KUNG, P., MA, B. 2008. *Shoulder Biomechanics. European Journal of Radiology* [online]. 68(1), 16–24, [cit. 2018-11-14]. ISSN 0720-048X. Dostupné z: https://www.ejradiology.com/article/S0720-048X(08)00127-7/fulltext.

MEIJDEN, O., GASKILL, T., MILETT, P. 2012. Glenohumeral joint preservation: a review of management options for young, active patients with osteoarthritis. *Advances in Orthopedics* [online]. 1(1), 1–9, [cit. 2018-11-14]. ISSN 2090-3472. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3318219/pdf/AOP2012-160923.pdf.

MERLETTI, R., PARKER, P. 2000. *Electromyography: Physiology, Engineering and Noninvasive Applications.* John Wiley & Sons. ISBN 0471675806.

MEROLLA, G., PALADINI, P., NAPOLI, G., CAMPI, F., PORCELLINI, G. 2015. Outcomes of Arthroscopic Hill-Sachs Remplissage and Anterior Bankart Repair: A Retrospective Controlled Study Including Ultrasound Evaluation of Posterior Capsulotenodesis and Infraspinatus Strength Assessment. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 43(2), 407–414, [cit. 2019-05-22]. ISSN 0363-5465. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/269715804_Outcomes_of_Arthroscopic_Hill-Sachs_Remplissage_and_Anterior_Bankart_Repair_A_Retrospective_Controlled_Study_Including_Ultrasound_Evaluation_of_Posterior_Capsulotenodesis_and_Infraspinatus_Strength_As.

MICHALÍČEK, P., VACEK, J. 2014. Rameno v kostce – I. část. *Rehabilitace a fyzikální lékařství.* 21(3), 151–161. ISSN 1211-2658.

MICHALÍČEK, P., VACEK, J. 2014. Rameno v kostce – II. část. *Rehabilitace a fyzikální lékařství.* 21(4), 205–223. ISSN 1211-2658.

MIYAMOTO, R., YAMAMOTO, A., SHITARA, H., ICHINOSE, T., SHIMOYAMA, D., SASAKI, T., HAMANO, N., KOBAYASHI, T., OSAWA, T., TAKAGISHI, K. 2017. Clinical Outcome of Arthroscopic Remplissage as Augmentation During Arthroscopic Bankart Repair for Recurrent Anterior Shoulder Instability. *The Open Orthopaedics Journal* [online]. 11(1), 1268–1276, [cit. 2018-11-12]. ISSN 1874 3250. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/321028929_Clinical_Outcome_of_Arthroscopic_Remplissage_as_Augmentation_During_Arthroscopic_Bankart_Repair_for_Recurrent_Anterior_Shoulder_Instability.

MORSY, M. 2017. Arthroscopic remplissage Is it still an option? *Shoulder & Elbow* [online]. 2(12), 478–483, [cit. 2019-02-09]. ISSN 1758-5740 . Dostupné z: https://online.boneandjoint.org.uk/doi/pdf/10.1302/2058-5241.2.160070.

NAKAGAWA, S., HANAI, H., MAE, T., HAYASHIDA, K., YONEDA, M. 2018. Bipolar Bone Loss in Male Athletes With Traumatic Anterior Shoulder Instability. *Orthopaedic Journal of Sport Medicine* [online]. 6(7), 1–9, [cit. 2018-12-2]. ISSN 2325-9671. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30046627.

NEORAL, P., HOLIBKA, R., KALINA, R., MLČŮCHOVÁ, D., GALLO, J. 2014. Proč selhávají artroskopické stabilizační operace na ramenním kloubu. *Acta Chirurgiae*

Orthopaedicae et Traumatologiae Čechoslovaca [online]. 81, 51–56, [cit. 2019-01-10]. ISSN 0001-5415. Dostupné z: http://www.achot.cz/dwnld/achot_2014_1_51_56.pdf.

NEORAL, P. 2014. Analýza důvodů selhání stabilizačních výkonů u ramenního kloubu. Disertační práce. Ortopedická klinika FN UP Olomouc.

OMOUMI, P., TEIXEIRA, P., LECOUVET, F., CHUNG, CH. 2011. Glenohumeral Joint Instability. *Journal of Magnetic Resonance Imaging* [online]. 33(1), 2–16, [cit. 2019-03-15]. ISSN 1522-2586. Dostupné z: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/jmri.22343.

PROVENCHER, M., BHATIA, S., GHODADRA, N. GRUMET, R., BACH, B., DEWING, CH., LECLERE, L., ROMEO, A. 2010. Recurrent Shoulder Instability: Current Concepts for Evaluation and Management of Glenoid Bone Loss. *The Journal of Bone and Joint Surgery* [online]. 92(2), 133–151, [cit. 2018-10-25]. ISSN 1535-1386. Dostupné z: https://pdfs.semanticscholar.org/3b1b/ab61b158200f666953f9b6f762f57a7e9082.pdf.

PROVENCHER, M., FRANK, R., LECLERE, R., METZGER, P., BERNHARDSON, A., ROMEO, A. 2012. The HillSachs lesion: diagnosis, classification, and management. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* [online]. 20(4), 242–252, [cit. 2018-10-12]. ISSN 1940-5480. Dostupné z: https://pdfs.semanticscholar.org/cd54/fbab38df3db33aecad2456bb7b8f746b015c.pdf.

RAMZJOU, H., CHRISTAKIS, M., DWYER, T., OSNABRUGGE, V., HOLTBY, R. 2017. Accuracy of infraspinatus isometric testing in predicting tear size and tendon reparability: comparison with imaging and arthroscopy. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* [online]. 26(8), 1390–1398, [cit. 2019-02-09]. ISSN 1058-2746. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1058274617302550.

SAHA, A. 1971. Dynamic Stability of the Glenohumeral Joint. *Acta Orthopaedica Scandinavica* [online]. 42(6), 491–505, [cit. 2018-10-24]. ISSN 0001-6470. Dostupné z: https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3109/17453677108989066.

SASAKI, S., KENMOKU, T., OTERA, A., MIYAJIMA, G., NAGURA, N., NAKAWAKI, M., NAKAZAWA, T., TAKASO, M., FUKUDA, M., TAKAHIRA, N. 2018. Electromyographic analysis of infraspinatus and scapular muscles during external shoulder rotation with different weight loads and positions. *Journal of Orthopaedic Science* [online]. 24(1), 75–80, [cit. 2019-03-04]. ISSN 0949-2658. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30197094.

SGROI, T., CILENTI, M. 2018. Rotator cuff repair: post-operative rehabilitation concepts. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* [online]. 11(1), 86–91, [cit. 2018-12-02]. ISSN 1935-9748. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5825343/pdf/12178_2018_Article_9462.pdf.

SKINNER, H., MCMAHON, P. 2014. *Current Diagnosis & Treatment in Orthopedics* (4th ed.). Mc Graw-Hill Education. ISBN 978-0-07-159075-4.

STIEFEL, E., FIELD, L. 2013. Remplissage: An Arthroscopic Technique for Management of The Engaging Hill-Sachs Lesion. *Operative Techniques in Sport Medicine* [online]. 21(4), 232–237, [cit. 2019-10-11]. ISSN 1060-1872. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S106018721300052X.

SUPRAK, D., BOHANNON, J., MORALES, G., STROSCHEIN, J., SAN JUAN, J. 2013. Scapular kinematics and shoulder elevation in a traditional push-up. *Journal of Athletic Training* [online]. 48(6), 826–835, [cit. 2019-01-12]. ISSN 1938-162X. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3867095/pdf/i1062-6050-48-6-826.pdf.

TERRY, G., CHOPP, T. 2000. Functional Anatomy of the Shoulder. *Journal of Athletic Training* [online]. 35(3), 248–255, [cit. 2018-10-09]. ISSN 1062-6050. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1323385/.

The Ohio State University, Wexner Medical Center. 2016. ANTERIOR SHOULDER STABILIZATION CLINICAL PRACTICE GUIDELINE [online]. [cit. 2019-04-15]. Dostupné z: https://wexnermedical.osu.edu/-/media/files/wexnermedical/patient-care/healthcare-services/sports-medicine/education/medical-professionals/shoulder-and-elbow/arthroscopicshoulderstabilization.pdf?la=en&hash=73D3916350440BCA4A2FD67E9ABAC28FED3A9191.

TRNAVSKÝ, K., SEDLÁČKOVÁ, M. 2002. *Syndrom bolestivého ramene.* Praha: Galén. ISBN 80-7262-170-X.

UGA, D., ENDO, Y., NAKAZAWA, R., SAKAMOTO, M. 2016. Electromyographic analysis of the infraspinatus and scapular stabilizing muscles during isometric shoulder external rotation at various shoulder elevation angles. *The Journal of Physical Therapy Science* [online]. 28(1), 154–158, [cit. 2018-12-03]. ISSN 2187-5626. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/292344547_Electromyographic_analysis_of_the_

infraspinatus_and_scapular_stabilizing_muscles_during_isometric_shoulder_external_rotation_at_various_shoulder_elevation_angles.

WOLF, E., POLLACK, M. 2004. Hill-Sachs “Remplissage”: An Arthroscopic Solution for the Engaging Hill-Sachs Lesion (SS-32). *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* [online]. 20(1), e14–e15, [cit. 2018-12-03]. ISSN 0749-8063. Dostupné z: https://www.arthroscopyjournal.org/article/S0749-8063(04)00146-X/abstract.

WOODAL, B., ELENA, N., PABORJI, D., SHIN, E., PATHARE, N., MCGAHAN, P., CHEN, J. 2018. Arthroscopic Remplissage Using a Double-Pulley System for Hill-Sachs Lesions for Recurrent Shoulder Instability. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* [online]. 7(7), e773–e777, [cit. 2018-12-03]. ISSN 0749-8063. Dostupné z: https://www.arthroscopytechniques.org/article/S2212-6287(18)30050-1/pdf.

Seznam zkratek

ABR	arthroscopic Bankart repair
AgCl	chlorid stříbrný
AIOS	Acquired, Instability, Overstress, Surgery
AMBRI	Atraumatic, Multidirectional, Bilateral, Rehabilitation, Inferior capsule shift
BRR	Bankart repair + remplissage
cm	centimetr
CT	computer tomography
EBM	evidence based medicine
EKG	elektrokardiogram
EMG	elektromyografie
GH	glenohumerální
GT	glenoid track
Hz	Hertz
HK	horní končetina
HKK	horní končetiny
HSI	Hill-Sachsův interval
HSL	Hill-Sachsova léze
IST	infraspinatus strength test
ISRT	infraspinatus strength retraction test
kg	kilogram
LHK	levá horní končetina
m.	musculus

ml	mililitr
mm	milimetr
mmHg	milimetr rtuťového sloupce
ms	milisekunda
MVC	maximal voluntary contraction
MVIC	maximal voluntary isometric contraction
n.	nervus
N	Newton
N/mm	Newton/milimetr
Obr.	obrázek
Op.	operace
PHK	pravá horní končetina
RAK	ramenní kloub
RM	rotátorová manžeta
RMS	root mean square
s	sekunda
s.	strana
SD	standard deviation
sk.	skupina
TUBS	Traumatic, Unilateral, Bankart, Surgery
uV	mikrovolt
vs.	versus
VR	vnitřní rotace
ZR	zevní rotace

Seznam obrázků

Obrázek 1 Zlomeniny glenoidálního okraje spojené s glenohumerální instabilitou (Bigliani et al., 1998, s. 42).....24

Obrázek 2 „Glenoid track“ (Hartzler, Denard, 2019, s. 13).....25

Obrázek 3 Technika remplissage (Boileau et al., 2012, s. 620).....28

Obrázek 4 Maximální síla izometrické kontrakce při zevní rotaci na operované a zdravé horní končetině.....41

Obrázek 5 Maximální síla izometrické kontrakce při vnitřní rotaci na operované a zdravé horní končetině.....42

Obrázek 6 Svalová aktivita m. infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do zevní rotace na operované a zdravé končetině.....44

Obrázek 7 Svalová aktivita m. infraspinatus při maximální izometrické kontrakci do vnitřní rotace na operované a zdravé končetině.....45

Seznam tabulek

Tabulka 1 Popisná statistika testovaného souboru.....40

Tabulka 2 Výsledky t testu k $H_0$1.....41

Tabulka 3 Výsledky t testu k $H_0$2.....42

Tabulka 4 Výsledky t testu k $H_0$3.....44

Tabulka 5 Výsledky t testu k $H_0$4.....45

Tabulka 6 Srovnání síly m. infraspinatus u BRR a C skupiny (Merolla et al. 2015, s. 412).....49

Tabulka 7 Srovnání pooperačních výsledků mezi remplissage skupinou a kontrolní skupinou z hlediska p-hodnoty (Miaymoto et al., 2017, s. 1272).....49

Tabulka 8 Pooperační výsledky u remplissage skupiny a kontrolní skupiny (Miaymoto et al., 2017, s. 1272).....50

Tabulka 9 Srovnání síly zevní rotace na operované a zdravé HK (Franca et al., 2019, s. 17)....50

Tabulka 10 Klinické výsledky pacientů v remplissage skupině (Cho et al., 2016, s. 3796).....51

Tabulka 11 Klinické výsledky u pacientů v Latarjet skupině (Cho et al., 2016, s. 3796).....51

Tabulka 12 Srovnání pooperačních výsledků remplissage a Latarjet skupiny (Cho et al., 2016, s. 3797).....51

Seznam příloh

Příloha 1 Informovaný souhlas.....74

Přílohy

Příloha 1 Informovaný souhlas

Informovaný souhlas

Pro výzkumný projekt: Objektivizace funkčních výsledků po operaci ramenního kloubu technikou remplissage.

Období realizace: 1.1.2018 – 25.6.2019

Řešitelé projektu: Bc. Kristýna Nováčková, MUDr. Petr Kolář, Ph.D.

Vážená paní, vážený pane,

obracíme se na Vás se žádostí o spolupráci na výzkumném šetření, jehož cílem je objektivizace funkčního zapojení vybraných svalů ramenního kloubu pomocí poly-EMG a hodnocení jejich síly dynamometrem. Testování jednoho probanda trvá cca 30 minut včetně přípravy. Příprava spočívá v palpaci svalů a aplikaci samolepících elektrod na kůži pacienta nad vybranými svaly. Potom je proband připojen k poly-EMG přístroji a siloměru. V rámci měření vykonává každou horní končetinou dva pohyby ve třech opakováních, tedy celkem 12 měřených pohybů. Po ukončení měření je záznam uložen a pacientovi jsou sejmuty elektrody. Celý postup je neinvazivní a nebolestivý. Záznam je nahráván na videokameru. Z účasti na výzkumu pro Vás vyplývají výhody zejména ve zhodnocení funkčnosti svalů ramenního kloubu a zjištění síly daných svalů. Rizika toto měření nevykazuje. Pokud s účastí na výzkumu souhlasíte, připojte podpis, kterým vyslovujete souhlas s níže uvedeným prohlášením.

Prohlášení účastníka výzkumu

Prohlašuji, že souhlasím s účastí na výše uvedeném výzkumu. Řešitel/ka projektu mne informoval/a o podstatě výzkumu a seznámil/a mne s cíli a metodami a postupy, které budou při výzkumu používány, podobně jako s výhodami a riziky, které pro mne z účasti na výzkumu vyplývají. Souhlasím s tím, že všechny získané údaje budou anonymně zpracovány, použity jen pro účely výzkumu a že výsledky výzkumu mohou být anonymně publikovány.

Měl/a jsem možnost vše si řádně, v klidu a v dostatečně poskytnutém čase zvážit, měl/a jsem možnost se řešitele/ky zeptat na vše, co jsem považoval/a za pro mne podstatné a potřebné

vědět. Na tyto mé dotazy jsem dostal/a jasnou a srozumitelnou odpověď. Jsem informován/a , že mám možnost kdykoliv od spolupráce na výzkumu odstoupit, a to i bez udání důvodu.

Osobní údaje (sociodemografická data) účastníka výzkumu budou v rámci výzkumného projektu zpracována v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady EU 2016/679 ze dne 27. dubna 2016 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů a o zrušení směrnice 95/46/ES (dále jen „nařízení“).

Prohlašuji, že beru na vědomí informace obsažené v tomto informovaném souhlasu a souhlasím se zpracováním osobních a citlivých údajů účastníka výzkumu v rozsahu a způsobem a za účelem specifikovaným v tomto informovaném souhlasu.

Tento informovaný souhlas je vyhotoven ve dvou stejnopisech, každý s platností originálu, z nichž jeden obdrží účastník výzkumu (nebo zákonný zástupce) a druhý řešitel projektu.

Jméno, příjmení a podpis účastníka výzkumu (zákonného zástupce):_____
_____

V_____dne:_____

Jméno, příjmení a podpis řešitele projektu:_____
_____