

Univerzita Karlova
1. lékařská fakulta
Autoreferát disertační práce



UNIVERZITA KARLOVA
1. lékařská fakulta

Zlomeniny lopatky spojené
s akromioklavikulární a sternoklavikulární luxací

MUDr. Tomáš Strnad

2023

Doktorské studijní programy v biomedicině
Univerzita Karlova a Akademie věd České republiky

Obor: Experimentální chirurgie

Předseda oborové rady: prof. MUDr. Zděnek Krška, DrSc.

Školící pracoviště: Klinika ortopedie 1. LF UK a ÚVN Praha

Školitel: doc. MUDr. Michal Tuček, Ph.D.

Konzultanti: prof. MUDr. Jan Bartoníček, DrSc.

doc. MUDr. Ondřej Naňka, Ph.D.

Disertační práce bude nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněna k nahlížení veřejnosti v tištěné podobě na Oddělení pro vědeckou činnost a zahraniční styky Děkanátu 1. lékařské fakulty.

Abstrakt

Zlomeniny lopatky patřily dříve mezi vzácná poranění, v posledních dvou desetiletích však jejich počet vzrostl.

Zlomeniny lopatky mohou být izolované, ale v 67–92 % jsou kombinované s poraněním dalších struktur ramenního pletence.

Disertační práce byla rozdělena do dvou částí: experimentální a klinické. V experimentální části bylo cílem popsat výskyt a varianty sulcus coracoglenoidalis (CGN) a sulcus arteriae circumflexae scapulae (SCF). Tyto dvě málo známé struktury hrají významnou roli při vzniku některých typů zlomenin lopatky i při jejich operační léčbě.

Kombinovaná poranění lopatky s AC a SC luxací jsou vzácná. Proto jsme se v klinické části rozhodli identifikovat a podrobně popsat kombinovaná poranění lopatky s AC a SC luxací, a to včetně podrobného popisu zlomenin proc. coracoideus.

Anatomické studie byly provedeny na 330 suchých kostěných preparátech dospělých lopatek. Klinické studie byly provedeny na souboru 519 zlomenin lopatky u dospělých pacientů vzniklém v období 2002–2020.

V anatomické části disertační práce byly poprvé popsány dvě anatomické struktury, které v literatuře byly dosud zmíněny pouze okrajově, a to *sulcus coracoglenoidalis a sulcus arteriae circumflexae scapulae*. Naše studie poukázaly na značnou variabilitu ve výskytu i míře vytvoření obou těchto žlábků a upozornily na jejich klinický význam zejména u zlomenin anatomického krčku a těla lopatky.

U pacientů se *zlomeninami proc. coracoideus* bylo na rozdíl od předchozích autorů provedeno CT vyšetření, díky čemuž jsme identifikovali novou kategorii, tzn. *kominutivní zlomeninu proc. coracoideus*, která nemůže být na běžném RTG snímku diagnostikována.

Akromioklavikulární luxace se nejčastěji vyskytuje u zlomenin proc. coracoideus, akromia či laterální spiny nebo horního glenoidu. Nebyla zaznamenána u zlomenin krčku lopatky. Akromioklavikulární luxace spojená se zlomeninami lopatky může vést ke vzniku kostní či vazivové instability. Vzácněji se mohou léze kombinovat. Naše studie je jediná, která podrobněji popisuje soubor zlomenin lopatky kombinované s AC luxací.

Sternoklavikulární luxace spojená se zlomeninou lopatky je raritní. V našem souboru jsme zaznamenali pouze 2 případy SC luxace, které byly spojené se zlomeninou akromia a zlomeninou těla lopatky. Zároveň jsou to jediné dva případy v literatuře s kompletní CT dokumentací.

Abstract

Fractures of the scapula used to be among rare injuries, but in the last two decades their number has increased.

Fractures of the scapula can be isolated, but in 67-92% they are combined with injuries to other structures of the shoulder girdle.

The dissertation was divided into two parts: experimental and clinical. In the experimental part, the aim was to describe the occurrence and variants of sulcus coracoglenoidalis (CGN) and sulcus arteriae circumflexae scapulae (SCF). These two little-known structures play an important role in the occurrence of some types of scapula fractures and in their surgical treatment.

Combined scapular injuries with AC and SC dislocation are rare. Therefore, in the clinical part, we decided to identify and describe in detail combined injuries of the scapula with AC and SC dislocation, including a detailed description of fractures of coracoid process.

Anatomical studies were performed on 330 dry bone specimens of adult scapulas. Clinical studies were conducted on a set of 519 scapula fractures in adult patients occurring in the period 2002-2020.

In the anatomical part of the dissertation, two anatomical structures were described for the first time: CGN and SCF. Our studies pointed to considerable variability in the occurrence and degree of formation of both of these grooves and drew attention to their clinical significance, especially in fractures of the anatomical neck and body of the scapula.

In patients with fractures of the coracoid process, unlike previous authors, a CT examination was performed, thanks to which we identified a new category, i.e. comminutive fracture of coracoid process, which cannot be diagnosed on a regular X-ray image.

AC dislocation most often occurs in coracoid process fractures, acromion or lateral spina or upper glenoid. It was not recorded in fractures of the neck of the scapula. AC dislocation associated with scapular fractures can lead to bone or ligament instability. Rarely, lesions can be combined. Our study is the only one that describes in more detail the set of scapular fractures combined with AC dislocation.

SC dislocation associated with scapular fracture is rare. In our series, we recorded only 2 cases of SC dislocation that were associated with acromion fracture and scapular body fracture. At the same time, they are the only two cases in the literature with complete CT documentation.

Úvod

Zlomeniny lopatky patřily dříve mezi vzácná poranění, která stála na okraji zájmu. V posledních dvou desetiletích se však situace výrazně změnila, jednak se zvyšujícím se počtem zlomenin lopatky, jednak se zvětšujícím se vědeckým zájmem a přesnější diagnostikou těchto poranění.

Zlomeniny lopatky mohou být izolované, ale v 67–92 % jsou kombinované s poraněním dalších struktur, a to především u polytraumatizovaných pacientů (Tuček M., 2010). Zlomeniny lopatky jsou nejčastěji doprovázeny zlomeninami žeber (15–78 %), z ramenního pletence pak zlomeninami klíční kosti (12–39 %) a zlomeninami humeru (11–15 %).

Zlomeniny lopatky spojené s akromioklavikulární (AC) nebo sternoklavikulární (SC) luxací jsou vzácnější, udává se výskyt u 3–6 % všech zlomenin lopatky (Bartoniček J., 2021). Přestože přesný výskyt zlomenin lopatky u AC luxací není v literatuře přesně zmapován, může ovlivnit výběr operační techniky.

První případ AC luxace spojené se zlomeninou lopatky, konkrétně s odlomením proc. coracoideus, zmínil již v r. 1864 Gurtl (Gurtl E., 1864). První rozsáhlejší studii stejného poranění provedl v r. 1934 Ehalt (Ehalt W., 1934). Od té doby bylo především ve formě kazuistik popsáno přibližně 20 případů AC luxace u zlomenin lopatky, z toho 15 bylo blíže specifikováno. Jednalo se zejména o zlomeniny proc. coracoideus (Allagui M. et al., 2013; Bernard T.N. Jr. et al., 1983; Carr A.J. et al., 1989; Duan X. et al., 2010; Lasda N.A. et al., 1978; Urist M.R., 1946), zlomeniny proc. coracoideus zasahující do fossa glenoidalis (Asci M. et al., 2016) a zlomeniny akromia (Kurdy N.M.G. et al., 1995).

Kombinace AC luxace a zlomeniny horní části lopatky jsou velmi často diskutovány v rámci vícečetných lézí osteofibrózního prstence horního závěsného komplexu ramene anebo v rámci tzv. plovoucího ramena (Goss T.P. et al., 2017).

SC luxace jako takové jsou relativně vzácná poranění, v kombinaci se zlomeninou lopatky se vyskytují raritně. Jedinou zmínku o SC luxaci doprovázející zlomeninu lopatky popsal Armstrong (Armstrong C.P. et al., 1984) v r. 1984, který v souboru 64 zlomenin lopatky, v tabulce přidružených poranění, zmiňuje 2 případy SC luxace. V práci bohužel chybí bližší specifikace zlomeniny lopatky i typ SC luxace.

Proto jsme se rozhodli zabývat se poraněním AC a SC kloubu u zlomenin lopatky, a to včetně zlomenin proc. coracoideus, které mohou hrát při vzniku jednotlivých typů AC luxace významnou roli.

Hypotézy a cíle práce

Práce byla rozdělena do dvou částí, a to experimentální (anatomické) a klinické. Experimentální část je založena na studiu anatomických preparátů z tzv. Pachnerovy sbírky. Klinická část vychází ze souboru 519 pacientů léčených pro zlomeninu lopatky.

V experimentální části bylo cílem popsat výskyt a varianty *sulcus coracoglenoidalis* (CGN) a *sulcus arteriae circumflexae scapulae* (SCF).

Sulcus coracoglenoidalis byl poprvé definován Bartoníčkem (Bartoníček J., 2015), nicméně detailní popis nebyl uveden.

Sulcus arteriae circumflexae scapulae je sice v literatuře zmíněn, ale podrobnější anatomická studie chybí.

Tyto dvě málo známé struktury hrají významnou roli při vzniku některých typů zlomenin lopatky i při jejich operační léčbě.

Kombinovaná poranění lopatky s AC a SC luxací jsou vzácná. V literatuře neexistuje souhrnná studie zaměřená na současné poranění AC nebo SC skloubení se zlomeninou lopatky.

Proto jsme se v klinické části rozhodli identifikovat a podrobně popsat tato kombinovaná poranění v našem souboru pacientů, a to včetně podrobného popisu zlomenin *proc. coracoideus*.

Materiál a metodika

Anatomické studie byly provedeny na 330 suchých kostěných preparátech dospělých lopatek pocházejících z Pachnerovy sbírky Anatomického ústavu 1. LF UK a Katedry antropologie a genetiky člověka Přírodovědecké fakulty UK v Praze (Pachner P., 1937).

Vzhledem k absenci přesného popisu obou struktur (CGN a SCF) v literatuře jsme nejprve v prvním kole pozorování preparátů stanovili základní metriku žlábků a poté byl v druhém kole soubor přesně změřen a výsledky vyhodnoceny.

Sulcus coracoglenoidalis jsme klasifikovali podle velikosti naměřeného offsetu mezi bázi proc. coracoideus a horním okrajem glenoidu – takto byly vytvořeny tři typy žlábků: **A** - dobře vytvořený žlábek s offsetem ≥ 3 mm; **B** - naznačený žlábek s offsetem < 3 mm a ≥ 1 mm; **C** - chybějící zářez s offsetem < 1 mm. Nálezy byly porovnány s radiologickou dokumentací našich šesti pacientů léčených pro zlomeninu anatomického krčku lopatky.

Sulcus arteriae circumflexae scapulae jsme klasifikovali podle hloubky vytvořeného žlábků na dorzolaterální ploše lopatky – takto byly vytvořeny tři typy žlábků: **A** - dobře vytvořený žlábek s hloubkou zářezu do kosti $> 0,5$ mm; **B** - naznačený žlábek s hloubkou zářezu > 0 mm a $\leq 0,5$ mm. Pokud žlábek nebyl vytvořen, pak jsme ho hodnotili jako typ **C**. Hloubka žlábků byla měřena na dorzolaterální ploše laterálního pilíře lopatky digitálním posuvným měřítkem. Dále byla měřena vzdálenost SCF od dolního okraje fossa glenoidalis.

Klinické studie byly provedeny na souboru 519 zlomenin lopatky u dospělých pacientů vzniklém v období 2002–2020.

Identifikovali jsme 19 případů zlomenin lopatky spojených s AC luxací a 2 případy zlomenin lopatky spojených s SC luxací. Zlomenina proc. coracoideus byla nalezena u 39 pacientů. U všech pacientů bylo k dispozici RTG i CT vyšetření, které umožnilo přesný popis pathoanatomie jednotlivých lézí.

Výsledky

Sulcus coracoglenoidalis a jeho klinický význam

Na základě analýzy 102 párů lopatek jsme identifikovali tři typy CGN a označili je A, B a C:

Typ A: Představuje dobře vytvořený CGN. Byl přítomen u 39 % mužských a 25 % ženských lopatek.

Typ B: Tento typ byl přítomen u 45 % mužských a u 59 % ženských lopatek.

Typ C: CGN nebyl vytvořen a tato varianta byla zaznamenána v 16 % mužů i žen.

Muži vykazovali vyšší výskyt typu A (39 % vs. 25 %), zatímco u žen převládal typ B (45 % vs. 59 %); podíl typu C byl v obou skupinách stejný (16 %).

Ve studii nebyl nalezen žádný významný rozdíl v typech CGN mezi pohlavími (T test; $T = 0,154$), nebo mezi pravou a levou stranou u mužů nebo u žen (párový test: $p_{\text{ženy}} = 0,2445$; $p_{\text{muži}} = 0,23894$; Pearsonův korelační test: $r_{\text{ženy}} = 0,9700$; $r_{\text{muži}} = 0,9864$). Přítom nebyl zaznamenán rozdíl v nálezech typu CGN mezi pravou a levou lopatkou u jednoho jedince.

Sulcus circumflexus a jeho klinický význam

Výskyt SCF: Na 55 (26,8 %) preparátech, tj. na 22 (10,7 %) mužských a 33 (16,1 %) ženských lopatkách, arteriální žlábek zcela chyběl. Žlábek byl naznačen nebo dobře vytvořen ve 151 (73,2 %) případech, tzn. u 70 (33,9 %) mužských a 81 (39,3 %) ženských lopatek.

Anatomie SCF: Na základě analýzy 103 párů lopatek jsme identifikovali tři typy SCF, které byly označeny A, B a C:

Dobře vytvořený arteriální žlábek jsme hodnotili jako typ A. Tento typ jsme našli celkem u 33 % lopatek, přesněji u 32 % mužských a 34 % ženských lopatek. V 5 případech jsme našli *zdvojený žlábek*, a to vždy u žen. *Rozdvojený žlábek* jsme zaznamenali u 7 lopatek (2 mužských a 5 ženských lopatek).

Naznačený žlábek jsme hodnotili jako typ B a vyskytoval se u 40 % lopatek, přesněji u 45 % mužských a 37 % ženských lopatek. Ve 4 případech byl žlábek *zdvojen*, a to vždy u mužů. Ve 3 případech (1 mužská a 2 ženské lopatky) byl žlábek hodnocen jak *rozdvojený žlábek*.

Rozdvojený žlábek jsme zaznamenali v 10 případech. U 4 párů byl nález shodný na obou lopatkách (1 pár mužský z kategorie A, 2 páry ženské z kategorie A, 1 pár ženský z kategorie B), u 2 párů byl nález pouze jednostranný (1 lopatka mužská z kategorie B, 1 lopatka ženská z kategorie A).

Dvojitý žlábek jsme našli celkem v 9 případech (5 u typu A a 4 u typu B). Na 3 párech (tzn. na 6 lopatkách) byl nález identický na levé i pravé straně, to jsme našli u 1 páru mužských a 2 párů ženských lopatek. U dalších 3 párů byl nález pouze jednostranný, a to u 2 mužských a 1 ženské lopatky. Všechny dvojité žlábkové z kategorie A byly ženského pohlaví, všechny mužské z kategorie B.

Vztah k foramen nutricium při bázi spina scapulae: Pokud bylo foramen nutricium vytvořeno, pak arteriální žlábek probíhal medio-kraniálním směrem k foraminu.

Průběh SCF vzhledem k dolnímu okraji glenoidu: Průměrná vzdálenost byla 3,3 cm (2,5–5,4 cm) ($\sigma = 0,541$).

Celková délka margo lateralis a poměrná vzdálenost SCF od dolního okraje glenoidu: Celková délka margo lateralis měřená od tuberculum infraglenoidale k angulus inferior měřila v průměru 13,2 cm (11,6–15,4 cm) ($\sigma = 0,76$), průměrná délka margo lateralis u mužů byla 13,7 cm (12,5–15,4 cm) ($\sigma = 0,73$) a u žen 12,8 cm (11,6–13,8 cm) ($\sigma = 0,49$). Vzdálenost SCF od dolního okraje glenoidu tvořila jednu čtvrtinu (24,1 %) celkové délky laterálního okraje lopatky. U mužů byla tato hodnota nepatrně vyšší, tj. 26,1 % (21,1–35,1 %) než u žen, tj. 23,0 % (19,3–30,4 %). Nebyl zaznamenán významnější rozdíl mezi pravou a levou stranou u jednoho jedince.

Statistická analýza: Studie prokázala vysokou míru korelace ve výskytu arteriálního žlábkového mezi pohlavími a mezi pravou a levou stranou. Odpovídající byly i nálezy žlábkového na pravé a levé lopatce u jednoho individua.

Zlomeniny proc. coracoideus

Identifikovali jsme 24 zlomenin báze proc. coracoideus, 1 zlomeninu zobáku, 8 zlomenin apexu a 6 tříštivých zlomenin korakoidu.

Zlomeniny báze proc. coracoideus – ve 14 případech probíhala mediální část lomné linie skrz incisura scapulae, u 9 zlomenin zasahovala lomná linie až k hornímu okraji těla lopatky, u každého případu byl fragment nakloněn distálně a zrotován mediálně.

U zlomenin zobáku procházela linie zlomeniny těsně před úponem korakoklavikulárního vazy a fragment byl dislokován mírně distálně.

Zlomeniny apexu byly variabilní. Ve 2 případech jsme zjistili impakci apexu, ve 3 případech byl vrchol podélně rozlomen na dvě části a ve 2 případech byl oddělen jako pevný fragment; v jednom případě jsme zaznamenali pouze fissuru apexu. V jednom případě

byla zlomenina apexu kombinovaná s glenohumerální luxací, v tomto případě došlo k dislokaci fragmentu apexu do kloubní dutiny glenohumerálního kloubu.

Kominutivní zlomeniny byly tvořeny minimálně třemi fragmenty korakoidu. Ve 2 případech jsme zaznamenali kominuci v oblasti samotného zobáku a ve 4 případech byl roztržštěn celý korakoid.

Při studiu zlomeniny proc. coracoideus jsme zjistili celkem 22 přidružených poranění lopatky, z toho 7 zlomenin akromia v akromiálním úhlu; 5 případů oddělení předního okraje glenoidu; 3 zlomeniny horní třetiny kloubní plochy glenoidu, z toho dva byly kombinovány se zlomeninou apexu proc. coracoideus a v jednom případě s tříštivou zlomeninou zobáku; 1 zlomeninu dolního glenoidu; 4 zlomeniny báze proc. coracoideus v kombinaci se zlomeninou chirurgického krčku lopatky a 2 minimálně dislokované zlomeniny těla lopatky.

Identifkovali jsme i přidružená poranění v oblasti ramenního pletence – zaznamenali jsme 18 takových zranění: 8 případů akromioklavikulární luxace (z toho 6 typu III, 1 typu IV a 1 typu V podle Rockwoodovy klasifikace); 5 zlomenin proximálního humeru; dále 4 stabilní, minimálně posunutá zlomeniny laterální klíční kosti; a 1 zlomenina těla klíční kosti.

Pouze izolovaná zlomenina proc. coracoideus se vyskytovala v 6 případech; 25 pacientů vykazovalo kombinaci dvou poranění a 8 pacientů kombinaci tří lézí.

Akromioklavikulární luxace u zlomenin lopatky

Typ poranění lopatky: AC luxace byla zaznamenána u zlomenin výběžků (proc. coracoideus, acromion), těla lopatky, glenoidu a u komplexních zlomenin.

V 15 případech byla AC luxace spojena pouze s jednoduchou zlomeninou lopatky (7krát zlomenina báze proc. coracoideus, 4krát zlomenina akromia nebo laterální spiny, 2krát zlomenina těla lopatky, 1krát zlomenina horního glenoidu a 1krát zlomenina dolního glenoidu). Ve 4 případech se jednalo o kombinované nebo komplexní zlomeniny lopatky (1krát kombinace zlomeniny proc. coracoideus a laterální části spina scapulae, v 1 případě kombinace zlomeniny horního glenoidu a akromia, ve 2 případech komplexní intraartikulární zlomenina).

Nejčastěji byla AC luxace spojena se zlomeninami výběžků (14krát), zcela chyběla u zlomenin krčku lopatky.

Typy AC luxace: Ve 12 případech se jednalo o typ III, v 5 případech o typ IV, z toho v 1 případě došlo i k luxaci SC kloubu, ve 2 případech o typ V podle Rockwoodovy klasifikace (Rockwood C., 1984).

Typ poranění korakoklavikulární junkce: V 7 případech bylo přetrženo pouze lig. coracoclaviculare. Jednalo se tak o *ligamentózní instabilitu*, a to spojenou se zlomeninou akromia nebo laterální spiny ve 4 případech, se zlomeninou těla lopatky ve 2 případech a se zlomeninou dolního glenoidu v 1 případě.

V 11 případech zůstalo lig. coracoclaviculare intaktní, ale došlo k odlomení proc. coracoideus nebo horního glenoidu, tedy ke vzniku *kostní instability*. V 7 případech se jednalo o izolovanou extraartikulární zlomeninu báze proc. coracoideus. V 1 případě šlo o kominutivní zlomeninu proc. coracoideus spojenou se zlomeninou laterální spiny. V 1 případě došlo ke kombinaci zlomeniny horního glenoidu a akromia. U 2 komplexních intraartikulárních zlomenin bylo příčinou AC nestability odlomení horního glenoidu.

V 1 případech vznikla *kombinovaná osteo-ligamentózní instabilita*. V 1 případě se jednalo roztržení lig. coracoclaviculare a zlomeninu horního glenoidu. K přetržení lig. coracoclaviculare tak došlo celkem 8krát, k odlomení proc. coracoideus 8krát a ke zlomenině horního glenoidu 2krát.

Operačně jsme léčili 11 případů akromioklavikulární luxace. U 4 případů kombinovaných se zlomeninou proc. coracoideus byl ošetřen pouze AC kloub. V 7 případech byla kromě AC kloubu ošetřena i poranění lopatky, tj. 1krát komplexní intraartikulární zlomenina, 1krát zlomenina horního glenoidu, 1krát zlomenina dolního glenoidu, 1krát infraspinální zlomenina těla, 1krát zlomenina báze proc. coracoideus, 1krát zlomenina akromia a 1krát zlomenina laterální spiny.

Všechna poranění se zhojila bez komplikací s velmi dobrým funkčním výsledkem.

Sternoklavikulární luxace u zlomenin lopatky

Sternoklavikulární luxace u zlomenin lopatky je raritní poranění, které jsme v naše souboru zaznamenali pouze ve 2 případech.

Typ poranění lopatky: SC luxace byla zaznamenána u zlomenin výběžků lopatky (acromion, spina scapulae) a zlomeniny těla lopatky (inkompletní zlomenina spinálního pilíře lopatky).

Typy SC luxace: V prvním případě došlo k subluxaci mediálního konce klíčku distálně a mírně ventrálně. To je atypický způsob dislokace, neboť přední typ luxace je spojen s proximální dislokací. Ve druhé případě se jednalo o přední typ SC luxace.

Diskuse

Sulcus coracoglenoidalis a jeho klinický význam

Zlomeniny anatomického krčku lopatky tvoří důležitou skupinu zlomenin lopatky, která bývá někdy opomíjená. Jedním z důvodů je nízký počet těchto zlomenin a nedostatečné povědomí o nich (Bartoníček J. et al., 2013). Metodika naší studie se může zdát jednoduchá, ale zcela splnila svůj účel, tedy posoudit existenci CGN a jeho morfologii.

Výsledky jasně ukazují, že horní plocha anatomického krčku lopatky, je-li vytvořen, je velmi krátká. Tato skutečnost by měla být respektována v klasifikačních schématech zlomenin lopatky. Způsob prezentace anatomického krčku lopatky, tedy dlouhého krčku, vede ke zkreslení v průběhu lomných linií a tvaru glenoidálního fragmentu.

Tato studie zároveň potvrdila symetrii žlábků mezi pravou a levou stranou, jak u mužů, tak u žen. Tento náález lze použít v případech, kdy je místo zlomeniny natolik poškozené, že zářez nemůže být identifikován nebo určen jeho typ. V takovém případě lze typ CGN určit podle kontralaterálního žlábků. Rozdílná distribuce typů A a B u mužů a žen lze vysvětlit potenciálním zapojením tahu šlachy dlouhé hlavy m. biceps brachii ve vývoji supraglenoidálního tuberkula. Předpokládáme, že větší tah bicepsu u mužů může přispět k vyššímu výskytu zářezu typu A u mužů. Podíl typu C je stejný u mužů a žen.

Hypotéza, že anatomická zlomenina krčku je spojena s existencí CGN, byla oprávněná. Při absenci CGN by linie lomu procházela skrz bázi proc. coracoideus nebo přímo přes glenoidální fossu a typický glenoidální fragment by nebyl oddělen. Tím pádem může mít častá absence CGN vliv na nízký výskyt zlomenin anatomického krčku lopatky. Srovnání s ostatními autory je obtížné, protože v literatuře je prezentováno pouze sedm radiologicky doložených zlomenin anatomického krčku lopatky.

Posouzení tvaru CGN u nedislokovaných zlomenin bylo obtížné a vyžadovalo několik 3D CT rekonstrukcí. Podobně bylo velmi náročné identifikovat typ CGN u dislokovaných zlomenin v důsledku dislokace fragmentů nebo přítomnost vmezeřeného fragmentu.

Hlavní předností naší studie je fakt, že jako první podrobně popisuje oblast přechodu horního pólu glenoidu do báze proc. coracoideus. Navíc jako jediná studie byla založena na pozorování párů lopatek, kde každý pár pocházel od jednoho jedince. Naše studie také dokazuje, že zobrazení horního okraje anatomického krčku jako dlouhé struktury, které se vyskytuje ve většině klasifikačních schémat zlomenin lopatky, neodpovídá skutečnosti.

Za relativní slabinu studie lze považovat stáří našich kostních preparátů. Přesto jsme si ověřili, na základě jiných studií, že použití těchto preparátů je možné také pro řešení aktuálních klinických problémů.

Dalším aspektem je malý počet zlomenin anatomického krčku. Je však třeba vzít v úvahu, že tyto zlomeniny jsou mimořádně vzácné. Od počátku 20. století je pouze 13 případů, včetně našich, radiologicky zdokumentováno, z toho pouhých 10 zlomenin bylo hodnoceno pomocí 3D CT rekonstrukcí. Metoda hodnocení přítomnosti CGN v našich 6 případech se také může zdát problematická. Ale u dvou nedislokovaných zlomenin je CGN jasně vidět na 3D CT rekonstrukcích. U operačně léčených zlomenin jsme použili jak předoperační CT, tak peroperační nálezy pro hodnocení CGN. V tomto jsme vycházeli ze zkušeností získaných v naší celkové sérii 519 zlomenin lopatky, z nichž většina byla zdokumentována 3D CT rekonstrukcemi a 153 z nich bylo léčeno operačně.

Sulcus circumflexus a jeho klinický význam

SCF je zmíněn velmi stručně pouze v několika učebnicích osteologie. Standardní anatomické učebnice žlábek neznají. Totéž platí o klinických studiích zabývajících se artérií circumflexou scapulae (ACS). SCF vzniká jako otisk ACS. To velmi dobře potvrzují 3D CT rekonstrukce u zlomenin lopatky.

Námi zjištěný průběh SCF vzhledem k dolnímu okraji glenoidu, tj. 3,3 cm, je téměř v souladu se studií Ebraheima et al. (Ebraheim N.A. et al., 2010) provedené na 16 preparátech. Tito autoři popsali tzv. „risk area“ nacházející se 2,9 cm (2,4–3,4 cm) distálně od dolního pólu glenoidu. Shin et al. (Shin K.J. et al., 2016) zjistili na 57 preparátech tuto vzdálenost o 1 cm delší, tj. 4,3 cm.

Přesná znalost průběhu ACS přes laterální okraj lopatky je důležitá pro klinickou praxi. U Judetova přístupu (Bartoniček J. et al., 2008) či Dupont-Evrardova přístupu (Dupont R., Evrard H., 1932) je při preparaci v intervalu mezi m. infraspinatus a m. teres minor nutné artérii s jejími žilami podvázat. Na to poprvé, již v r. 1935, upozornil Idراع (Indrac M., 1935). Vyhledání ACS je důležitý krok při odběru tzv. „osteocutaneous free flap“ z laterálního okraje lopatky (Shin K.J. et al., 2016). SCF je i oblastí, kde dochází ke koncentraci lomných linií u zlomenin těla a krčku lopatky, jak prokázali Armitage et al. (Armitage B.M. et al., 2009) a Bartoniček et al. (Bartoniček J. et al., 2011). Studie Tučka et al. (Tuček M. et al., 2011) naznačila, že jedním z důvodů koncentrace lomných linií v horní polovině laterálního pilíře lopatky může být jeho oslabení v oblasti SCF.

Naše studie, která je první svého druhu, prokázala vysokou symetrii ve výskytu arteriálního žlábků nejen mezi pravou a levou stranou, ale i mezi oběma stranami u jednoho individua. Výskyt a typ SCF tedy zřejmě není ovlivněn pravo-levou dominancí horní končetiny ani asymetrií svalové hmoty na dominantní a nedominantní končetině.

Zlomeniny proc. coracoideus

Tanton v r. 1915 (Tanton J., 1915) jako první podal podrobný popis zlomenin proc. coracoideus a rozdělil je na zlomeniny spodiny korakoideu a zobáku (fractures du bec).

Eyres v roce 1995 (Eyres K.S. et al., 1995) roztrídil zlomeniny proc. coracoideus do pěti typů. **Goss** v r. 1996 (Goss T.P., 1996) rozdělil zlomeniny korakoidů na tři základní typy.

Ogawa v r. 1997 (Ogawa K. et al., 1997) rozdělil zlomeniny na dva typy, na základě průběhu linie lomu s ohledem na úpon korakoklavikulárního vazy.

Tato klasifikace nahradila autorovu původní klasifikaci z r. 1990, která obsahovala jen 4 typy zlomenin (Pires R.E. et al., 2021).

Základním problémem všech tří výše uvedených klasifikací je, že zlomenina nebyla žádným z autorů blíže specifikována. Naše klasifikace se liší tím, že byla vyvinuta na základě 3D CT rekonstrukcí - jediné metody umožňující skutečné zhodnocení podrobné anatomie zlomeniny. Velký význam má také počet studovaných pacientů. Pouze Ogawa (Ogawa K. et al., 1997) a my jsme shromáždili adekvátní sérii 106 pacientů. Nicméně Ogawa do svého souboru zahrnul i 17 intraartikulárních zlomenin báze proc. coracoideus. Tento typ zlomeniny byl také zahrnut do souborů publikovaných jinými autory, kteří uvádějí výsledky léčby zlomenin korakoideu. Domníváme se, že nitrokloubní zlomeniny by měly být klasifikovány jako zlomeniny horního glenoidu, a proto jsme tyto zlomeniny do námi sledované skupiny nezahrnovali.

Použití 3D CT rekonstrukcí poskytuje podrobné informace o anatomii zlomeniny a umožňuje přesné rozlišení mezi zlomeninami zobáku a apexu. Mimo jiné bylo zjištěno, že zlomeniny apexu existují ve třech variantách. Odlomení celého zobák je velmi vzácné, ale podle našeho názoru je jeho existence odůvodněná, tyto případy lze dobře ošetřit tahovým šroubem. U zlomenin apexu je vnitřní fixace obtížnější a je vhodná pouze v případě solitárního fragmentu. Naše 3D CT nálezy také změnilы zavedený koncept vyobrazených příčných lomných linií na schématech jednotlivých autorů. Tyto linie by měly být považovány za hranice mezi jednotlivými částmi korakoidu.

V naší studii byla poprvé popsána kominutivní zlomenina, neboť tříštivou zlomeninu je obtížné diagnostikovat pouze na základě RTG snímků, tyto zlomeniny vyžadují CT vyšetření.

Tento typ zlomeniny je třeba vzít do úvahy, neboť je spojen s vysokým počtem přidružených poranění v oblasti ramenního pletence.

Zlomeniny korakoidu se často kombinují s jinými zraněními na lopatce nebo na ramenním pletenci. V našem souboru jsme u 33 z 39 pacientů našli celkem 40 přidružených poranění lopatky a ramenního pletence. Nejčastěji uváděnou kombinací je fraktura korakoidu a AC luxace. V některých kazuistikách také ruptura korakoklavikulárního vazů a byly pozorovány i zlomeniny laterálního klíčku.

Těžké poranění představuje zlomenina obou výběžků, tedy proc. coracoideus a akromia, kdy náraz hlavice humeru zlomí současně bázi korakoidu a akromion v akromiálním úhlu. Často jsou spojeny s AC luxací, zlomeninou laterálního klíčku nebo zlomeninou proximálního humeru.

Kombinované zlomeniny výběžků jsou některými autory klasifikovány jako dvojité, trojitě nebo čtyřnásobné poranění SSSC. Všechna tato zranění jsou v literatuře uváděna jako varianty plovoucího ramene. Reálně se však plovoucí rameno vyskytuje pouze v případě kombinace zlomenin báze korakoidu a chirurgického krčku lopatky.

Na všechna tato zranění by mělo být pamatováno, měla by být správně diagnostikována a v případě potřeby i léčena.

Akromioklavikulární luxace u zlomenin lopatky

První případ AC luxace spojené se zlomeninou lopatky, konkrétně s odlomením proc. coracoideus diskutoval zřejmě jako první Gurtl v r. 1864 (Gurtl E., 1864). Podrobněji se jím zabýval Ehalt v r. 1934 (Ehalt W., 1934). Od té doby byla především ve formě kazuistik popsána řada případů AC luxace u zlomenin lopatky.

Zlomeniny proc. coracoideus a horního glenoidu porušují integritu korakoklavikulární junkce a jsou tak přímou příčinou AC luxace. Toto zjištění je v případě zlomeniny báze proc. coracoideus významné i pro způsob ošetření, neboť repozice a osteosyntéza proc. coracoideus stabilizuje i AC luxaci. Naopak repozice a stabilizace AC luxace může vést k nepřímé repozici i zhojení zlomeniny proc. coracoideus. U zlomenin horního glenoidu je nutno zvážit stupeň dislokace a podle toho dát přednost buď přímé repozici a fixaci, nebo vystačit s repozicí a stabilizací AC kloubu.

Analýza ukázala, že AC luxace představuje častou komplikaci zlomenin lopatky, a to v necelých 4 %. AC luxace nejčastěji doprovází zlomeniny výběžků lopatky (proc. coracoideus, akromion nebo laterální část spina scapulae) nebo zlomeninu horního glenoidu, ať již

izolovanou nebo jako součást komplexních intraartikulárních zlomenin lopatky. Zlomeniny akromia a laterální spiny často doprovázely AC luxaci IV. stupně Rockwoodovy klasifikace, což souviselo s rozvojem horizontální nestability AC skloubení, zatímco zlomeniny proc. coracoideus se nejčastěji vyskytovaly u III. stupně AC luxace. Vliv na rozvoj daného typu nestability (horizontální/vertikální) má směr působícího násilí v době úrazu.

Zajímavým nálezem v našem souboru byla kombinovaná osteoligamentózní instabilita, kdy došlo k přerušení korakoklavikulární junkce na dvou úrovních. Tato léze nebyla dosud v literatuře popsána.

Akromioklavikulární luxace typu IV a V Rockwoodovy klasifikace jsou indikovány k operační léčbě (Allman F.L., 1967; Li X. et al., 2014). U AC luxace typu III se názory různí (Rockwood C.A., 1984), ale obvykle je lépe operovat, vzhledem k přítomnosti zlomeniny lopatky. Operační technika závisí na typu poranění AC kloubu a na typu přidružených zlomenin lopatky.

Sternoklavikulární luxace u zlomenin lopatky

Jedinou zmínku o SC luxaci doprovázející zlomeninu lopatky podal Armstrong (Armstrong C.P. et al., 1984) v roce 1984, který v souboru 64 zlomenin lopatky, v tabulce přidružených poranění, zmiňuje 2 případy SC luxace. V práci bohužel chybí bližší specifikace zlomeniny lopatky i typ SC luxace.

Další informace spojující poranění SC skloubení a lopatky je několik případů tzv. skapulothorakální disociace u kterých bylo popsáno distrakční poranění SC kloubu (Armstrong et al., 1984; Ebraheim N.A. et al., 1987; Goldstein L.J. et al., 2000; Stepanovic Z.L. et al., 2015). I v našem souboru jsme zaznamenali jeden případ SC luxace doprovázené skapulothorakální disociací, ale protože se jedná o zcela odlišný typ poranění, nebyl tento případ zahrnut do našeho souboru uvedeného v této práci.

Na našem pracovišti jsme zaznamenali 2 případy SC luxace spojené zlomeninou lopatky. Oba případy byly zdokumentovány i na 3D CT rekonstrukcích. V literatuře jsme jiné podrobněji popsané případy (včetně 3D CT rekonstrukcí) nenašli.

V jedné z našich kazuistik jsme zaznamenali i subluxaci mediálního konce klíčku distálně a mírně ventrálně, což je atypické – ventrální typ luxace je spojen s proximální dislokací mediálního konce klíčku. Tento typ SC luxace se vyskytoval u infraspinální zlomeniny těla lopatky.

Závěry

V anatomické části disertační práce byly poprvé popsány dvě anatomické struktury, které v literatuře byly dosud zmíněny pouze okrajově, a to *sulcus coracoglenoidalis a sulcus arteriae circumflexae scapulae*. Naše studie poukázaly na značnou variabilitu ve výskytu i míře vytvoření obou těchto žlábků a upozornily na jejich klinický význam zejména u zlomenin anatomického krčku a těla lopatky.

V klinické části disertační práce jsme analyzovali náš soubor pacientů se *zlomeninami proc. coracoideus* – u všech těchto pacientů bylo na rozdíl od předchozích autorů provedeno CT vyšetření, díky čemuž jsme identifikovali novou kategorii, tzn. *kominutivní zlomeninu proc. coracoideus*, která nemůže být na běžném RTG snímku diagnostikována.

Akromioklavikulární luxace se nejčastěji vyskytuje u zlomenin proc. coracoideus, akromia či laterální spiny nebo horního glenoidu. Nebyla zaznamenána u zlomenin krčku lopatky. Akromioklavikulární luxace spojená se zlomeninami lopatky může vést ke vzniku kostní či vazivové instability. Vzácněji se mohou léze kombinovat. Naše studie je jediná, která podrobněji popisuje soubor zlomenin lopatky kombinované s AC luxací.

Sternoklavikulární luxace spojená se zlomeninou lopatky je raritní. V našem souboru jsme zaznamenali pouze 2 případy SC luxace, které byly spojené se zlomeninou akromia a zlomeninou těla lopatky. Zároveň jsou to jediné dva případy v literatuře s kompletní CT dokumentací.

Použitá literatura

1. **Ada JR, Miller ME.** *Scapula fractures. Analysis of 113 cases.* Clin Orthop Relat Res 1991;269:174-180.
2. **Allman FL.** *Fractures and ligamentous injuries of the clavicle and its articulation.* J Bone Joint Surg 1967;49-A:774-784.
3. **Bartoniček J.** *Scapular fractures.* In: Tornetta P., Ricci WM, Ostrum RF, McKnee MD, McQueen M, Court-Brown CM (eds.) Rockwood and Green's Fractures in Adults. 9th edition. Philadelphia, Wolters Kluwer 2020: 967-1008.
4. **Bartoniček J, Heřt J.** *Základy klinické anatomie pohybového aparátu.* Praha, Maxdorf 2004: 47-51.
5. **Bartoniček J, Tuček M, Naňka O.** *Zlomeniny lopatky.* Praha, Maxdorf 2021.
6. **Cole PA, Dublin JR, Freeman G.** *Operative technique in the management of scapular fractures.* Clin North Am 2013;44:331-343
7. **Dupont R, Evrard H.** *Sur une voie d'accès postérieure de l'omoplate.* J Chir 1932;39:528-534.
8. **Ebraheim NA, Ramineni SK, Alla SR, Biyani S, Yeasting RA.** *Anatomical basis of the vascular risk related to the circumflex scapular artery during posterior approach to the scapula.* Surg Radiol Anat 2010;32:51-54.
9. **Ebraheim NA, Xu R, Haman SP, Mielder JD, Yeasting RA.** *Quantitative anatomy of the scapula.* Am J Orthop 2000;29:287-292.
10. **Eyres KS, Brooks A, Stanley D.** *Fractures of the coracoid process.* J Bone Joint Surg 1995;77-B:425-428.
11. **Goss TP.** *Double disruption of the superior shoulder suspensory complex.* J Orthop Trauma 1993;7:99-106.
12. **Gurtl E.** *Handbuch der Lehre von den Knochenbrüchen.* Zwiter Teil. Hamm, Grote 1864: 521-540.
13. **Kalný J.** *Foramina nutricia a canales nutricii na lopatce a na pánevní kosti.* Plz Lék Sbor 1962;25-34.
14. **Li MM, Goetti P, Sandman E, Rouleau DM.** *Influence of coracoid anatomy on the location of glenoid rim defects in anterior shoulder instability: 3D CT-scan evaluation of 51 patients.* Surg Radiol Anat 2020;42:895-901.
15. **Li X, Ma R, Bedi A, Dines DM, Altchek DW, Dines JS.** *Management of acromioclavicular joint injuries.* J Bone Joint Surg 2014;96-A:73-84.

16. **Ogawa K, Yoshida A, Takahashi M, Ui M.** *Fractures of the coracoid process.* J Bone Joint Surg 1997;78-B:17-19.
17. **Rockwood CA.** *Injuries to the acromioclavicular joint.* In: Rockwood CA, Green DP (eds.). *Fractures in adults. Volume 1.* 2nd edition. Philadelphia, JB Lippinot 1984: 860-910.
18. **Tuček M, Bartoníček J, Frič V.** *Osseous anatomy of scapula: its importance for classification of scapular body fractures.* Ortopedie 2011;5:104-109.
19. **Urist MR.** *Complete dislocation of the acromioclavicular joint: the nature of the traumatic lesion and effective methods of treatment with an analysis of forty-one cases.* J Bone Joint Surg 1946;28:813-837.

Seznam publikací doktoranda

Publikace in extenso, které jsou podkladem disertace

S IF:

1. **Bartoniček J, Tuček M, Strnad T, Naňka O.** Fractures of the coracoid process - pathoanatomy and classification: based on thirty nine cases with three dimensional computerised tomography reconstructions. *Int Orthop* 2021;45:1009-1015.
Impact Factor: 3,479
Podle WOS citováno 4x
2. **Strnad T, Bartoniček J, Naňka O, Tuček M.** The coracoglenoid notch: anatomy and clinical significance. *Surg Radiol Anat* 2021;43:11-17. **Impact Factor: 1,354**
Podle WOS citováno 3x
3. **Strnad T, Bartoniček J, Tuček M, Naňka O.** Circumflex arterial sulcus of the scapula (sulcus arteriae circumflexae scapulae): its anatomy and clinical relevance. *Surg Radiol Anat* 2022;44:1111-1119. **Impact Factor: 1,354**
Podle WOS citováno 1x

Bez IF:

4. **Strnad T, Bartoniček J, Tuček M.** Acromioclavicular dislocation associated with scapular fractures – pathoanatomy of the injury. *Rozhl Chir* 2022;101:273-277.
5. **Tuček M, Strnad T, Obruba P, Bartoniček J.** Fractures of the surgical neck of the scapula with separation of the coracoid base. *Rozhl Chir* 2020;99:368-372.

Publikace in extenso bez vztahu k tématu disertace

Bez IF:

1. **Chomič J, Vaněček V, Strnad T, Tuček M.** Poranění m. pectoralis major. *Rozhl Chir* 2022;101:211-226.