

Univerzita Karlova

3. lékařská fakulta

Disertační práce

Praha, 2024

MUDr. Martin Čepelík

Univerzita Karlova

3. lékařská fakulta

Disertační práce

Vývojová morfologie loketního kloubu ve vztahu k poranění rostoucího skeletu

Developmental Morphology of the Elbow Joint in Relation to Injuries of the Growing Skeleton

Školitel: doc. MUDr. Tomáš Pešl, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem řádně uvedl a citoval všechny použité prameny a literaturu. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 28.08.2024

Martin Čepelík

Identifikační záznam:

ČEPELÍK, Martin. *Vývojová morfologie loketního kloubu ve vztahu k poranění rostoucího skeletu. [Developmental Morphology of the Elbow Joint in Relation to Injuries of the Growing Skeleton]*. Praha, 2024. 72 stran, 0 příloh. Disertační práce. Univerzita Karlova, 3. lékařská fakulta, Klinika dětské chirurgie a traumatologie 3. LF UK, Fakultní Thomayerova nemocnice. 2024. Školitel doc. MUDr. Tomáš Pešl, Ph.D.

Klíčová slova: dítě, zlomenina, loket, Monteggia léze, ultrazvuk

Keywords: child, fracture, elbow, Monteggia lesion, ultrasound

Poděkování

Rád bych poděkoval těm, kteří se zásadním způsobem podíleli na přípravě této práce i na mém působení v oboru dětské traumatologie i medicíně obecně.

Doc. MUDr. Tomáši Pešlovi, Ph.D., přednostovi Kliniky dětské chirurgie a traumatologie 3. LF UK, za jeho vedení v průběhu doktorského studia i celé přípravy ve specializačním vzdělávání v oboru dětské chirurgie. Za předávání teoretických znalostí i praktických dovedností, za možnost odborného růstu pod jeho dohledem i za umožnění zkoumání nových cest v dětské traumatologii. Za jeho cenné rady i ochotu vždy pomoci. A v neposlední řadě za jeho nesmírnou trpělivost, která byla v průběhu mého vzdělávání často potřeba.

Prof. MUDr. Petru Havránkovi, CSc., emeritnímu přednostovi Kliniky dětské chirurgie a traumatologie 3. LF UK, za jeho cenné připomínky a nesmírný přehled v oboru i mimo něj. Za možnost učit se dětské traumatologii od jednoho z jejích nejvýznamnějších představitelů v České republice. A především za jeho náhled na problematiku dětského traumatu a pochopení, že hlavní devizou a uměním dětského traumatologa je diagnostika a konzervativní léčba a potřeby pacienta by vždy měly stát nad touhou operovat a snahou o dosažení dokonalého rentgenového snímku.

Prof. MUDr. Davidu Kachlíkovi, Ph.D., přednostovi Ústavu anatomie 2. LF UK, který mě naučil lásce k anatomii i celé medicíně. Který byl mým vzorem v pedagogickém působení a zůstává nejlepším učitelem, kterého jsem za svůj život poznal. A který mi ukázal, že i v medicíně je možné zachovat si hlubokou lidskost a žít naplněný život i mimo zdi nemocnice.

Díky patří též všem mým kolegům a pracovníkům Kliniky dětské chirurgie a traumatologie 3. LF UK, kteří vytváří výjimečné rodinné prostředí, plné podpory, ve kterém je radostí vykonávat naši náročnou a stresující práci.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině a svým přátelům, za jejich nezištnou podporu i možnost oprostít se v jejich přítomnosti na chvíli od pracovních povinností. Za to, že jsou vždy po mém boku, když je potřebuji, i když já jim často nemohu z pracovních důvodů věnovat tolik času, který by si zasloužili.

Abstrakt

Loketní kloub představuje jednu z největších diagnostických i terapeutických výzev v dětské traumatologii. V průběhu dospívání se v oblasti loketního kloubu manifestuje celkem 6-10 jader v šesti sekundárních osifikačních centrech. Disertační práce přináší nové poznatky v oblasti traumatologie dětského lokte se zaměřením na Monteggiovu lézi a nabízí nová diagnostická, klasifikační i terapeutická doporučení u poranění loketního kloubu u dětí.

V disertační práci se zabýváme popisem osifikace lokte na současné populaci dětí v České republice, možnostmi ultrazvukového vyšetření dětského lokte se zaměřením na humeroradiální kloub a diagnostiku Monteggiovy léze a vytvoření a otestování nové klasifikace Monteggiovy léze a jejích ekvivalentů.

Výsledky rentgenové studie prokazují významné rozdíly ve věku nástupu osifikace i fúze jednotlivých jader mezi chlapci a dívkami a zpochybňují zavedenou posloupnost osifikace jader loketního kloubu.

V ultrazvukové studii tato práce stanovuje kritéria normálního obrazu humeroradiálního kloubu při ultrazvukovém vyšetření a potvrzuje vysokou negativní prediktivní hodnotu tohoto vyšetření.

Nová klasifikace Monteggiovy léze a jejích ekvivalentů rozděluje tato poranění do dvou základních skupin – na „pravou“ Monteggiovu lézi a dislokované ekvivalenty Monteggiovy léze. Nedislokované ekvivalenty Monteggiovy léze tato práce ze souboru Monteggiových lézí vyčleňuje a doporučuje nadále tato poranění mezi ekvivalenty Monteggiovy léze nepočítat. Nové klasifikační schéma ověřuje statisticky významný rozdíl v terapeutickém přístupu i prognóze mezi jednotlivými skupinami.

Abstract

The elbow joint represents one of the most significant diagnostic and therapeutic challenges in pediatric traumatology with 6-10 nuclei manifested in six secondary ossification centers. The dissertation provides new insights into the field of pediatric elbow trauma, with a focus on Monteggia lesions, and offers new classification, and diagnostic and therapeutic recommendations for pediatric elbow injuries.

The dissertation focuses on describing the ossification of the elbow joint, on the possibilities of ultrasound diagnostics of the pediatric elbow injuries with a emphasis on the humeroradial joint and the diagnosis of Monteggia lesions, and on the creation of a new classification scheme of Monteggia lesions and their equivalents.

The results of the radiographic study show significant differences between boys and girls in the age of onset of ossification and fusion of individual nuclei. This study also challenges the established sequence of ossification of the elbow joint.

In the ultrasound study, the dissertation establishes sonographic criteria for the normal appearance of the humeroradial joint and confirms the high negative predictive value of this examination.

The new classification of Monteggia lesions and their equivalents divides these injuries into two main groups: "true" Monteggia lesions and displaced equivalents of Monteggia lesions. This dissertation excludes non-displaced equivalents of Monteggia lesions from the group of Monteggia lesions and recommends that these injuries should no longer be considered among the equivalents of Monteggia lesions. The new classification scheme statistically verifies the significant difference in therapeutic approach and prognosis between the individual groups.

Obsah

Seznam použitých zkratk	8
1. Úvod	9
2. Teoretická část	11
2.1. Vývoj loketního kloubu a jeho vztah k poranění dětského skeletu	11
2.1.1. Průběh osifikace dětského lokte	11
2.1.2. Pomocné indikátory k posouzení poranění loketního kloubu u dětí	14
2.1.3. Poranění dětského lokte	17
2.2. Diagnostika poranění loketního kloubu u dětí	18
2.3. Monteggia léze	19
2.3.1. Historické poznámky	19
2.3.2. Definice	20
2.3.3. Klasifikace	21
2.3.4. Etiologie a patogeneze	24
2.3.5. Diagnostika	25
2.3.6. Terapie	26
2.3.7. Komplikace	28
2.3.8. Chronická Monteggia léze	29
3. Materiál a metody	31
3.1. RTG studie vývoje osifikace loketního kloubu	31
3.2. Ultrazvuková studie vyšetření loketního kloubu	32
3.3. Příprava a zhodnocení nové klasifikace Monteggiovy léze a jejích ekvivalentů	34
4. Výsledky	37
4.1. RTG studie vývoje osifikace loketního kloubu	37
4.1.1. Manifestace jader loketního kloubu	37
4.1.2. Fúze jader loketního kloubu	41
4.1.3. Hodnocení průběhu radiokapitelární linie (N-linie)	46
4.2. Ultrazvuková studie vyšetření loketního kloubu	47
4.2.1. Diagnostická kritéria pro hodnocení humeroradiálního kloubu v UZ obraze	47
4.2.2. Ultrazvuková studie pacientů se suspektní (sub)luxací v humeroradiálním kloubu	49
4.2.3. Ultrazvuková studie pacientů s heterogenním poraněním loketního kloubu	52
4.3. Zhodnocení nové klasifikace Monteggiovy léze a jejích ekvivalentů	54
5. Diskuse	59
6. Závěr	65
7. Přehled použité literatury	67
8. Seznam publikací autora	71

Seznam použitých zkratek

AP	– předozadní rentgenová projekce
C	– hlavička humeru (<i>capitulum humeri</i>)
CA	– celková anestezie
CRIF	– zavřená repozice a vnitřní fixace / osteosyntéza (<i>closed reduction and internal fixation</i>)
CT	– počítačová (výpočetní) tomografie (<i>computed tomography</i>)
E	– laterální epikondyl humeru (<i>epicondylus lateralis humeri</i>), z anglického <i>external epicondyle</i>
KDCHT	– Klinika dětské chirurgie a traumatologie 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Praze a Fakultní Thomayerovy nemocnice
I	– mediální epikondyl humeru (<i>epicondylus medialis humeri</i>), z anglického <i>internal epicondyle</i>
MKN-10	– 10. revize Mezinárodní klasifikace nemocí
MR	– magnetická rezonance
NIS	– nemocniční informační systém
O	– olekranon (<i>olecranon</i>)
ORIF	– otevřená repozice a vnitřní fixace / osteosyntéza (<i>open reduction and internal fixation</i>)
R	– hlavička radia (<i>caput radii</i>)
ROM	– rozsah pohybů (<i>range of motion</i>)
RTG	– rentgen
SH	– Salter-Harriova klasifikace fyzárních poranění
T	– trochlea humeru (<i>trochlea humeri</i>)
UZ	– ultrazvuk

1. Úvod

Loketní kloub představuje pro dětského traumatologa jednu z největších výzev diagnostických i terapeutických. Tato skutečnost je dána především komplikovaným průběhem osifikace, kdy se v průběhu dospívání dítěte v oblasti loketního kloubu manifestuje postupně 6-10 jader v šesti sekundárních osifikačních centrech – hlavičce humeru, hlavičce radia, mediálním epikondyly, trochlee, olekranu a laterálním epikondyly. Průběh osifikace těchto jader je pak velice variabilní, co se týče věku, ve kterém se manifestují, jejich tvaru, počtu, excentrickým průběhem osifikace i procesem fúze se zbytkem skeletu (fyziologickou epifyzeodézou). Tato variabilita značně komplikuje diagnostiku poranění loketního kloubu u dětí a vyžaduje od lékaře značnou zkušenost při hodnocení RTG snímků dětského skeletu v různých věkových kategoriích. Často též vede k nutnosti používání dalších vyšetřovacích metod pro správné stanovení diagnózy – nejčastěji srovnávacích RTG snímků, CT a MR.

Přesná diagnostika je pak zcela nezbytná pro správné stanovení terapeutického postupu, jelikož nesprávně zvolená terapie může vést nejen ke špatnému zhojení poranění, ale i k iatrogennímu poškození dětského pacienta se všemi následky medicínskými, sociálními i ekonomickými. Tato problematika je pak akcentována skutečností, že poranění loketního kloubu je 3. nejčastějším poraněním dětského skeletu¹ (11,1 %, KDCHT 2003-2008) a zároveň nejčastěji operovanou oblastí dětského skeletu, představující přibližně polovinu všech osteosyntéz u dětí (51,3 %, KDCHT 2013-2017). Tuto skutečnost ještě nadále komplikuje relativně nízká růstová aktivita fýz (růstových plotének) v oblasti loketního kloubu², která přispívá jen k minimální póurazové remodelaci v oblasti distálního humeru a proximálního předloktí, a tedy k trvalým deformitám kostí při nesprávném zhojení.

Poranění dětského lokte pak představuje různorodou skupinu traumat celkem tří kostí a tři samostatných kloubů, které se v oblasti lokte stýkají. Tato poranění mají rozdílnou frekvenci výskytu, liší se různým terapeutickým přístupem a mají též odlišnou prognózu. Specifické místo v souboru poranění dětského lokte pak zaujímá Monteggiaova léze, která je kombinací poranění skeletálního (zlomenina ulny) a luxačního (luxace v humeroradiálním kloubu). Jedná se o relativně vzácné poranění dětského skeletu, jehož diagnostika je komplikována charakteristickým a v literatuře dobře popsaným excentrickým průběhem osifikace jader loketního kloubu, zejména pak hlavičky humeru^{3, 4}. V popisu kongruence humeroradiálního kloubu tak mohou selhávat konvenční zobrazovací metody (RTG), které jsou zásadním způsobem závislé na provedení přesných projekcí, což může být u poraněného dětského lokte problematické. I přes četné literární zdroje není téma diagnostiky, klasifikace a terapie Monteggiovy léze a jejích ekvivalentů vyčerpané a představuje proto hlavní výzkumný cíl této práce.

V naší práci se zaměřujeme na studium osifikace loketního kloubu u dětí a popis jejího průběhu u současné dětské populace v ČR. Detailně se pak věnujeme hodnocení kongruence humeroradiálního kloubu a validitě RTG vyšetření v její diagnostice ve vztahu k průběhu osifikace hlavičky radia a hlavičky humeru. V experimentální části práce pak zaměřujeme na možnosti využití UZ jako zobrazovací metody u poranění dětského skeletu s důrazem na oblast humeroradiálního kloubu a Monteggiovu lézi a testujeme hypotézu, že UZ vyšetření lokte poskytuje dostatečně spolehlivé zobrazení pro zpřesnění diagnostiky Monteggiovy léze.

V poslední části práce se pak zaměříme na hodnocení pacientů KDCHT s Monteggiovou lézí, která představuje relativně vzácnou diagnózu poranění loketního kloubu, často však nesprávně diagnostikovanou či léčenou. Na základě retrospektivní studie našich pacientů se snažíme o vytvoření a otestování nové prognostické diagnosticko-terapeutické klasifikace Monteggiovy léze dětského skeletu.

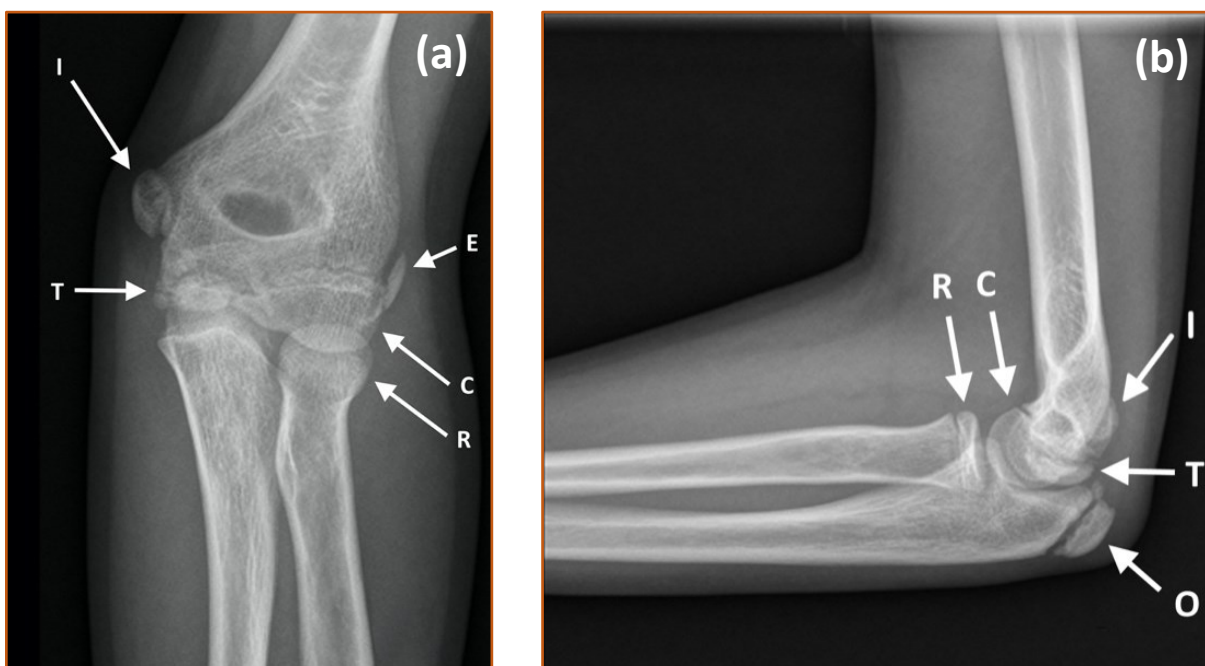
2. Teoretická část

2.1. Vývoj loketního kloubu a jeho vztah k poranění dětského skeletu

2.1.1. Průběh osifikace dětského lokte

Loketní kloub je složený kloub, tvořený ze tří kostí (*humerus*, *radius* a *ulna*), které spolu artikulují ve třech kloubech – kloubu humeroradiálním (kulový kloub), humeroulnárním (kladkový kloub) a proximálním radiulárním (kolový kloub). Jedná se o kloub dvojosý, se základními pohyby flexe a extenze a společně s distálním radioulnárním kloubem i pronace a supinace předloktí.

V oblasti loketního kloubu se manifestuje celkem 6 sekundárních osifikačních center. Čtyři z nich jsou epifyzární – hlavička humeru (*capitulum humeri*), trochlea (*trochlea humeri*), hlavička radia (*caput radii*) a olekranon (*olecranon*) – a dvě jádra jsou apofyzární – mediální epikondyl (*epicondylus medialis*) a laterální epikondyl (*epicondylus lateralis*)^{1,5} (obr. 1).



Obr. 1(a-b). Sekundární osifikační centra loketního kloubu v AP (a) a bočné (b) projekci – hlavička humeru (C), hlavička radia (R), mediální epikondyl (I), trochlea (T), olekranon (O) a laterální epikondyl (E).

Často pak dochází k rozdělení osifikačních center na více částí a může tak docházet k manifestaci více jader loketního kloubu – většinou 6-10. Zcela typický je pak popis dvou a více jader olekranu^{6,7} (obr. 2).



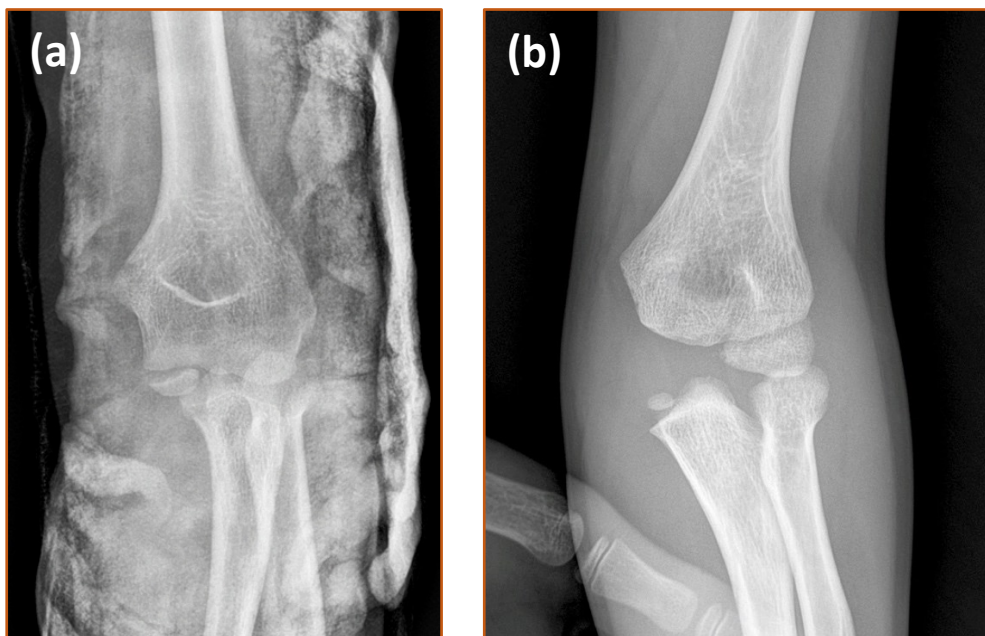
Obr. 2. Typický obraz manifestace dvou jader olekranu.

Všetchna tato jádra pak mohou v průběhu jejich manifestace a následné fúze imitovat traumatickou lézi a je potřeba je od poranění skeletu odlišit (obr. 3).



Obr. 3. Fyziologický obraz osifikace mediálního a laterálního epikondylu, který může imitovat avulzní poranění.

Po narození jsou všechna osifikační centra loketního kloubu chrupavčitá, ale již v prvním roce života dochází k manifestaci jádra v oblasti *capitulum humeri*. Další manifestace jednotlivých jader pak pokračuje ve stabilní posloupnosti dle mnemotechnického kódu C-R-I-T-O-E – *capitulum humeri* (C) - *caput radii* (R) - *epicondylus medialis* (I) - *trochlea* (T) - *olecranon* (O) - *epicondylus lateralis* (E). Tato posloupnost osifikace je zásadní v diagnostice poranění dětského lokte a její znalost může předejít přehlédnutí zlomeniny v oblasti lokte. Typicky se tak děje u avulzí mediálního epikondylu, který při interpozici do kloubu může imitovat jádro trochley nebo olekranu (obr. 4)^{8,9}. Při zachování osifikačního schématu je ale jednoznačné, že nemůže být přítomno jádro trochley a olekranu bez přítomnosti jádra mediálního epikondylu. Znalost posloupnosti osifikace tak může zabránit chybné diagnostice a trvalým následkům z důvodu přehlédnutí závažné zlomeniny, s čímž se v klinické praxi setkáváme.



Obr. 4(a-b). Avulze mediálního epikondylu s interpozicí do kloubu, imitující obraz trochley (a) a olekranu (b).

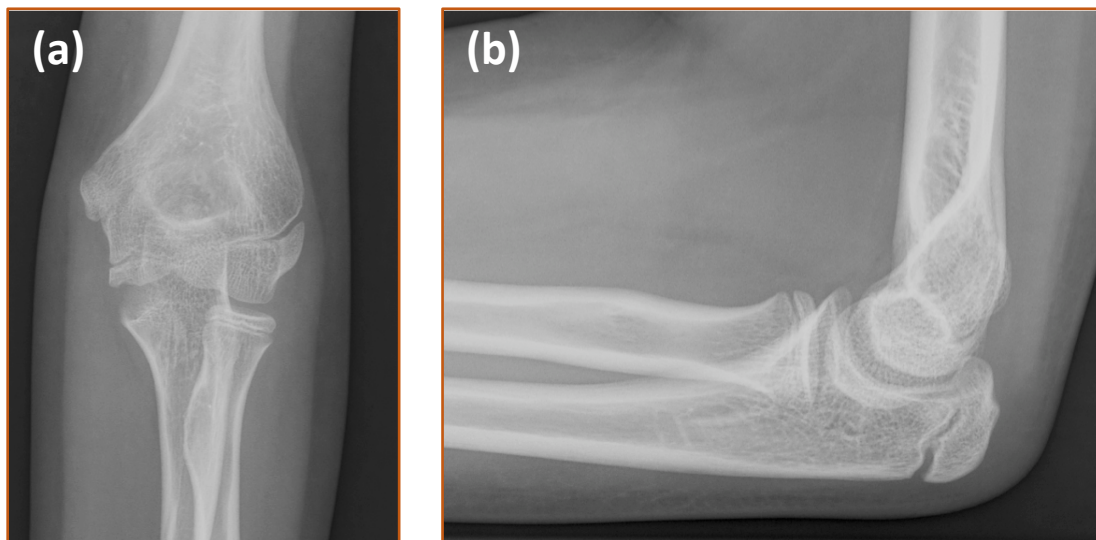
Fúze sekundárních osifikačních center s metafýzou kosti a zánik jednotlivých růstových plotének (fyziologická epifyzeodéza) pak probíhá typicky mezi 13. a 18. rokem věku. U dívek pak dochází k manifestaci i fúzi jader přibližně o 1-2 roky dříve (s výjimkou *capitulum humeri*)^{1, 5, 10, 11, 12, 13}. V praxi dětské traumatologie je pro popis osifikace nejčastěji používáno schéma dle Ogdena⁵ (tab. 1).

Jádro	Manifestace (chlapci / dívky)	Fúze
C – capitulum humeri	1.-2. měsíc / 1.-6. měsíc	14.-17. rok
R – caput radii	3.-6. rok	14.-17. rok
I – epicondylus medialis	5.-7. rok / 3.-6. rok	15.-18. rok
T – trochlea	8.-10. rok / 7.-9. rok	14.-17. rok
O – olecranon	8.-10. rok	14.-17. rok
E – epicondylus lateralis	12. rok / 11. rok	14.-17. rok

Tab. 1. Manifestace a fúze jader loketního kloubu dle Ogdena⁵.

Manifestace jednotlivých jader loketního kloubu se pak používá též pro stanovení kostního věku pacienta při využití bodového klasifikačního schématu dle Sauvegraina z roku 1962, která dle stádia osifikace přiřazuje celkem 27 bodů čtyřem osifikačním centrům (hlavičce radia, trochlee, olekranu a laterálnímu epikondylu) a na základě bodového ohodnocení stanovuje kostní věk pacienta⁷. Tato schémata se v praxi využívají k prognostickému hodnocení při poruchách růstu a při plánování korekčních výkonů na skeletu.

Při hodnocení RTG je potřeba uvážit, že velká část epifýz a apofýz je chrupavčitá a obraz na RTG snímku představuje jen část jejich skutečného rozměru. Je třeba též vzít v úvahu i typické osifikační a fúzní vzorce, které mohou limitovat RTG vyšetření, ať již z důvodu zkreslení obrazu či imitace zlomeniny. Z nich je pro hodnocení poranění dětského skeletu je nejdůležitější excentrická osifikace hlavičky humeru, která začíná mediálně, ventrálně a proximálně³. Důležitá je též znalost osifikace olekranu z více jader a jeho fúze směrem od kloubní plochy a též osifikace laterálního epikondyly, jeho časná fúze s hlavičkou humeru a následná propagace této fúze proximálně³ (obr. 5).

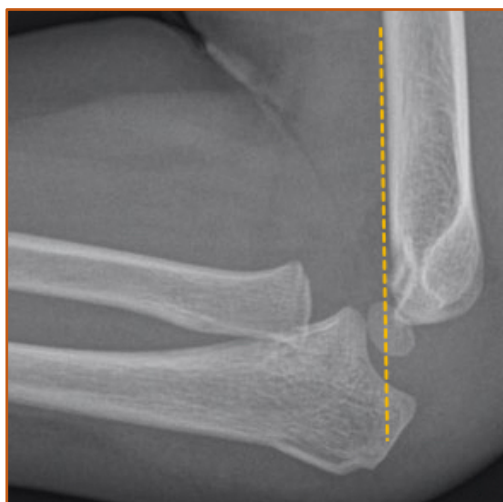


Obr. 5(a-b). Typický obraz fúze laterálního epikondyly s hlavičkou humeru a propagace fúze v mediolaterálním směru (a) a fúze jádra olekranu směrem od kloubní plochy (b).

2.1.2. Pomocné indikátory k posouzení poranění loketního kloubu u dětí

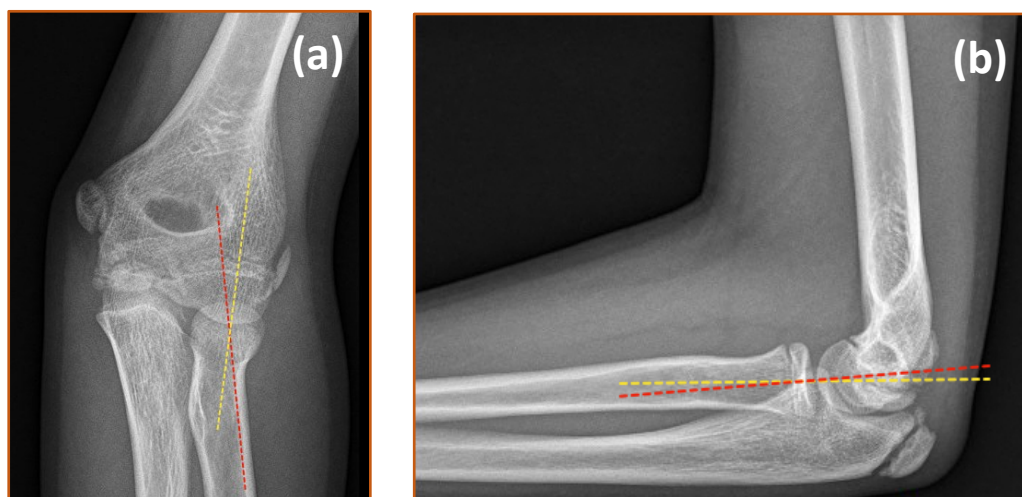
K popisu loketního kloubu u dětí jsou často používány pomocné indikátory hodnocení RTG snímku k posouzení poruchy anatomického tvaru a kloubní kongruence, ke zhodnocení míry dislokace a ke stanovení terapeutického postupu. Nejdůležitějšími indikátory jsou přední humerální linie pro hodnocení suprakondylické zlomeniny distálního humeru a radiokapitelární linie a laterální humerální linie pro hodnocení kongruence humeroradiálního kloubu.

Přední humerální (Rogersova) linie se na bočním RTG snímku lokte prokládá ventrální kortikou diafýzy a metafýzy distálního humeru¹⁴. Takto protažená linie by měla procházet centrem hlavičky humeru nebo alespoň v její střední třetině. V případě, že Rogersova linie hlavičku humeru míjí, jedná se o významnou angulaci periferního fragmentu humeru v jejím předozadním směru a pacient je indikován k repozici a ve většině případů i k osteosyntéze¹ (obr. 6).

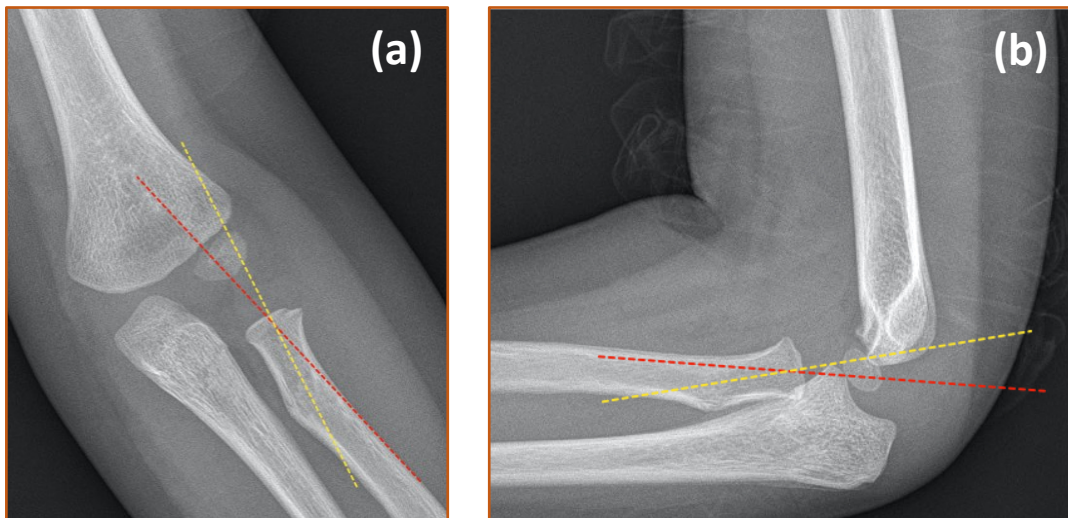


Obr. 6. Přední humerální (Rogersova) linie procházející středem hlavičky radia u neporaněného distálního humeru (u pacienta se zlomeninou olekranu).

Radiokapitelární linie byla popsána Smithem již v roce 1947¹⁵ a slouží k posouzení postavení radia v humeroradiálním kloubu (obr. 7). Prokládá se středem proximálního radia paralelně s dlouhou osou radia a při správné kongruenci humeroradiálního kloubu prochází středem hlavičky humeru. Její využití je ale zásadním způsobem limitováno u mladších pacientů s nedostatečně osifikovanou hlavičkou humeru a hlavičkou radia. Literatura uvádí, že v kategorii mladších pacientů s nízkým stupněm osifikace mívá radiokapitelární linie hlavičku humeru zcela (až v 17 %) nebo alespoň částečně (až v 80 %)^{3, 4, 16, 17}. Kritické pro tyto falešně pozitivní nálezy je období od počátku osifikace proximální epifýzy radia do pěti let života^{10, 13} (obr. 8). Z dostupných studií též vyplývá, že vhodnější pro posouzení humeroradiálního kloubu není radiokapitelární linie vedená osou diafýzy radia (S-linie), ale linie vedená osou krčku radia (N-linie)^{17, 18}. Tato skutečnost vychází z fyziologického zakřivení krčku radia oproti ose diafýzy. Wang a Su pak k redukci falešně pozitivních výsledků (sub)luxace proximálního radia navrhli úpravu radiokapitelární linie tak, že prochází středem proximální i distální fýzy radia (P-linie)¹⁹. Pro tvorbu této linie je ale potřeba celý snímek předloktí včetně zápěstí a lokte, který se v běžné praxi u těchto poranění nepořizuje.

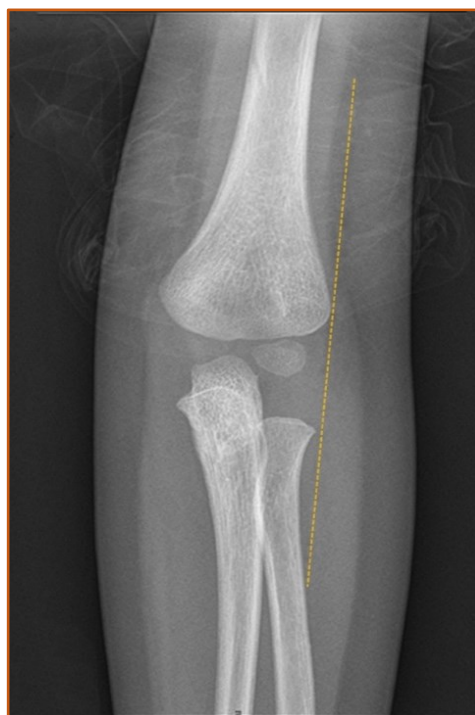


Obr. 7(a-b). Radiokapitelární linie procházející středem hlavičky humeru při správné kongruenci humeroradiálního kloubu – N-linie (žlutě) a S-linie (červeně).



Obr. 8(a-b). Radiokapitelární linie míjející střed hlavičky humeru u neporaněného humeroradiálního kloubu u pacienta se zlomeninou olekranu – falešně pozitivní nález Monteggiaovy léze při nedostatečně pokročilé osifikaci – N-linie (žlutě) a S-linie (červeně).

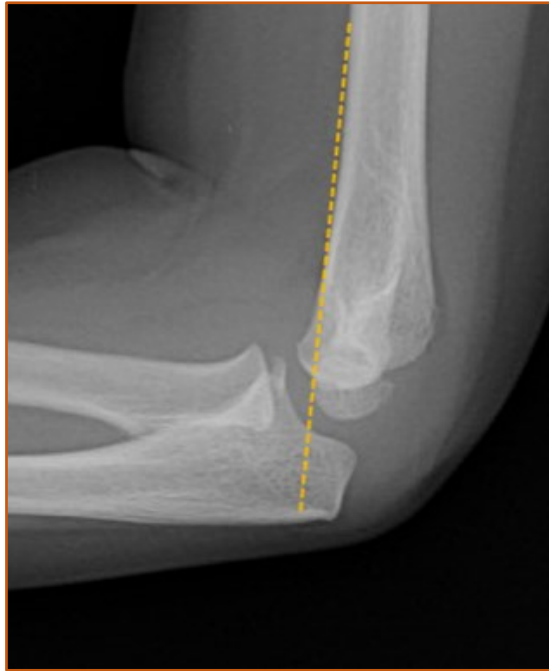
Z důvodu nedostatečné specifity radiokapitelární linie byla pro hodnocení kongruence humeroradiálního kloubu Souderem navržena laterální humerální linie²⁰. Tato linie prochází v AP projekci laterálním okrajem osifikovaného humeru, paralelně s dlouhou osou diafýzy humeru a měla by míjet hlavičku a krček proximálního radius (obr. 9).



Obr. 9. Laterální humerální linie míjející proximální radius při správné kongruenci humeroradiálního kloubu.

Všechny zmíněné pomocné indikátory k hodnocení poranění loketního kloubu jsou vysoce citlivé na provedení správných RTG snímků ve zcela přesných projekcích (obr. 10). To však představuje v případě poraněného dětského lokte výzvu a často pro bolestivost nelze pacienta do

potřebných projekcí polohovat. Výtežnost RTG vyšetření dětského lokte, zejména ve vztahu k poranění humeroradiálního kloubu (Monteggiaově lézi), může být značně limitována a mnohdy je nutné přistoupit k vyšetření pacienta v CA nebo dalšími pomocnými metodami (CT, MR). Touto problematikou a jejím řešením se zabývá experimentální část naší práce.



Obr. 10. Přední humerální linie míjející hlavičku humeru v nepřesné bočné projekci u nedislokované suprakondylické zlomeniny distálního humeru.

2.1.3. Poranění dětského lokte

Poranění dětského lokte představuje heterogenní skupinu traumat distálního humeru, proximálního radia, proximální ulny a přilehlých struktur loketního kloubu. V četnosti poranění dětského skeletu zaujímá loketní kloub třetí místo (po poranění prstů a distálního předloktí) a představuje cca 10 % skeletálních traumat u dětí (11,1 %, KDCHT 2003-2008). K úrazům dochází jak při přímém nárazu na loketní kloub, tak často nepřímě (přeneseně) při pádu na extendovanou končetinu. Vzhledem k tomu, že vazivový aparát u dětí je pevnější, než růstová chrupavka a/nebo metafyzární kost, jsou solitární luxace lokte u dětí nesmírně vzácné a typické je spojení luxačního poranění se skeletálním traumatem (typicky avulze mediálního epikondylu při luxaci lokte)^{1, 5}. Přehled a přibližnou frekvenci ukazuje tabulka 2. Vzhledem k rozsahu problematiky a zaměření práce se v teoretické části budeme věnovat pouze výčtu možných poranění a Monteggiaově lézi, která bude rozebrána v samostatné kapitole.

Zlomenina	Frekvence poranění
supra- a interkondylická zlomenina humeru	5,9 %
zlomenina radiální části kondylu humeru	1,1 %
avulze laterálního epikondylu humeru	raritní (v souboru nezaznamenána)
zlomenina ulnární části kondylu humeru	0,1 %
avulze mediálního epikondylu humeru	0,7 %
separace celé distální epifyzy humeru	0,2 %
zlomenina hlavičky humeru	raritní (v souboru nezaznamenána)
zlomeniny proximálního radia (nejčastěji SHII)	1,7 %
zlomeniny olekranu	0,8 %
Monteggiaova léze	0,5 %
komplexní / sdružená poranění	frekvence započítána u jednotlivých zlomenin

Tab. 2. Přehled zlomenin v oblasti distálního humeru a jejich poměrné zastoupení vůči veškerým poraněním celého skeletu (dle statistiky KDCHT 2003-2008) – tučně zvýrazněny zlomeniny, které jsou považovány za „běžné“.

2.2. Diagnostika poranění loketního kloubu u dětí

V diagnostice poranění dětského skeletu zůstává zlatým standardem provedení prostých RTG snímků, zhotovených ve dvou základních na sebe kolmých projekcích. Přesné zhotovení snímků i správné polohování pacienta při provádění RTG vyšetření je zásadní pro jejich správné hodnocení. V případě nepřesných projekcí může docházet k falešně pozitivním i falešně negativním nálezům, či nesprávnému zhodnocení míry dislokace zlomeniny²¹. Provedení bočné projekce loketního kloubu se doporučuje zhotovit pomocí horizontálního paprsku bez rotování končetiny. V praxi se však často setkáváme s tím, že radiologický laborant polohuje vyšetřovaný loket na RTG stole ve vnitřní rotaci a dochází tak ke zkreslení výsledného snímku (viz obr. 10). V případě nejasného nálezu je potřeba vyšetření opakovat a hodnotící lékař se nesmí spokojit s nepřesně zhotovenými snímky, u kterých může dojít k nesprávnému stanovení diagnózy.

Při diagnostických rozpacích je vždy potřeba doplnit další vyšetření. Často postačuje zhotovení srovnávacího RTG snímku neporaněné končetiny. Možné je i provedení inspekce pod RTG zesilovačem, včetně provedení dynamického zobrazení. Toto vyšetření je ale často potřeba provádět v CA. Výhodou pak bývá možnost dalšího vyšetření, které je vzhledem k bolestivosti komplikované provádět bez anestezie (například vyšetření stability lokte), či možnost provedení definitivního výkonu.

Stále častějším vyšetřením, využívaným ve skeletální traumatologii, je použití CT. Toto vyšetření nabízí detailní zobrazení kostních struktur, včetně možnosti 3D rekonstrukce obrazů.

V případě dětského skeletu je ale CT vyšetření často málo přínosné a využívá se primárně k diagnostice intraartikulárních zlomenin a pourazových deformit. Stejně, jako u RTG, nedochází v případě CT vyšetření ke zobrazení chrupavčitých částí skeletu a jeho využití pro diagnostiku poranění neosifikovaného lokte je limitováno. U CT vyšetření je potřeba (zejména u dětských pacientů) brát v úvahu též radiační zátěž. Přestože při CT vyšetření dochází k relativně malé radiační zátěži (CT lokte představuje dávku cca 0,14 mSv, což odpovídá přibližně 14 dnům ozáření z přírodních zdrojů), stále představuje přibližně stonásobnou dávku oproti prostým RTG snímkům (RTG lokte představuje dávku cca 0,001 mSv, což odpovídá přibližně 3 hodinám ozáření z přírodních zdrojů)^{22, 23}. Alternativou CT vyšetření pak může být méně známá metoda digitální tomosyntézy – počítačem rekonstruované série RTG snímků s nízkou dávkou záření, představující přibližně 25-55krát menší dávku záření než CT²⁴.

Vyšetření pomocí MR představuje dobrou pomocnou metodu k tradičním zobrazovacím technikám. Pro samotné skeletální poranění je vyšetření MR spíše nevhodné, ale na rozdíl od RTG a CT zobrazuje chrupavčité části dětského skeletu a také další měkké tkáně jako třeba kolemkloubní vazivový aparát. Zároveň je MR považována za bezpečnou a nezátěžovou metodu pro lidský organismus. Problémem MR ale zůstává jeho cena, omezená dostupnost a v případě dětských pacientů i délka vyšetření, kdy pacient musí být zcela v klidu po dobu 15-30 minut ve stísněném a hlučném prostoru. MR je tak u dětí do šesti let rutinně prováděna v CA a i u starších dětí je často CA pro provedení vyšetření nutná. Vzhledem k tomu, že pro loketní kloub je z hlediska osifikace kritickou periodou diagnostiky období do pěti let věku^{10, 13}, je praktické využití MR v diagnostice poranění dětského lokte prakticky nulové.

Do popředí diagnostiky v dospělé i dětské traumatologii se v posledních letech dostává vyšetření pomocí UZ, které představuje dostupnou, levnou a pro pacienta nezátěžovou metodu zobrazení skeletu a měkkých tkání²⁵. V oblasti loketního kloubu se dostupná literatura zaměřuje především na diagnostiku poranění měkkých tkání a volných těles v kloubu^{26, 27}. Ze zlomenin je dobře popsána diagnostika suprakondylické zlomeniny distálního humeru na základě hodnocení oddálení tukového tělesa hematodem (*fat-pad sign* – toto znamení je popisováno i na RTG snímku jako projasnění v okolí humeru u suspektních suprakondylických zlomenin distálního humeru), kdy nepřítomnost tohoto znamení prakticky vylučuje možnost suprakondylické zlomeniny^{28, 29}. Existuje však minimum dostupných pramenů, které se zabývají hodnocením Monteggiovy léze, která je hlavním předmětem výzkumu v této práci.

Pro vyšetření skeletu se doporučuje použití lineární sondy různého frekvenčního rozsahu a v literatuře jsou dobře dostupné doporučené postupy vyšetření loketního kloubu^{25, 26, 27, 30}.

2.3. Monteggiova léze

2.3.1. Historické poznámky

Zlomenina diafýzy ulny s luxací proximálního radia v oblasti humeroradiálního kloubu, dnes známá jako Monteggiova léze, se v literatuře poprvé objevuje v roce 1814, kdy milánský chirurg Giovanni Battista Monteggia (1762-1815) ve své monografii *Istituzioni Chirurgiche* popisuje léčbu poranění předloktí u jednoho ze svých pacientů slovy „... po ošetření otok končetiny

ustoupil, ale vykloubení radia nebylo snadné zreponovat... provedl jsem kompresi a výměnu fixace, abych postavení radia udržel, ale nedařilo se mi to...“. Monteggia ve své práci – ještě dávno před objevem rentgenových paprsků – popsal celkem 2 případy zlomenin proximální třetiny diafýzy ulny s luxací hlavičky radia, správně vystihl vzájemný vztah mezi poraněním obou kostí a zdůraznil nutnost ošetřovat obě poranění jako celek. Následně se pak v literatuře objevují další zmínky o tomto specifickém typu poranění. Ve svých publikacích jej zmiňují Cooper (1844), Doerfler (1886), Stimson (1900), Wilson (1933), Cunningham (1934) a zejména pak Malgaigne (1854), který poprvé upozorňuje na nutnost při poranění ulny aktivně pátrat po poranění radia, které zlomeninu ulny téměř vždy provází a může být vyjádřeno právě jako luxace proximálního radia. Termín Monteggiova léze (*Monteggia fracture-dislocation*) pak byl poprvé použit v roce 1909 Perriem v jeho publikaci *Thesis de Paris*^{31, 32}.

Důležitým milníkem ve studiu Monteggiovy léze se pak stávají publikace uruguayského profesora ortopedie Josého Luise Bada (1903-1977), který v roce 1967 uveřejnil článek, ve kterém shrnuje poznatky z léčby souboru 40 pacientů (z toho 18 dětí) s Monteggiovou lézí a vytváří systém klasifikace Monteggiovy léze na základě morfologie poranění na hodnocených RTG snímcích. Bado zároveň ve své práci popisuje poranění podobného typu, jako je Monteggiova léze, které nazývá jejími ekvivalenty³³. Badova klasifikace se ujala celosvětově jako standard v hodnocení Monteggiovy léze.

Monteggiově lézi je v odborné literatuře i nadále věnována značná pozornost. Probíhá snaha o zpřesnění a upravení Badova klasifikačního schématu specificky pro dětský skelet, zejména pak v otázce ekvivalentů Monteggiovy léze³⁴. Byla též vytvořena zcela nová klasifikační schémata, která odrážejí nejen morfologii, ale zejména stabilitu a prognózu jednotlivých typů léze a mohou být pro ošetřujícího lékaře vodítkem k adekvátní terapii a očekávaným výsledkům léčby^{35, 36}.

2.3.2. Definice

Monteggiova léze je poměrně vzácným poraněním, představující asi 0,5 % veškerých poranění dětského skeletu (KDCHT 2003-2008). Vyskytuje se ve všech věkových kategoriích s maximem mezi 7. a 10. rokem života⁵ (někteří autoři udávají širší rozmezí maxima mezi 4. a 10. rokem života³⁷). Monteggiova léze není poraněním výhradně dětského skeletu, ale děti představují významné procento všech těchto lézí (Bado 45 %³³) s určitými specifickými pro dětský skelet. V případě správné diagnostiky a adekvátní léčby jsou výsledky terapie dobré. Bohužel i přes značné množství literárních pramenů i odborných sdělení na traumatologických sympoziích zůstává významné procento těchto poranění nedignostikováno, či nesprávně léčeno se všemi negativními důsledky pro funkci poraněné končetiny¹.

Monteggiova léze je definována jako zlomenina ulny v kterékoli etáži s luxací proximálního radia v humeroradiálním kloubu (obr. 11). K této hlavní skupině Monteggiových lézí se poté řadí další, podobné typy poranění, nazývané „ekvivalenty Monteggiovy léze“, které jsou ale různými autory interpretovány odlišně^{1, 5, 33, 34, 37}. V literatuře i klinické praxi je možné setkat se též s termínem „Monteggiova zlomenina“ (*Monteggia fracture* a *Monteggia fracture-dislocation*).



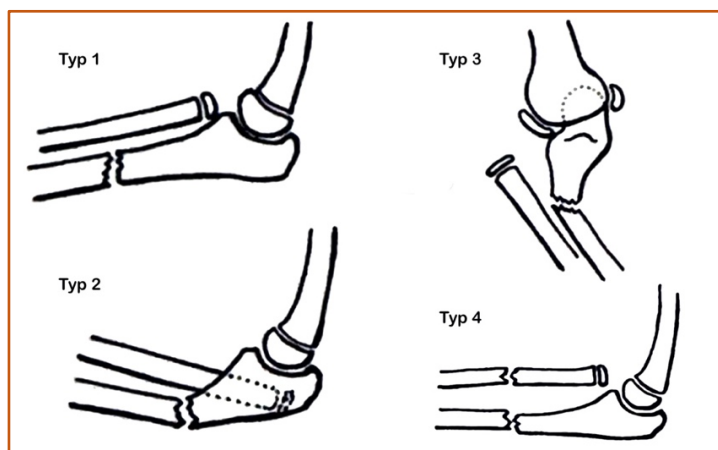
Obr. 11. Monteggia léze – kombinace zlomeniny vrbového proutku (*greenstick*) diafýzy ulny a ventrální luxace hlavičky radia.

2.3.3. Klasifikace

Jako hlavní klasifikační schéma Monteggiovy léze je celosvětově nejčastěji používáno rozdělení dle Bada z roku 1967³³. Ten rozděluje Monteggiovu lézi na čtyři základní typy dle směru luxace hlavičky radia (tab. 3 a obr. 12).

Typ 1 – extenční	Zlomenina diafýzy ulny v kterékoli etáži s dorzální angulací a ventrální luxací hlavičky radia.
Typ 2 – flekční	Zlomenina diafýzy ulny v kterékoli etáži s ventrální angulací a dorzální luxací hlavičky radia.
Typ 3	Zlomenina (proximální metafýzy) ulny s mediální angulací a laterální luxací hlavičky radia.
Typ 4	Ventrální luxace hlavičky radia (typ 1) se zlomeninou radia a ulny v téže úrovni.

Tab. 3. Badova klasifikace Monteggiovy léze (1967)³³. Bado ve své práci používá staré názvosloví pro určení směru dislokace, ve kterém je směr angulace určen podle směru vrcholu úhlu, nikoli podle směru dislokace periferního fragmentu, jak je zvykem v současné době. V naší práci používáme názvosloví současné.



Obr. 12. Badova klasifikace Monteggiovy léze (1967) – se svolením autora převzato z Havránek P. et al. Dětské zlomeniny (2013)¹.

Bado k těmto 4 základním typům Monteggiovy léze popsal ještě další podobné typy poranění, které nazval „ekvivalenty Monteggiovy léze“, přičemž většina z nich představuje ekvivalent 1. typu, pouze jeden typ léze Bado popisuje jako ekvivalent 2. typu a neuvádí žádné existující ekvivalenty 3. a 4. typu (tab. 4). Tyto ekvivalenty ale nejsou obecně platné pro dětskou skeletální traumatologii a obsahují navíc i diagnózu bolestivé pronace (*pronatio dolorosa, pulled elbow*), která je častým a nezávažným poraněním dětského lokte a není vhodné ji zařadit do relativně úzké skupiny vzácných poranění Monteggiova typu. Na druhé straně je pak diskutována existence solitární luxace hlavičky radia^{38, 39} a předpokládá se, že ve většině těchto případů dochází k nepoznanému poranění ulny typu zlomeniny z ohnutí (*bowing*), kdy působící síla sice způsobí prohnutí ulny v akutní fázi úrazu, ale není dostatečně velká na vytvoření trvalé plastické deformace a často je tato nenápadná zlomenina verifikována jen jako diskrétní svalek po sejmutí fixace¹.

Ekvivalenty 1. typu
Solitární ventrální luxace radia u dítěte nebo dospělého – u dítěte je tato jednotka známa jako bolestivá pronace.
Zlomenina diafýzy ulny se zlomeninou krčku radia
Zlomenina krčku radia
Zlomenina diafýzy ulny se zlomeninou proximálního radia – zlomenina radia je vždy proximálně od zlomeniny ulny
Zlomenina diafýzy ulny s ventrální luxací hlavičky radia a zlomeninou olekranu
Dorsální luxace lokte se zlomeninou diafýzy ulny, se zlomeninou krčku radia nebo bez ní
Ekvivalenty 2. typu
Pouze fyzární poranění proximálního radia nebo zlomeniny krčku radia

Tab. 4. Ekvivalenty Monteggiovy léze dle Bada (1967)³³.

Z výše uvedených důvodů došlo různými autory k úpravě a modifikacím klasifikace ekvivalentů Monteggiovy léze, z nichž se v běžné praxi používá klasifikace dle Olneye a Menelaa³⁴ (tab. 5) z roku 1989. Pro praktické účely je ale považována luxace radia se zlomeninou ulny z ohnutí (*bowing*) za hlavní typ Monteggiovy léze a současná zlomenina diafýzy a olekranu ulny za vzácnou komplikaci Monteggiovy léze a jako jediný platný typ ekvivalentu Monteggiovy

léze tak zůstává zlomenina ulny v kterékoli etáži v kombinaci se separací proximální epifýzy radia či zlomeninou krčku radia (obr. 13), která je dále rozpracována v této studii.

Ventrální luxace hlavičky radia spojená se zlomeninou ulny z ohnutí (<i>bowing</i>)
Ventrální luxace radia při kombinaci fraktury diafýzy ulny a fraktury olekranu
Zlomenina krčku radia nebo separace proximální epifýzy radia při zlomenině ulny v kterékoli úrovni

Tab. 5. Ekvivalenty Monteggiovy léze dle Olneye a Menelaa (1989)³⁴ – tučně zvýrazněná jediná definice, používaná v klinické praxi a v dále v této studii.



Obr. 13. Ekvivalent Monteggiovy léze 2. typu – zlomenina olekranu a separace proximální epifýzy radia typu SHII.

Uvedené klasifikace však hodnotí Monteggiovu lézi jen z pohledu patologicko-anatomického a nezohledňují stabilitu léze a nejsou tak vodítkem pro volbu adekvátního přístupu k léčbě. Z těchto důvodů Pešl s Havránkem v roce 2005 publikovali prognostickou klasifikaci Monteggiovy lézi a jejich ekvivalentů, která hodnotí z hlediska stability zvláště poranění ulny a zvláště poranění radia a jejich kombinací vytváří tři základní skupiny s odlišnou prognózou stability a jinou volbou vhodného způsobu terapie^{35, 36} (tab. 6).

Poranění ulny	
1) stabilní	zlomenina z ohnutí (<i>bowing</i>), vrbového proutku (<i>greenstick</i>), <i>torus</i>
2) potenciálně nestabilní	kompletní příčná zlomenina
3) nestabilní	šikmá, tříštivá a etážová zlomenina
Poranění radia	
A) stabilní	nedislokovaná zlomenina krčku nebo separace proximální epifýzy
B) potenciálně nestabilní	luxace hlavičky radia bez ohledu na směr
C) nestabilní	dislokovaná zlomenina krčku nebo separace proximální epifýzy
Výsledná klasifikace	
A1, A2, B1 – stabilní Monteggiaova léze, konzervativní léčba v 93,3 % případů	
A3, B2, C1 – potenciálně nestabilní Monteggiaova léze, operace nutná v 55,6 % případů	
B3, C2, C3 – nestabilní Monteggiaova léze, operace nutná v 89,5 % případů	

Tab. 6. Prognostická klasifikace Monteggiovy léze a jejích ekvivalentů dle Pešla a Havránka (2005)^{35, 36}.

2.3.4. Etiologie a patogeneze

Nejčastěji se vyskytujícím typem Monteggiovy léze u dětí je 1. neboli extenční typ. Bado tento typ pozoroval u 60 % svých pacientů léčených pro Monteggiovu lézi³³. Vzhledem ke své četnosti je zároveň nejlépe zdokumentovaným typem. Vzniká jedním za tří možných mechanismů úrazu – přímým násilím, hyperextenzí nebo hyperpronací. Podobný mechanismus úrazu – zejména pak hyperpronační násilí – se uplatňuje i při vzniku léze 4. typu^{1, 5, 37, 39}.

Přímé násilí je většinou způsobeno úderem na dorsální stranu ulny, která se láme v místě inzultu, dochází k dorsální angulaci periferního fragmentu a následně působící silou k ventrální luxaci hlavičky radia. Hyperextenční mechanismus předpokládá pád na nataženou končetinu ve středním postavení a následnou hyperextenzi v lokti, která vede nejprve k ventrální luxaci hlavičky radia a teprve poté ke zlomenině ulny. Hyperpronace pak vzniká při pádu pacienta na nataženou končetinu, která se při doteku se zemí fixuje v pronaci a následnou rotací těla kolem fixované končetiny je předloktí převedeno do hyperpronace, kdy dojde ke vzájemnému kontaktu předloketních kostí a následně působící silou k luxaci hlavičky radia a zlomenině ulny, kdy místo kontaktu předloketních kostí působí jako hypomochlion a tlačí hlavičku radia ventrálně⁴⁰.

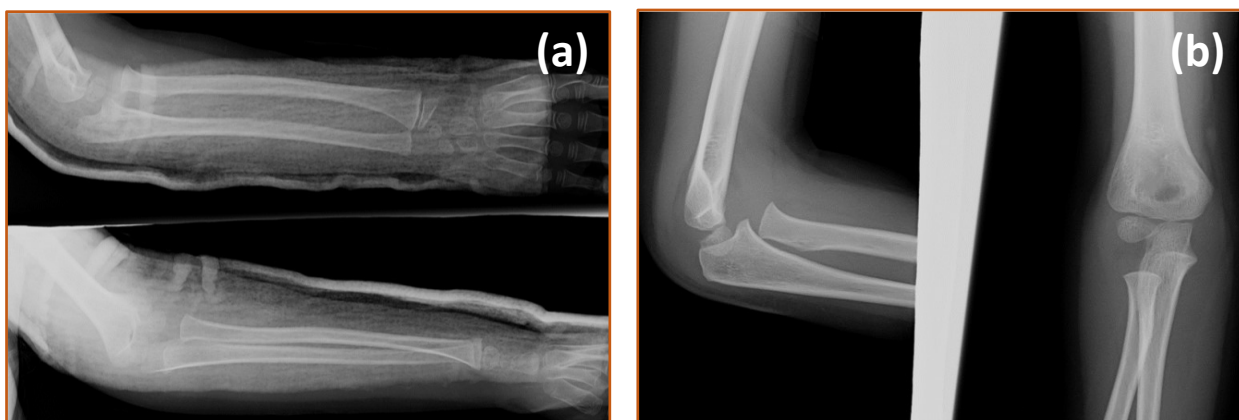
2. typ Monteggiovy léze je vzácný a mechanismus jejího vzniku není plně objasněn. Předpokládá se působení přímého násilí v supinaci předloktí či osového násilí ve směru dlouhé osy předloktí při flexi lokte. Posledním zvažovaným mechanismem vzniku 2. typu Monteggiovy léze je rotační násilí v supinaci lokte^{1, 37}.

3. typ Monteggiovy léze je charakteristický pro malé děti. Lokalizace zlomeniny ulny je většinou v oblasti proximální metafýzy a nejčastěji se jedná o zlomeninu typu vrbového proutku (*greenstick*). Jedná je o druhý nejčastější typ Monteggiovy léze. Působící násilí je varizující, často se jedná o přímý náraz na vnitřní stranu lokte^{1, 37}. Při laterální luxaci pak může dojít k roztržení ligamentum anulare radii a jeho následné interpozici do humeroradiálního kloubu, která může bránit zavřené repozici³⁹.

2.3.5. Diagnostika

Suverénní metodou diagnostiky skeletálního poranění u dětí je RTG vyšetření poraněné oblasti ve dvou na sebe kolmých projekcích. Stejný algoritmus je možné uplatnit i v diagnostice Monteggiovy léze a nativní RTG snímky lokte a předloktí bývají pro stanovení správné diagnózy dostačující. Při hodnocení RTG snímků se pro hodnocení kongruence humeroradiálního kloubu rutinně využívá hodnocení radiokapitelární linie (N-linie). V případě nejasného nálezu je nutné Monteggiovu lézi jednoznačně vyloučit nebo potvrdit, ať již doplněním dalších snímků (včetně srovnávacích snímků zdravého lokte), využitím alternativních zobrazovacích metod či inspekcí pod RTG zesilovačem v CA.

V rámci diagnostiky poranění dětského lokte a předloktí je nezbytné, aby ošetřující lékař o riziku vzniku Monteggiovy léze věděl a aktivně po něm pátral, zejména, pokud na RTG snímku nalezne solitární zlomeninu ulny v kterékoli etáži. Ogden uvádí, že pro klinickou praxi má lékař předpokládat, že solitární zlomenina ulny neexistuje⁵. Pokud tedy na RTG snímku předloktí lékař diagnostikuje solitární zlomeninu ulny, je nezbytné aktivně pátrat po lézi radia a je nutné doplnit samostatné snímky lokte a zápěstí k explicitnímu vyloučení Monteggiovy léze či jiného poranění radia (obr. 14). Bohužel přehlédnutí luxace v humeroradiálním kloubu nadále zůstává nejčastější příčinou nesprávného zhojení Monteggiovy léze a trvalých následků ve smyslu rozvoje chronické Monteggiovy léze.



Obr. 14a-b. Špatně hodnotitelná ventrální luxace hlavičky radia při diskretní zlomenině ulny z ohnutí (*bowing*), nerozpoznaná na vstupním RTG (a) a její potvrzení na doplněném snímku lokte bez fixace (b).

2.3.6. Terapie

Pro terapii Monteggiovy léze je zásadní repozice hlavičky radia zpět do humeroradiálního kloubu. Tato repozice většinou nebývá technicky obtížná a provádí se zavřeně, tlakem na dislokovanou hlavičku radia za současného tahu v dlouhé ose předloktí. V případě léze 1. typu se repozice provádí v plné supinaci k uvolnění *m. biceps brachii* při postupném převádění extendované končetiny do flexe v lokti. U 2. typu Monteggiovy léze pak repozice probíhá v plné extenzi^{1,5}. Repozice hlavičky radia může být komplikována interpozitem *ligamentum anulare radii*, které může být vmezeřeno buď částečně nebo zcela do oblasti humeroradiálního kloubu a bránit tak úspěšné repozici. U takto ireponibilních luxací je nutné přistoupit k otevřené revizi humeroradiálního kloubu a *ligamentum anulare radii* (s jeho odstraněním z oblasti humeroradiálního kloubu nebo případnou jeho rekonstrukcí), která však s sebou nese zvýšené riziko ektopických osifikací⁵.

Úspěšná repozice hlavičky radia není možná bez současné repozice poraněné ulny a stabilita humeroradiálního kloubu po repozici je podmíněna obnovou a zachováním délky ulny¹, čehož si všiml ve své první zmínce o těchto lézích i Monteggia³². Je tedy nutné k Monteggiově lézi přistupovat jako ke komplexnímu poranění a nelze úspěšně řešit pouze jednu z jeho součástí.

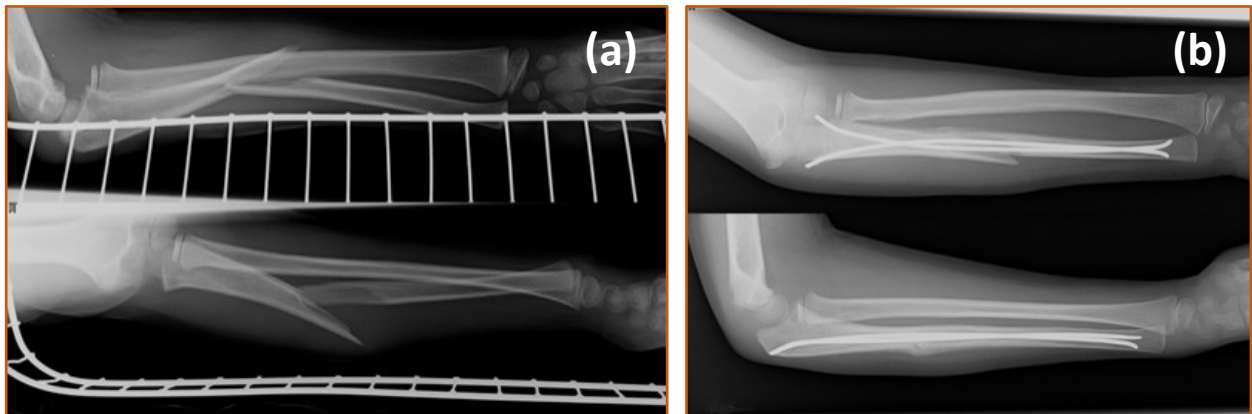
V terapeutické rozvaze je v případě Monteggiovy léze vhodné použití Pešlový a Havránkovy prognostické klasifikace^{35,36}, která hodnotí luxaci hlavičky radia jako potenciálně nestabilní poranění a výsledná stabilita léze je pak závislá právě na poranění ulny. V případě zlomenin ulny typu vrbového proutku (*greenstick*), zlomeniny z ohnutí (*bowing*) nebo torus je Monteggiova léze stabilní a ve většině případů je v terapii postačující zavřená repozice a sádrová fixace na dobu 3-6 týdnů. Zlomeniny typu vrbového proutku (*greenstick*) se u 3. typu léze vyskytují většinou v oblasti proximální metafýzy ulny a není je tak možné překorigovat a dolomit, jak je tomu u zlomenin vrbového proutku (*greenstick*) zvykem¹. Naopak u zlomenin vrbového proutku (*greenstick*) v oblasti diafýzy ulny je dolomení nutné jako prevence následné redislokace i za cenu převedení zlomeniny na kompletní, a tedy potenciálně či zcela nestabilní.

U kompletních příčných zlomenin ulny je výsledná léze potenciálně nestabilní a volba terapeutického postupu (prostá repozice, nebo osteosyntéza) se odvíjí od stability léze při manipulacích pod RTG zesilovačem na operačním sále.

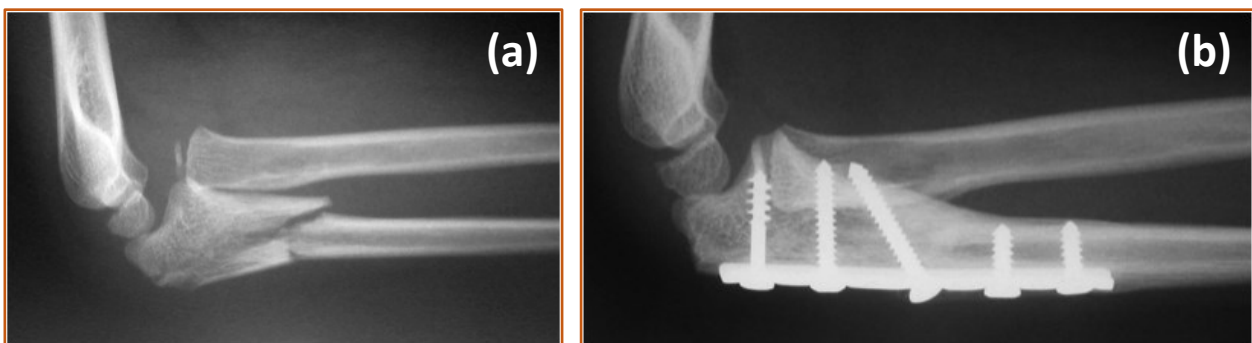
Šikmé, tříštivé a etážové zlomeniny ulny jsou primárně nestabilní a téměř vždy je při jejich ošetření metodou volby osteosyntéza.

Ošetření Monteggiovy léze probíhá vždy v CA i v případě prosté repozice (stejně, jako by tomu mělo být u naprosté většiny zlomenin u dětí). Při nutnosti provedení osteosyntézy je základním kritériem obnovení a udržení osy a původní délky ulny za použití co nejméně invazivních metod (z důvodu prevence poškození měkkých tkání). V případě diafyzárních zlomenin ulny nejčastěji volíme osteosyntézu metodikou ESIN, kdy extrafyzárně antegrádně (častěji) nebo retrográdně (méně často) zavádíme do dřevňové dutiny ulny Prévotův hřeb (případně variantně Kirscherův drát). V případě Monteggiových lézí se občas setkáváme s tím, že jeden implantát udrží pouze osu kosti, nikoli její délku, která je pro úspěch terapie v případě Monteggiovy léze zásadní. Pak je nutné zavést do ulny paralelně ještě druhý implantát k dostatečnému vyplnění dřevňové dutiny (obr. 15).

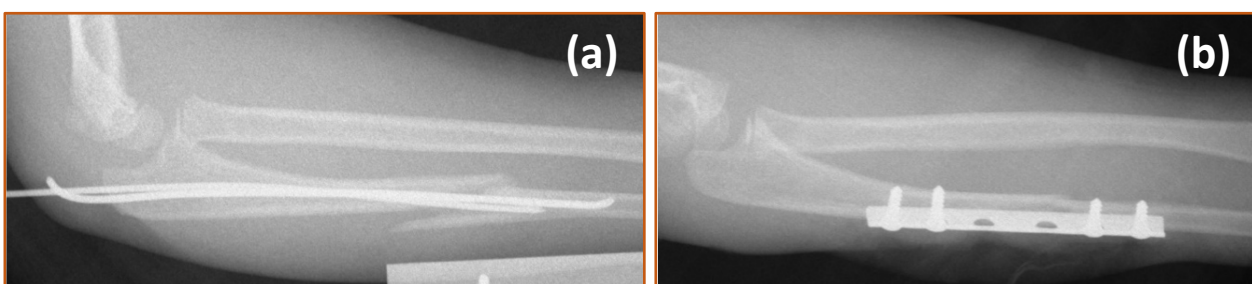
V případě zlomenin tříštivých a především pak v oblasti proximální ulny a olekranu je pro udržení délky ulny potřeba zvolit metodu otevřené repozice a stabilní fixace dlahou (obr. 16 a 17) nebo (v případě olekranu) cerkláží.



Obr. 15(a-b). Nestabilní Monteggiaova léze 1. typu (dlouze šikmá kompletní zlomenina ulny) a ošetření metodikou ESIN se dvěma antegrádně zavedenými Prévotovými hřeby.



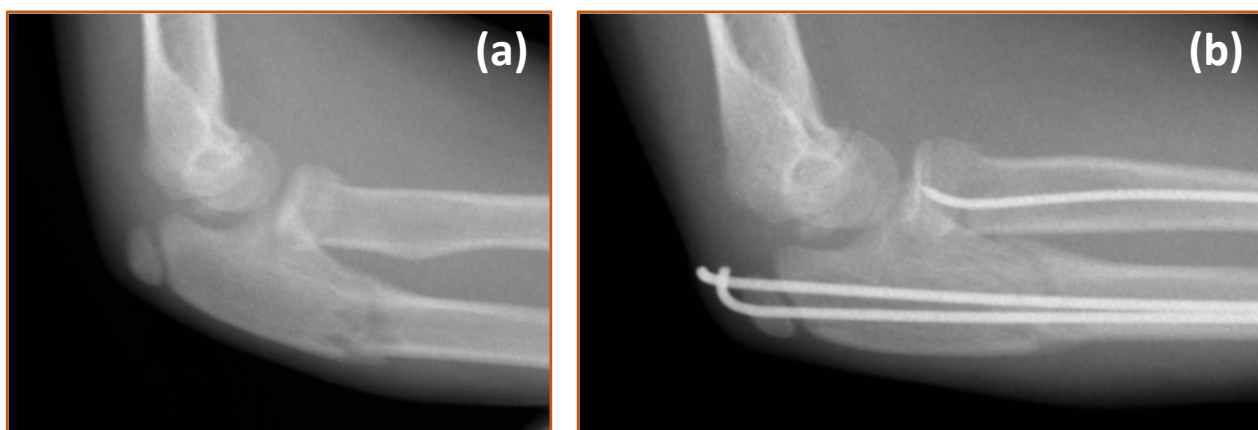
Obr. 16(a-b). Nestabilní Monteggiaova léze 1. typu (tříštivá zlomenina proximální metafýzy ulny) s ošetření stabilní osteosyntézou dlahou.



Obr. 17(a-b). Vylomení interfragmentu při pokusu o zavedení druhého implantátu do ulny (a) a následné přemostění tříštivé zóny dlahou (b) k zachování délky ulny.

Ekvivalenty Monteggiovy léze představují v současném chápání pouze zlomeninu ulny v kterékoli etáži se zlomeninou krčku radia nebo fyzárním poraněním proximálního radia a z hlediska terapie se dají rozdělit na dvě hlavní skupiny – nedislokované a dislokované ekvivalenty Monteggiovy léze. Z Pešlovy a Havránkovy prognostické klasifikace je patrné, že stabilita Monteggiových ekvivalentů vychází především z typu poranění proximálního radia, a

zatímco nedislokované ekvivalenty (léze s nedislokovaným poraněním proximálního radia) jsou stabilními lézemi a je u nich v naprosté většině případů možné uplatnit konzervativní léčbu, dislokované ekvivalenty (léze s dislokovaným poraněním proximálního radia) jsou lézemi nestabilními a jejich léčba nejčastěji končí osteosyntézou. V případě osteosyntézy je metodou volby stabilizace proximálního radia postupem navrženým Métaizeauem⁴¹, při kterém se zavádí Kirschnerův drát z oblasti distálního radia nitrodřeňově až do hlavičky radia, která se rotací implantátu reponuje a stabilizuje (obr. 18). Osteosyntézu radia je pak možné v případě potřeby kombinovat s osteosyntézou ulny dle výše uvedených postupů.



Obr. 18(a-b) Ekvivalent Monteggiovy léze se separací epifyzy proximálního radia (a) a po osteosyntéze dle Métaizeaua (b).

2.3.7. Komplikace

Jako nejčastější komplikace Monteggiovy léze je shodně mezi různými autory uváděna chronická luxace hlavičky radia, označovaná jako chronická Monteggiova léze^{1, 5}. Tato komplikace je vždy důsledkem nerozpoznané (neléčené) nebo neadekvátně léčené Monteggiovy léze. Další komplikace jsou shrnuty v tabulce 7. Jako častá komplikace Monteggiovy léze je uváděno nervové poranění – nejčastěji *n. radialis* nebo jeho větev *n. interosseus posterior* – s rozvojem motorické parézy (*n. interosseus posterior*), případně i senzitivního deficitu (*n. radialis*). Nervová poranění u dětí ale mají značnou tendenci ke spontánnímu zhojení a u naprosté většiny pacientů dojde k odeznění příznaků do 3-6 měsíců a chirurgická intervence je tedy indikována nejdříve po této době.

Omezení funkce (hybnosti) loketního kloubu
Změny tvaru hlavičky proximálního radia (poruchy růstu, avaskulární nekróza, valgozita lokte)
Nervová poranění (nejčastěji <i>n. radialis</i> a <i>n. interosseus posterior</i>)
Instabilita humeroradiálního skloubení
Myositis ossificans a jiné ektopické osifikace (zejména po otevřených revizích)
Radioulnární synostóza
Radiohumerální ankylóza
Radioulnární dysfunkce
Opožděné hojení / pakloub
Infekce měkkých tkání (otevřené zlomeniny)
Diskongruence distálního radioulnárního kloubu
Chronická Monteggiaova léze (nepoznané nebo nesprávně léčené léze)

Tab. 7. Přehled komplikací Monteggiaovy léze.

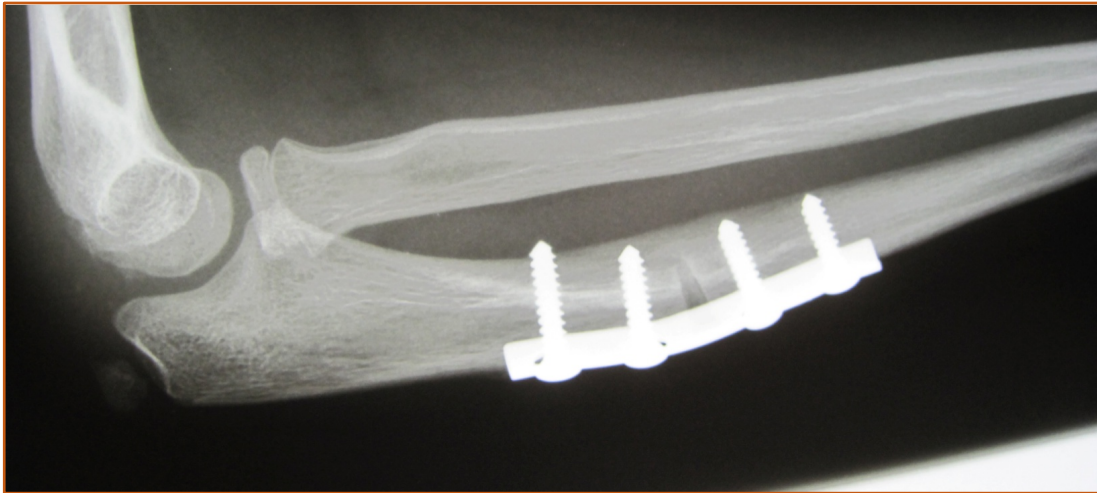
2.8. Chronická Monteggiaova léze

Jako chronická Monteggiaova léze je označován stav, kdy při nepoznané, či špatně léčené Monteggiově lézi dojde ke zhojení léze s přetrvávající luxací hlavičky radia^{1, 5}. Zatímco u akutní léze je většinou hlavička radia reponibilní bez větších obtíží, u starší léze již není možné hlavičku radia snadno zreponovat. Brání tomu jak ulna, která bývá zhojena v angulaci a ve zkratu (přestože zdánlivě nevýznamném), tak i poměrně rychlý přerůst proximálního radia a případný vznik paraartikulárních kalcifikací (obr. 19). Ke klinickým projevům chronické Monteggiaovy léze patří kosmetické deformity – valgizace lokte a prominence přerůstající hlavičky radia, instabilita lokte a omezení hybnosti. Tyto obtíže se ale rozvíjí postupně a často přivedou pacienta znovu k lékaři až po několika měsících, kdy je již proximální radius zcela ireponibilní.



Obr. 19. Chronická Monteggiaova léze se zhojením ulny v mírné angulaci, s přerůstem hlavičky radia a tvorbou paraartikulárních kalcifikací.

Terapie chronické Monteggiaovy léze je náročná pro lékaře i pacienta a vyžaduje ve většině případů rozsáhlý rekonstrukční výkon, spočívající v dokonalém debridementu a zakloubení humeroradiálního kloubu a v úpravě osy a délky ulny (obr. 20). Výsledek rekonstrukčních operací však nemusí být vždy úspěšný. Zásadním předpokladem dobrého výsledku je správná artikulace radia v humeroradiálním kloubu ve všech polohách.



Obr. 20. Stav po Martiho rekonstrukční operaci – open-wedge korekční osteotomii ulny s dobrou kongruencí humeroradiálního kloubu.

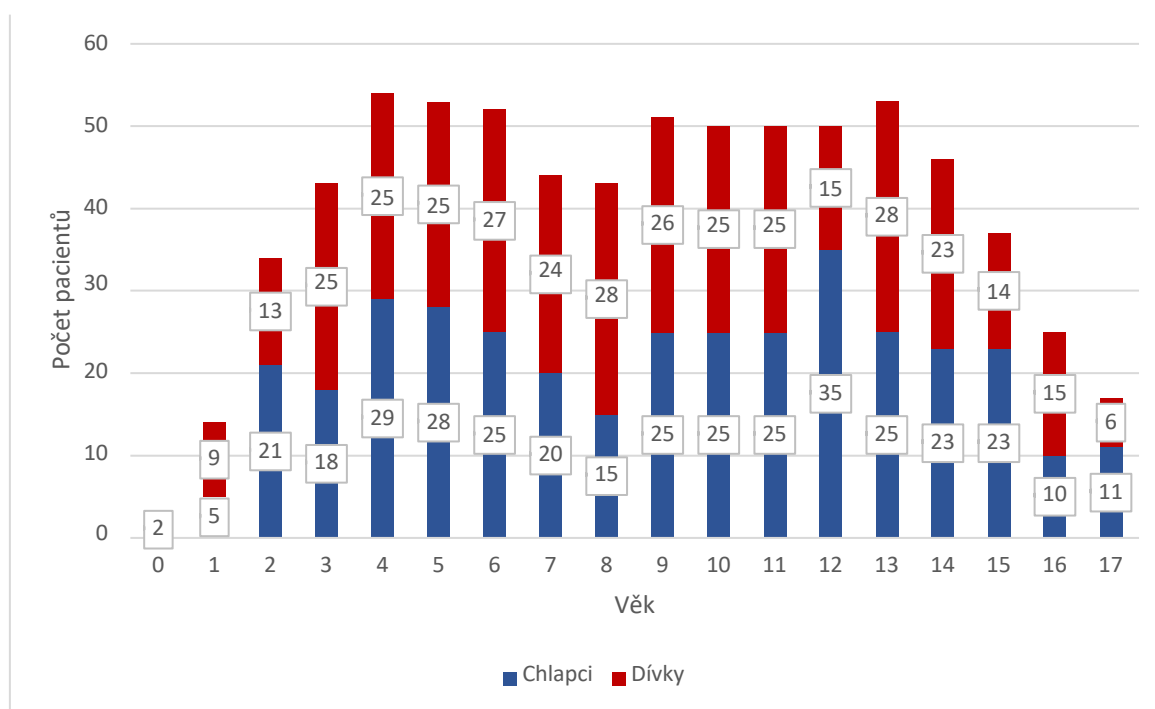
3. Materiál a metody

3.1. RTG studie vývoje osifikace loketního kloubu

Pro retrospektivní RTG studii vývoje loketního kloubu jsme provedli analýzu RTG snímků pacientů, ošetřených v letech 2021-2024 na KDCHT pro kontuzi lokte nebo jednoduchou zlomeninu v oblasti loketního kloubu s malým stupněm dislokace. Ke získání obrazové dokumentace jsme použili databázi NIS, ze které jsme pro sledované období vygenerovali seznam pacientů s diagnózou S500 (kontuze a distorze loketního kloubu) a S4240 (zlomenina distálního humeru) dle MKN-10.

Do studie jsme zařadili pacienty, u kterých byla k dispozici relevantní RTG dokumentace – snímky loketního kloubu v minimálně dvou na sebe kolmých projekcích (AP a bočné), u kterých bylo možné spolehlivě hodnotit přítomnost jednotlivých osifikačních jader loketního kloubu. U pacientů s poraněním loketního kloubu byly pro studii použity pouze úrazové snímky, které splňovaly podmínky dostatečné validity. Ze studie byli vyřazeni pacienti, u kterých nebyla obrazová dokumentace dostačující, pacienti s hrubou dislokací při zlomeninách distálního humeru a pacienti s přidruženými onemocněními pohybové soustavy (vrozené vady, strukturální změny skeletu). Pokud u pacienta bylo k dispozici více RTG snímků ve více věkových skupinách, bylo do studie zařazeno vždy jen první dostupné RTG vyšetření ve sledovaném období. U věkových skupin, ve kterých jsme dosáhli počtu alespoň 50 pacientů s diagnózou S500, jsme již dále nezařazovali pacienty s diagnózou zlomeniny, a to ani v případě, že byla k dispozici validní obrazová dokumentace. U ostatních skupin jsme doplňovali pacienty s diagnózou S4240 dle dostupnosti RTG snímků, které splňovali inkluzní kritéria.

Do studie bylo zařazeno celkem 718 pacientů, kteří byli rozděleni do jednotlivých věkových skupin (0-17 let) a dále dle pohlaví (graf 1).



Graf 1. Pacienti zařazení do RTG studie vývoje loketního kloubu – distribuce dle věku a pohlaví.

U každé skupiny jsme sledovali manifestaci jednotlivých jader loketního kloubu (hlavičky humeru (*capitulum humeri*, C), hlavičky radia (*caput radii*, R), mediálního epikondylu (*epiconylus medialis*, I), trochley (*trochlea humeri*, T), olekranu (*olecranon*, O), laterálního epikondylu (*epicondylus lateralis*, E) a jejich fúzi (fyziologickou epifyzeodézu) se zbytkem skeletu. Jako pozitivní manifestaci sekundárního osifikačního centra jsme stanovili jakoukoli přítomnost osifikace v oblasti jednotlivých jader a jako pozitivní fúzi zánik fýzy daného jádra v rozsahu alespoň 90 % její původní plochy.

Pro statistické hodnocení souboru a stanovení průměrného věku manifestace jednotlivých jader jsme použili vážený průměr věku manifestace. Pro tento výpočet jsme pacienty rozdělili na dívky a chlapce a v každé skupině jsme pro každé osifikační centrum stanovili rozmezí od věku, kdy se alespoň u jednoho z pacientů v souboru vyskytla manifestace jádra, po věk, kdy se poprvé v sledovaném souboru vyskytla manifestace jádra u 100 % pacientů. V tomto věkovém rozmezí jsme pak provedli základní deskriptivní statistiku s použitím váženého průměru pozitivních pacientů pro jednotlivá jádra, abychom získali průměrný věk manifestace jednotlivých jader. Následně jsme určili rozdíl mezi věkovým průměrem chlapců a dívek pro jednotlivá jádra výsledné hodnoty jsme mezi sebou porovnali pomocí dvouvýběrového t-testu s hodnotou α stanovenou na 0,05. Stejný postup jsme zopakovali pro výpočet průměrného věku fúze jednotlivých jader.

Vzhledem k tomu, že pro věkovou skupinu do jednoho roku nebyl dostatečný počet pacientů, splňujících kritéria výběru (pouze dva chlapci ve věku šesti měsíců), hodnocení manifestace jádra *capitulum humeri* jsme z naší studie vyřadili, jelikož k této manifestaci dochází již před šestým měsícem věku u dívek i chlapců¹, čemuž odpovídal i nález na RTG snímcích našich pacientů.

V rámci RTG studie jsme též sledovali posloupnost osifikace dle mnemotechnického kódu C-R-I-T-O-E a poměrné zastoupení pacientů v jednotlivých věkových skupinách, u kterých dochází k narušení klasického osifikačního schématu a jádra, u kterých se tato alternativní posloupnost vyskytuje.

V poslední části RTG studie jsme pak zhodnotili celkem 398 snímků věkových skupin 1-17 let, u kterých jsme sledovali průchod radiokapitelární linie hlavičkou humeru. U každého pacienta jsme hodnotili, zda linie hlavičkou humeru prochází, případně ve které projekci (AP a bočné) hlavičku humeru mívá. Jako obraz suspektní subluxace jsme hodnotili úplné minulé hlavičky humeru či tečný průchod radiokapitelární linie hlavičkou humeru. V hodnocení studie jsme pak stanovili poměrné zastoupení pacientů, u kterých radiokapitelární linie na RTG mívá hlavičku humeru v jednotlivých věkových kategoriích. Ve věkovém rozmezí, ve kterém se vyskytuje obraz suspektní (sub)luxace (falešné pozitivivity), jsme pak stanovili specifitu RTG vyšetření pro Monteggiaovu lézi. Pro hodnocení radiokapitelární linie jsme na základě literárních doporučení i klinických zkušeností použili linii, procházející osou krčku proximálního radia (N-linii).

3.2. Ultrazvuková studie vyšetření loketního kloubu

Pro zhodnocení možností použití ultrazvuku ve vyšetřovacím algoritmu u poranění dětského lokte jsme provedli prospektivní studii v letech 2018-2021. Kritériem zařazení do studie byl věk

0-18 let a schopnost podstoupit vyšetření lokte pomocí UZ bez nutnosti CA (s výjimkou pacientů, u kterých byla CA indikována primárně terapeuticky vzhledem k charakteru poranění). Ze studie byli vyřazeni pacienti se známou vrozenou či posttraumatickou deformitou lokte (s výjimkou RTG potvrzené chronické Monteggiaovy léze). Ve sledovaném období jsme pomocí UZ vyšetřili celkem 71 pacientů ve věku 0-16 let. Studie byla zaměřena na diagnostiku Monteggiaovy léze rostoucího skeletu a stanovení vyšetřovacích kritérií (sub)luxace v humeroradiálním kloubu pomocí UZ.

Vyšetření byla prováděna na přístrojích Samsung Medison™ RS85 s lineární sondou 3-16 MHz a Toshiba Xario™ 100 s lineární sondou 7,2-14 MHz. Hodnoceny byly statické i dynamické obrazy v B-módu. Všechna vyšetření byla provedena zkušeným dětským chirurgem se specializací z dětské chirurgie po zaškolení atestovaným radiologem.

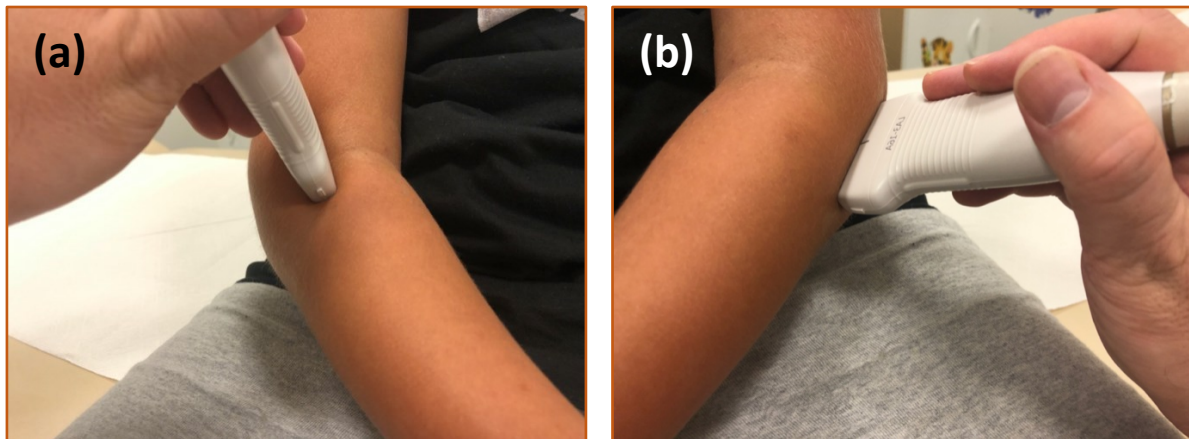
Pro vyhodnocení studie byli pacienti rozděleni do tří skupin. V první skupině bylo celkem 20 pacientů s jasně potvrzenou Monteggiovou lézí (sedm pacientů) nebo bez poranění loketního kloubu (13 pacientů). Tato skupina sloužila k poskytnutí referenčních obrazů a ke stanovení kritérií normálního a patologického UZ obrazu ve vztahu k Monteggiově lézi. U pacientů s potvrzenou Monteggiovou lézí bylo provedeno UZ vyšetření na operačním sále v CA před a po repozici luxace proximálního radia.

Do druhé skupiny bylo zařazeno 36 pacientů s podezřením na (sub)luxaci v humeroradiálním kloubu. U těchto pacientů na konvenčních RTG snímcích procházela radiokapitelární linie částečně nebo zcela mimo hlavičku radia. UZ vyšetření bylo provedeno na poraněném i zdravém lokti. Definitivní diagnóza a terapeutický postup v této skupině byl stanoven na základě ultrazvukového vyšetření a následně potvrzen při dlouhodobém sledování pacienta (na základě klinického nálezu a následných RTG vyšetření) či během ošetření v CA (na základě peroperačního klinického a RTG nálezu). Výsledky v této skupině pacientů byly použity k evaluaci aplikovatelnosti UZ diagnostických kritérií, stanovených během vyšetření pacientů první skupiny. Na základě výsledků druhé skupiny pacientů byla stanovena negativní prediktivní hodnota UZ vyšetření humeroradiálního kloubu jako hlavní kritérium aplikovatelnosti UZ při předpokládané nízké specificitě RTG vyšetření.

Třetí skupinu (15 pacientů) tvořili pacienti jinou patologií loketního kloubu, než humeroradiální (sub)luxací (avulze mediálního epikondylu, zlomenina proximálního radia), s atypickým či nejasným nálezem na RTG. U těchto pacientů jsme hodnotili typ léze a možnosti její UZ diagnostiky. Potvrzení diagnózy proběhlo následně při ošetření pacienta v CA či při dlouhodobých kontrolách.

Pro hodnocení Monteggiaovy léze (první a druhá skupina pacientů) bylo UZ vyšetření provedeno u sedících či ležících pacientů, s vyšetřovanou končetinou v semiflexi lokte. Vyšetření bylo provedeno primárně v supinační poloze předloktí či ve středním postavení. V případě, že to stav pacienta umožňoval, bylo doplněno též vyšetření v pronační poloze předloktí. Obraz humeroradiálního kloubu byl snímán v podélné ose z přední strany kloubu, přes laterální až po dorzolaterální stranu (obr. 21). U ostatních typů lézí (třetí skupina pacientů) bylo provedeno vyšetření, zaměřené na konkrétní struktury (ulnární epikondyl, hlavička radia), u kterých byla suspekce na skeletální poranění. U všech pacientů bylo provedeno srovnávací vyšetření zdravého

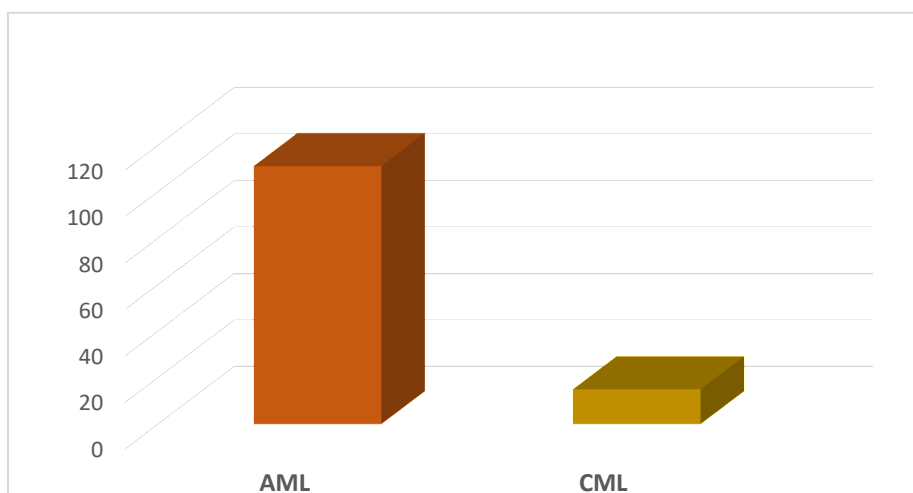
lokte a u pacientů, u kterých to jejich stav umožňoval, bylo provedeno statické i dynamické vyšetření loketního kloubu.



Obr. 21a-b. Technika UZ vyšetření humeroradiálního kloubu pomocí lineární sondy.

3.3. Příprava a zhodnocení nové klasifikace Monteggiaovy léze a jejích ekvivalentů

Pro přípravu nového klasifikačního schématu Monteggiaovy léze a jejích ekvivalentů byla provedena retrospektivní studie na souboru celkem 137 pacientů, kteří byli léčeni s diagnózou Monteggiaovy léze nebo jejího ekvivalentu na KDCHT v letech 2001-2013. Tento soubor odpovídá přibližně 0,5 % všech pacientů, kteří byli v daném období ošetřeni na KDCHT pro skeletální poranění. Z tohoto souboru bylo vyřazeno 10 pacientů, kteří nebyli primárně léčeni na KDCHT nebo byli doléčeni na jiném pracovišti a 1 pacient, u kterého byla zpětně potvrzena vrozená luxace hlavičky radia. Zbylých 126 pacientů bylo pro potřeby studie rozděleno na skupinu akutních úrazů – celkem 111 dětí a chronických Monteggiaových lézí – celkem 15 dětí (graf 2). U pacientů s chronickou Monteggiaovou lézí jsme hodnotili pouze důvod vzniku chronické léze (přehlédnutí poranění / selhání léčby). Poté jsme pacienty s chronickou Monteggiaovou lézí z dalšího hodnocení vyřadili, jelikož námi vytvořené nové klasifikační schéma zohledňuje stabilitu, prognózu a následky pouze u akutního poranění.



Graf 2. Počet pacientů ošetřených s akutní Monteggiaovou lézí a jejími ekvivalenty (AML) a chronickou Monteggiaovou lézí (CML) na KDCHT v letech 2001-2013.

Pro prognózu a volbu terapeutického algoritmu jsme na základě klinických zkušeností vytvořili nové klasifikační schéma Monteggiaovy léze a jejích ekvivalentů, které odpovídá potřebám jednoduché prognostické klasifikace. Pacienty jsme na základě nového schématu rozdělili dle typu léze na 3 základní skupiny dle stability poranění a předpokládaného terapeutického přístupu (tab. 8) – na (pravou) Monteggiaovu lézi (stabilita závisí na charakteru poranění ulny), dislokovaný ekvivalent Monteggiaovy léze (primárně nestabilní) a nedislokovaný ekvivalent Monteggiaovy léze (primárně stabilní). Na základě současné klinické zkušenosti jsme pak z tohoto klasifikačního schématu vyřadili nedislokovaný ekvivalent Monteggiaovy léze, jelikož neodpovídá definici základního kritéria Monteggiaovy léze – diskongruenci humeroradiálního kloubu. Tuto novou klasifikaci jsme následně pomocí naší studie ověřili.

(Pravá) Monteggiaova léze (stabilita závisí na charakteru poranění ulny)
Nedislokovaný ekvivalent Monteggiaovy léze (stabilní)
Dislokovaný ekvivalent Monteggiaovy léze (nestabilní)

Tab. 8. Návrh nového klasifikačního schématu Monteggiiových lézí a jejich ekvivalentů.

U jednotlivých skupin poranění jsme hodnotili věkové rozložení pacientů, typ léze, zvolenou terapii, její výsledek a případné komplikace.

Pro hodnocení typu Monteggiaovy léze jsme použili Badovu definici a klasifikaci³³. Pro zařazení pacientů do skupiny s ekvivalentem Monteggiaovy léze jsme použili definici Olneye a Menelaa³⁴ a pro posouzení, zda se jedná o dislokovaný ekvivalent, jsme vycházeli z dislokace fragmentů proximálního radia, kde jsme jako dislokované ekvivalenty hodnotili všechny zlomeniny proximálního radia s dislokací 2.-4. stupně dle klasifikace bratří Judetů⁴² ($> 1^\circ$ dislokace *ad axim*). Hodnocení ekvivalentů Monteggiaovy léze vychází z poranění radia a humeroradiálního kloubu, a proto i u nedislokovaných ekvivalentů může být přítomno dislokované poranění ulny.

Z hlediska terapeutického přístupu jsme pacienty rozdělili do čtyř základních skupin – na pacienty léčené konzervativně (sádrovou fixací), pacienty léčené pouhou repozicí a sádrovou fixací v CA a pacienty léčené operačně – zavřenou repozicí a osteosyntézou (CRIF) a otevřenou repozicí a osteosyntézou (ORIF).

Pro hodnocení výsledků terapie jsme pak použili Bruceova kritéria modifikovaná Lettsem⁴³, posuzující rozsah pohybů (ROM), subjektivní obtíže (bolest) a deformitu lokte (tab. 9). Dle výsledného skóre (maximum 100 bodů) jsme poté pacienty rozdělili do 4 kategorií – výborné (100), dobré (99-95), uspokojivé (94-80) a špatné (< 80).

Pro porovnání zvoleného léčebného postupu a výsledků terapie a validaci nově zvoleného klasifikačního schématu jsme provedli komparaci jednotlivých skupin pomocí Fisherova exaktního testu s hodnotou α stanovenou na 0,05.

Rozsah pohybů – ROM (max. 60 bodů)
60 - (% omezení rozsahu pohybů) x 0,6
Bolest (max. 30 bodů)
<p>žádná bolest = 30</p> <p>minimální bolest po těžké námaze = 25</p> <p>střední až velká bolest po těžké námaze = 20</p> <p>minimální bolest po jakékoli námaze = 10</p> <p>střední až velká bolest po jakékoli námaze = 0</p>
Deformita (max. 10 bodů)
<p>hyperextenze (0-2 body)</p> <p>ztráta nosného úhlu (0-2 body)</p> <p>vzhled – subjektivní hodnocení pacienta (0-2 body)</p> <p>objektivní hodnocení vzhledu – deformity (0-2 body)</p> <p>zhojení dle RTG (0-2 body)</p>

Tab. 9. Bruceova kritéria modifikovaná Lettsem⁴³.

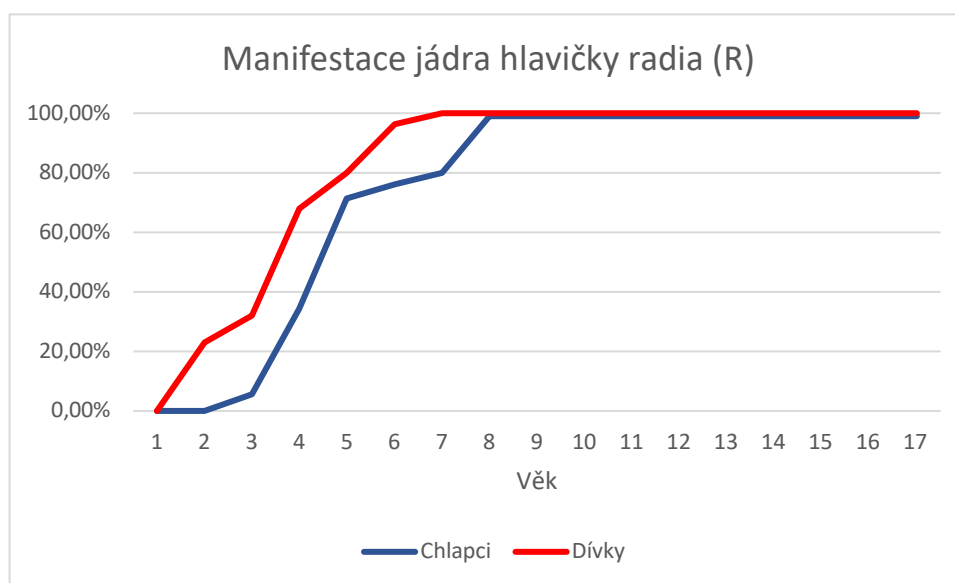
4. Výsledky

4.1. RTG studie vývoje osifikace loketního kloubu

4.1.1. Manifestace jader loketního kloubu

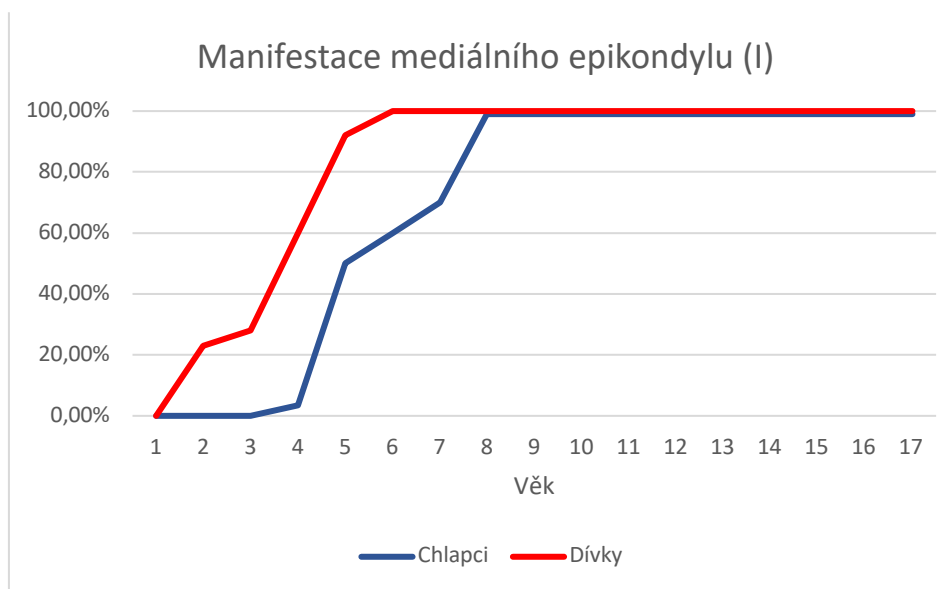
Průměrný věk osifikace hlavičky humeru (C) nebyl v naší studii hodnocen z důvodu nedostatečně velké skupiny pacientů v období předpokládané osifikace (pouze dva pacienti ve věku do jednoho roku života). U všech sledovaných pacientů byla již hlavička humeru manifestována.

Pro stanovení průměrného věku osifikace hlavičky radia (R) jsme hodnotili celkem 135 chlapců ve věku od tří do osmi let a 139 dívek ve věku od dvou do sedmi let. Průměrný věk manifestace *caput radii* byl u chlapců 6,33 let (SD $\pm 1,38$ roku) a u dívek 5,24 let (SD $\pm 1,48$ roku). U dívek došlo k osifikaci hlavičky radia o 1,10 roku dříve, než u chlapců (graf 3).



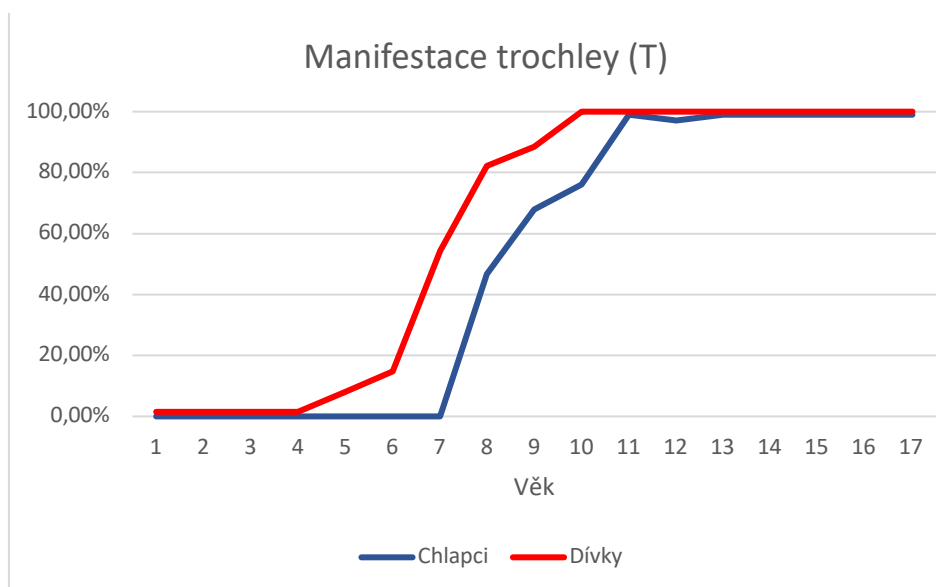
Graf 3. Manifestace jádra hlavičky radia (R) v jednotlivých věkových skupinách.

Pro stanovení průměrného věku osifikace mediálního epikondylu (I) jsme hodnotili celkem 117 chlapců ve věku od čtyř do osmi let a 115 dívek ve věku od dvou do šesti let. Průměrný věk manifestace mediálního epikondylu byl u chlapců 6,75 let (SD $\pm 1,15$ roku) a u dívek 4,72 let (SD $\pm 1,23$ roku). U dívek došlo k osifikaci mediálního epikondylu o 2,03 roku dříve, než u chlapců (graf 4).



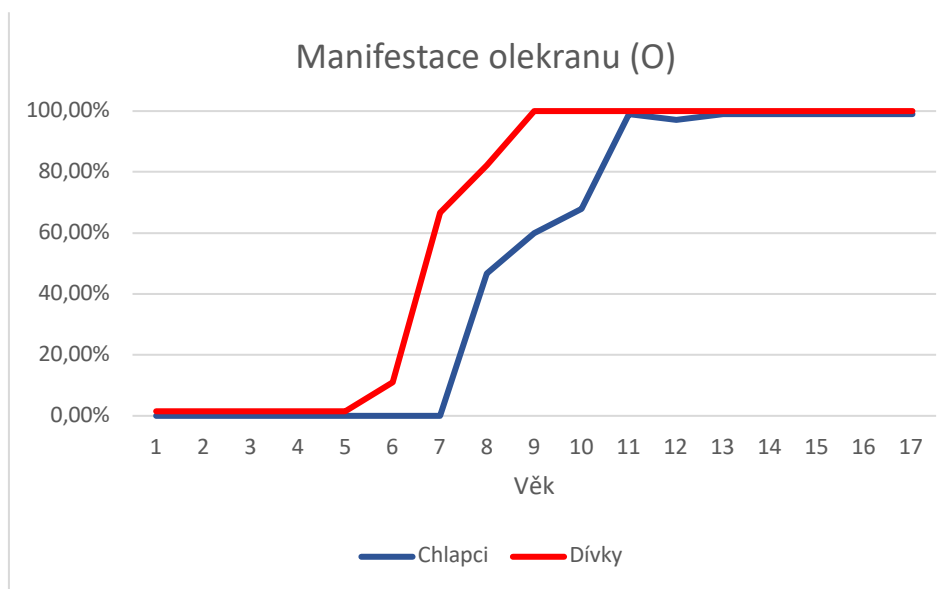
Graf 4. Manifestace jádra mediálního epikondylu (I) v jednotlivých věkových skupinách.

Pro stanovení průměrného věku osifikace trochley humeru (T) jsme hodnotili celkem 90 chlapců ve věku od osmi do jedenácti let a 155 dívek ve věku od pěti do deseti let. Průměrný věk manifestace trochley byl u chlapců 9,79 let (SD ±1,08 roku) a u dívek 8,52 let (SD ±1,29 roku). U dívek došlo k osifikaci trochley o 1,27 roku dříve, než u chlapců (graf 5).



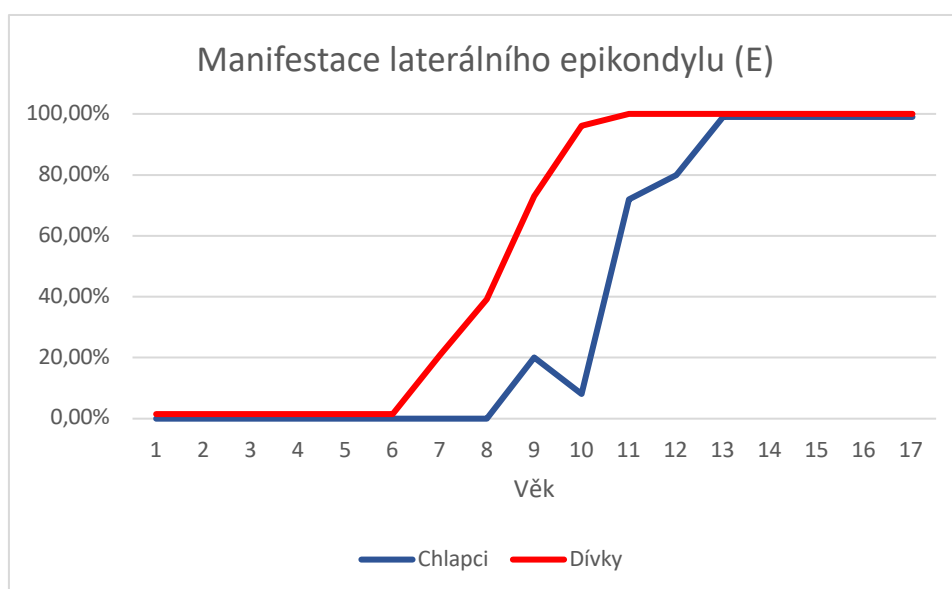
Graf 5. Manifestace jádra trochley humeru (T) v jednotlivých věkových skupinách.

Pro stanovení průměrného věku osifikace olekranu (O) jsme hodnotili celkem 90 chlapců ve věku od osmi do jedenácti let a 105 dívek ve věku od šesti do devíti let. Průměrný věk manifestace olekranu byl u chlapců 9,81 let (SD ±1,11 roku) a u dívek 8,04 let (SD ±0,90 roku). U dívek došlo k osifikaci olekranu o 1,76 roku dříve, než u chlapců (graf 6).



Graf 6. Manifestace jádra olekranu (O) v jednotlivých věkových skupinách.

Pro stanovení průměrného věku osifikace laterálního epikondylu (E) jsme hodnotili celkem 135 chlapců ve věku od devíti do třinácti let a 128 dívek ve věku od sedmi do jedenácti let. Průměrný věk manifestace laterálního epikondylu byl u chlapců 11,83 let (SD $\pm 1,16$ roku) a u dívek 9,65 let (SD $\pm 1,21$ roku). U dívek došlo k osifikaci laterálního epikondylu o 2,18 roku dříve, než u chlapců (graf 7).



Graf 7. Manifestace jádra laterálního epikondylu (E) v jednotlivých věkových skupinách.

U hodnocení manifestace všech jader byl statisticky významný rozdíl v průměrném věku nástupu osifikace mezi chlapci a dívkami s hodnotou $p < 0,001$.

Oproti předpokládanému osifikačnímu schématu došlo v hodnocené skupině u dívek k dřívější osifikaci mediálního epikondylu ($4,72 \pm 1,23$ let), než hlavičky radia ($5,24 \pm 1,48$ let) a k dřívější

osifikaci olekranu ($8,04 \pm 0,90$ let), než trochley humeru ($8,52 \pm 1,29$ let). U chlapců osifikace probíhala dle předpokládaného schématu C-R-I-T-O-E.

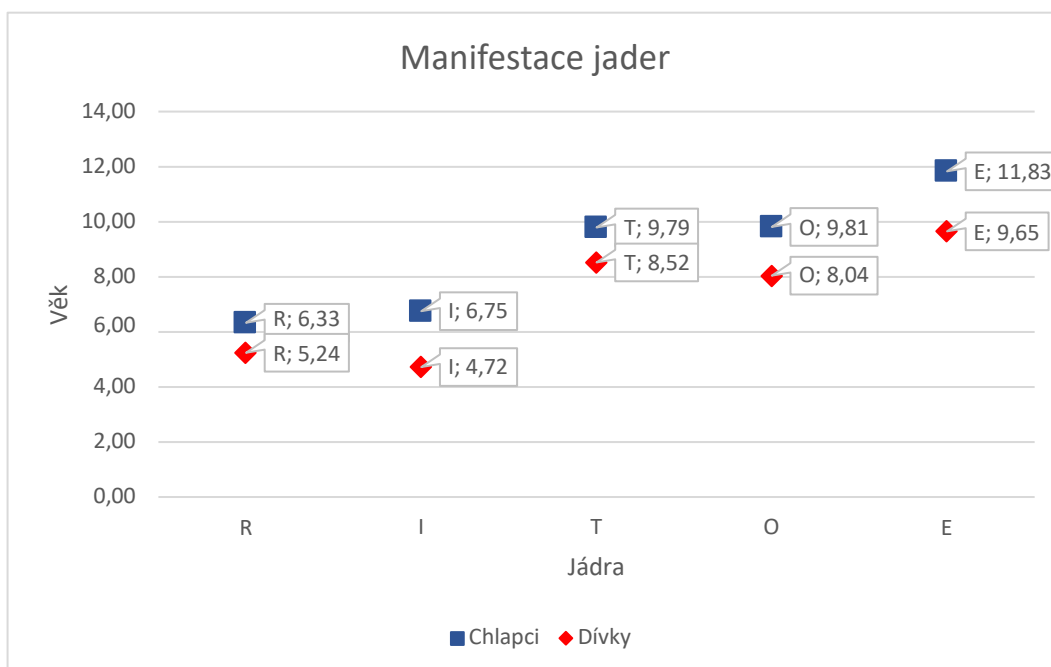
Souhrnný přehled osifikace jednotlivých jader zobrazují tabulky 10 a 11 a grafy 8 a 9.

Jádro	Pohlaví	Počet	Průměrný věk	SD	Min	Max
R	M	135	6,33	1,38	3	8
R	F	139	5,24	1,48	2	7
I	M	117	6,75	1,15	4	8
I	F	115	4,72	1,23	2	6
T	M	90	9,79	1,08	8	11
T	F	155	8,52	1,29	5	10
O	M	90	9,81	1,11	8	11
O	F	105	8,04	0,90	6	9
E	M	135	11,83	1,16	9	13
E	F	128	9,65	1,21	7	11

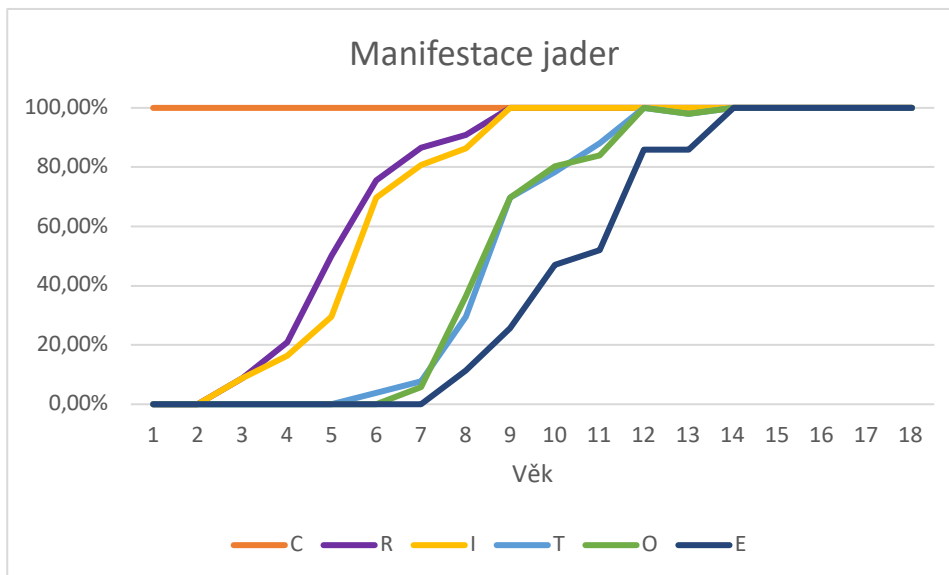
Tab. 10. Souhrnný přehled osifikace jednotlivých jader loketního kloubu dle pohlaví.

Jádro	Rozdíl věku	p
R	1,10	< 0,001
I	2,03	< 0,001
T	1,27	< 0,001
O	1,76	< 0,001
E	2,18	< 0,001

Tab. 11. Rozdíly v manifestaci jader loketního kloubu mezi chlapci a dívkami.



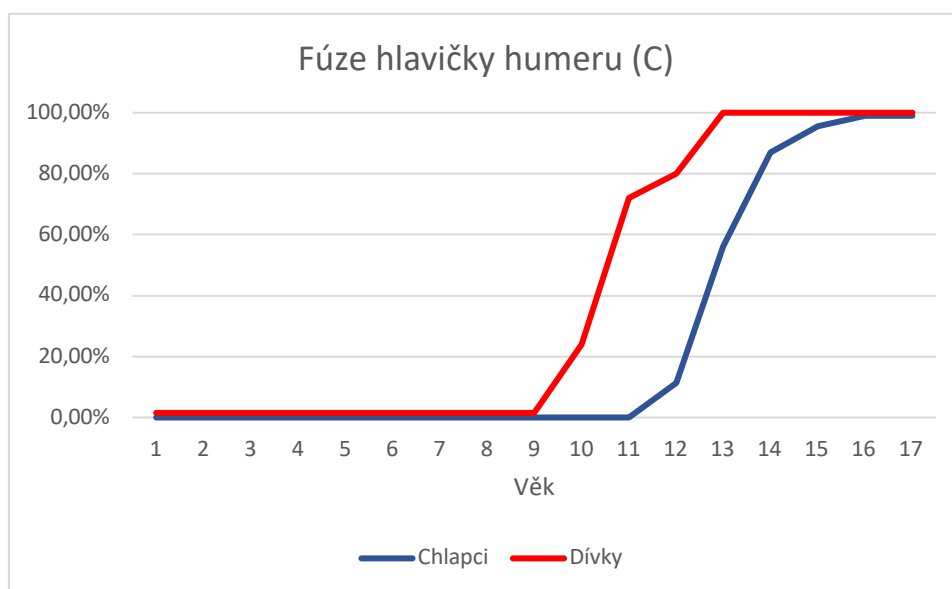
Graf 8. Průměrný věk manifestace jader loketního kloubu dle pohlaví.



Graf 9. Souhrnný přehled manifestace jader loketního kloubu – kombinovaně pro chlapce a dívky.

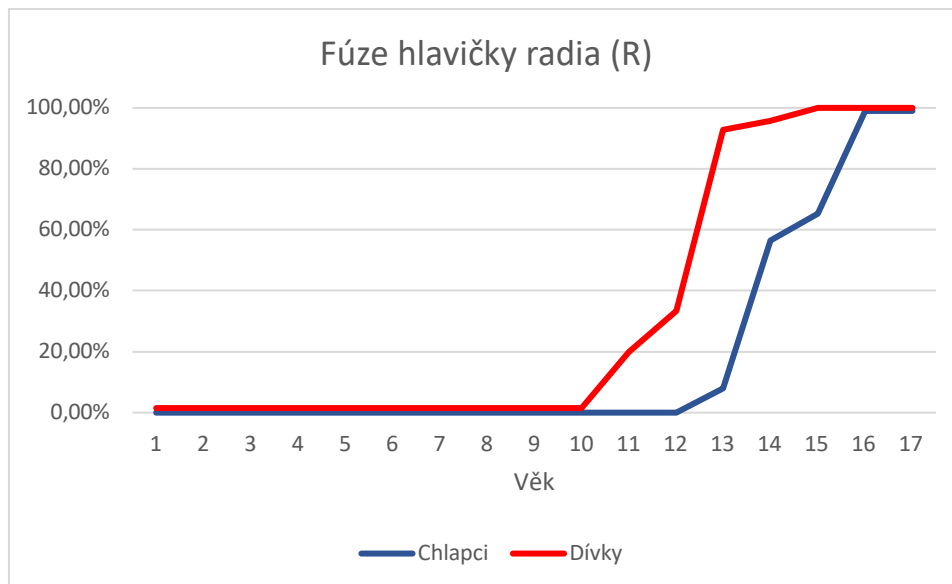
4.1.2. Fúze jader loketního kloubu

Pro stanovení průměrného věku fúze jádra hlavičky humeru (C) jsme hodnotili celkem 116 chlapců ve věku od 12 do 16 let a 93 dívek ve věku od 10 do 13 let. Průměrný věk fúze *capitulum humeri* byl u chlapců 14,62 let (SD ±1,15 roku) a u dívek 11,93 let (SD ±0,98 roku). U dívek došlo k fúzi hlavičky humeru o 2,69 roku dříve, než u chlapců (graf 10).



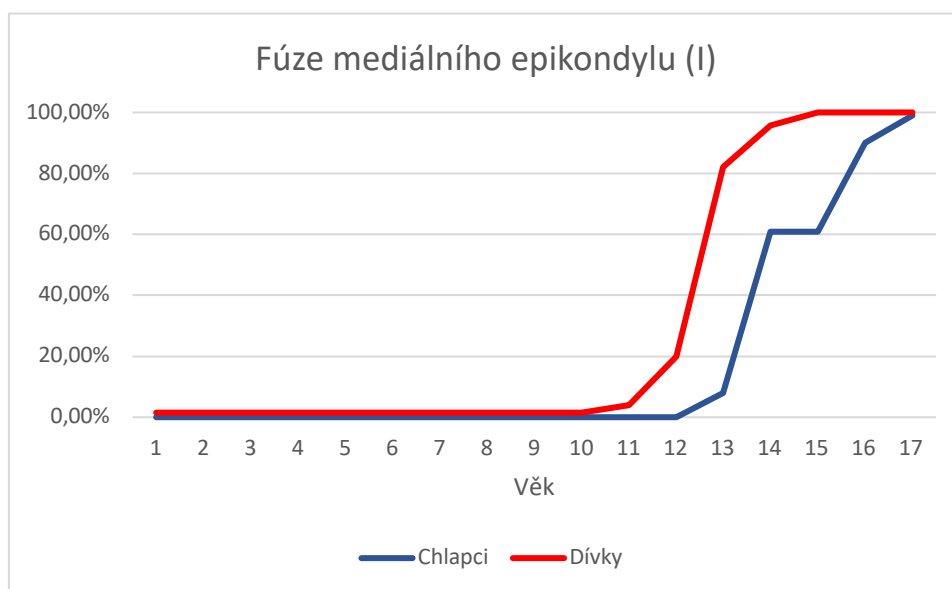
Graf 10. Fúze jádra hlavičky humeru (C) v jednotlivých věkových skupinách.

Pro stanovení průměrného věku fúze jádra hlavičky radia (R) jsme hodnotili celkem 81 chlapců ve věku od 13 do 16 let a 105 dívek ve věku od 11 do 15 let. Průměrný věk fúze *caput radii* byl u chlapců 15,12 let (SD ±0,90 roku) a u dívek 13,65 let (SD ±1,17 roku). U dívek došlo k fúzi hlavičky radia o 1,47 roku dříve, než u chlapců (graf 11).



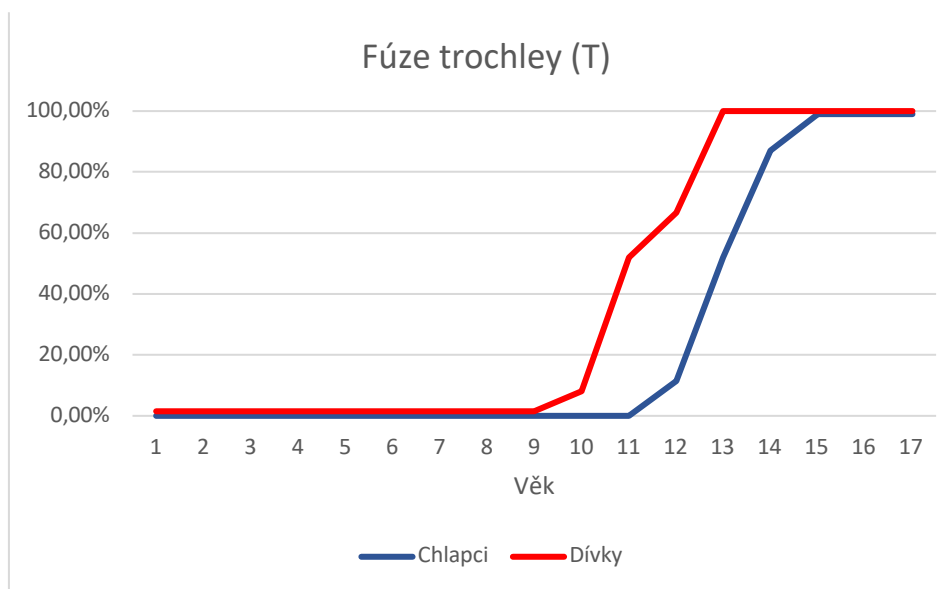
Graf 11. Fúze jádra hlavičky radia (R) v jednotlivých věkových skupinách.

Pro stanovení průměrného věku fúze jádra mediálního epikondylu (I) jsme hodnotili celkem 92 chlapců ve věku od 13 do 17 let a 105 dívek ve věku od 11 do 15 let. Průměrný věk fúze mediálního epikondylu byl u chlapců 15,67 let (SD $\pm 1,17$ roku) a u dívek 13,89 let (SD $\pm 0,99$ roku). U dívek došlo k fúzi mediálního epikondylu o 1,78 roku dříve, než u chlapců (graf 12).



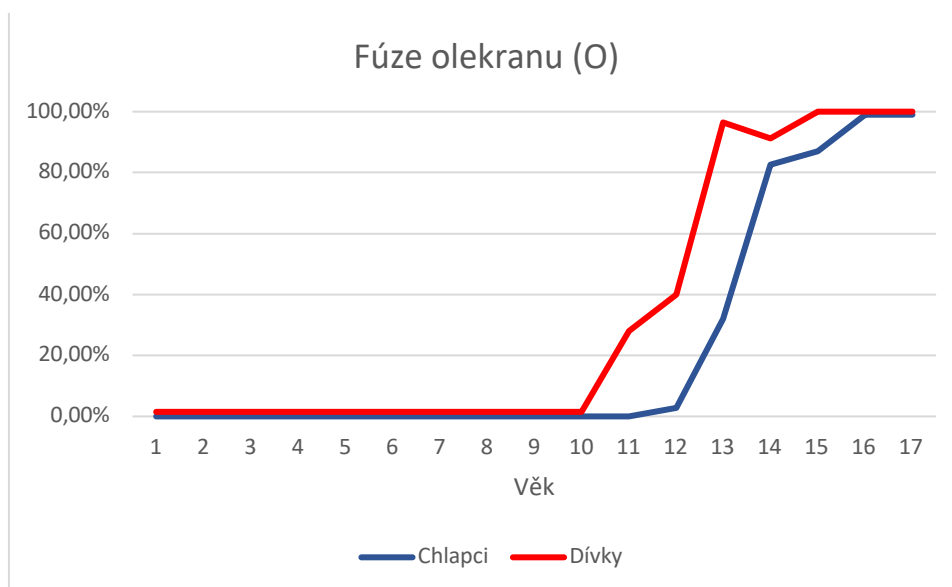
Graf 12. Fúze jádra mediálního epikondylu (I) v jednotlivých věkových skupinách.

Pro stanovení průměrného věku fúze jádra trochley humeru (T) jsme hodnotili celkem 106 chlapců ve věku od 12 do 15 let a 93 dívek ve věku od 10 do 13 let. Průměrný věk fúze trochley byl u chlapců 14,10 let (SD $\pm 0,88$ roku) a u dívek 12,14 let (SD $\pm 0,89$ roku). U dívek došlo k fúzi trochley o 1,96 roku dříve, než u chlapců (graf 13).



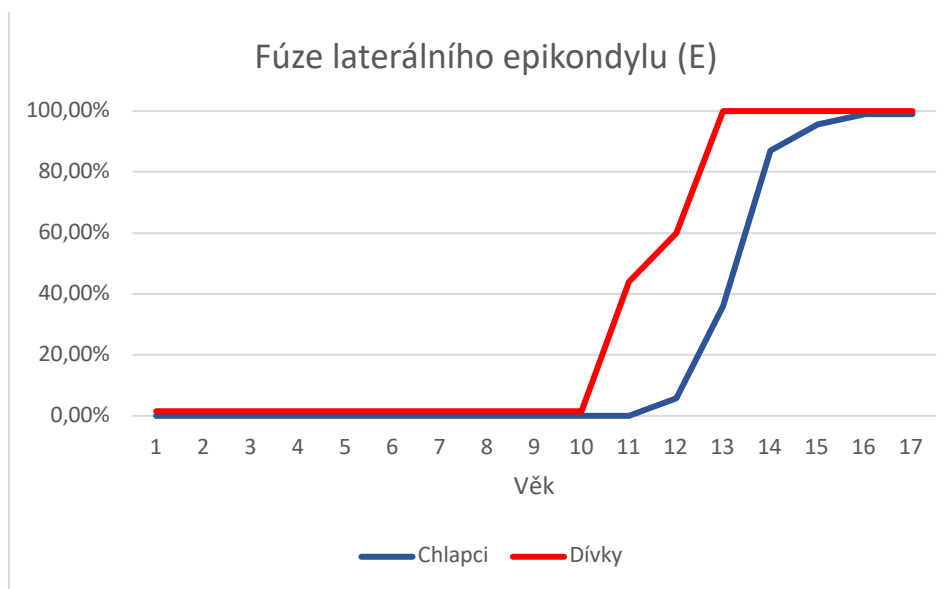
Graf 13. Fúze jádra trochley humeru (T) v jednotlivých věkových skupinách.

Pro stanovení průměrného věku fúze jádra olekranu (O) jsme hodnotili celkem 116 chlapců ve věku od 12 do 16 let a 105 dívek ve věku od 11 do 15 let. Průměrný věk fúze olekranu byl u chlapců 14,82 let (SD \pm 1,04 roku) a u dívek 13,55 let (SD \pm 1,23 roku). U dívek došlo k fúzi olekranu o 1,27 roku dříve, než u chlapců (graf 14).



Graf 14. Fúze jádra olekranu (O) v jednotlivých věkových skupinách.

Pro stanovení průměrného věku fúze jádra laterálního epikondylu (E) jsme hodnotili celkem 116 chlapců ve věku od 12 do 16 let a 68 dívek ve věku od 11 do 13 let. Průměrný věk fúze laterálního epikondylu byl u chlapců 14,77 let (SD \pm 1,06 roku) a u dívek 12,27 let (SD \pm 0,79 roku). U dívek došlo k fúzi laterálního epikondylu o 2,49 roku dříve, než u chlapců (graf 15).



Graf 15. Fúze jádra laterálního epikondylu (E) v jednotlivých věkových skupinách.

U hodnocení fúze všech jader byl statisticky významný rozdíl v průměrném věku ukončení fúze mezi chlapci a dívkami s hodnotou $p < 0,001$.

Posloupnost fúze jednotlivých jader na základě průměrného věku byla u chlapců v pořadí *trochlea humeri (T) – capitulum humeri (C) – epicondylus lateralis (E) – olecranon (O) – caput radii (R) – epicondylus medialis (I)*. U dívek probíhala fúze dle průměrného věku v pořadí *capitulum humeri (C) – trochlea humeri (T) – epicondylus lateralis (E) – olecranon (O) – caput radii (R) – epicondylus medialis (I)*.

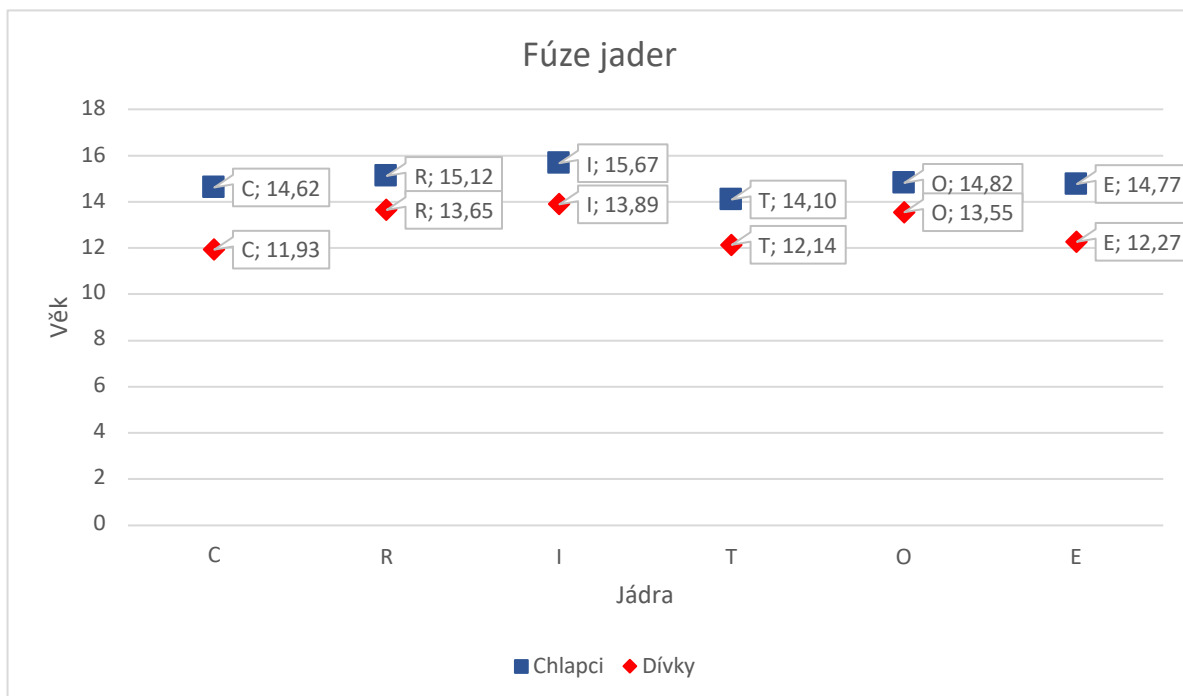
Souhrnný přehled fúze jednotlivých jader zobrazují tabulky 12 a 13 a grafy 16 a 17.

Jádro	Pohlaví	Počet	Průměrný věk	SD	Min	Max
C	M	116	14,62	1,15	12	16
C	F	93	11,93	0,98	10	13
R	M	81	15,12	0,90	13	16
R	F	105	13,65	1,17	11	15
I	M	92	15,67	1,17	13	17
I	F	105	13,89	0,99	11	15
T	M	106	14,10	0,88	12	15
T	F	93	12,14	0,89	10	13
O	M	116	14,82	1,04	12	16
O	F	105	13,55	1,23	11	15
E	M	116	14,77	1,06	12	16
E	F	68	12,27	0,79	11	13

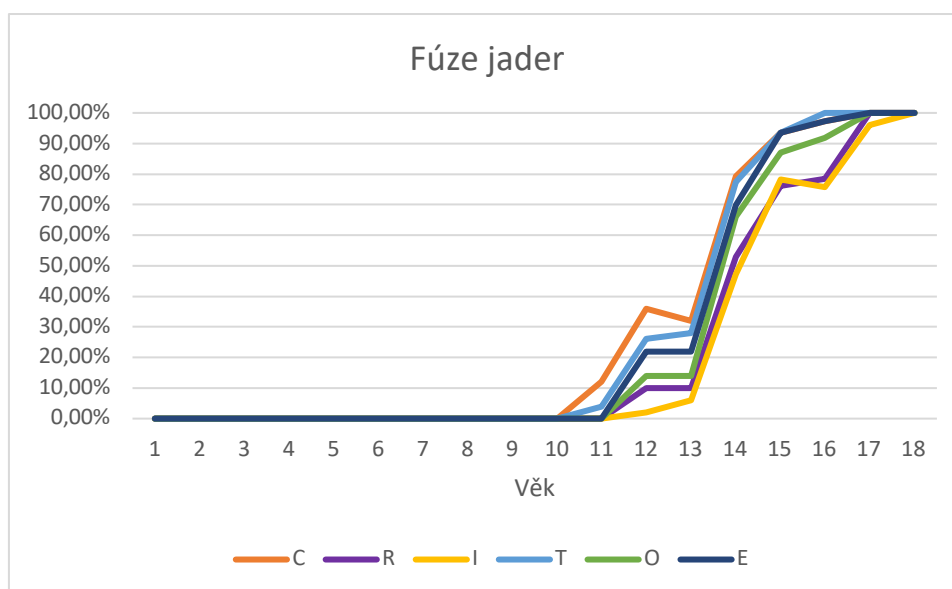
Tab. 12. Souhrnný přehled fúze jednotlivých jader loketního kloubu dle pohlaví.

Jádro	Rozdíl věku	p
C	2,69	< 0,001
R	1,47	< 0,001
I	1,78	< 0,001
T	1,96	< 0,001
O	1,27	< 0,001
E	2,49	< 0,001

Tab. 13. Rozdíly v dokončení fúze jader loketního kloubu mezi chlapci a dívkami.



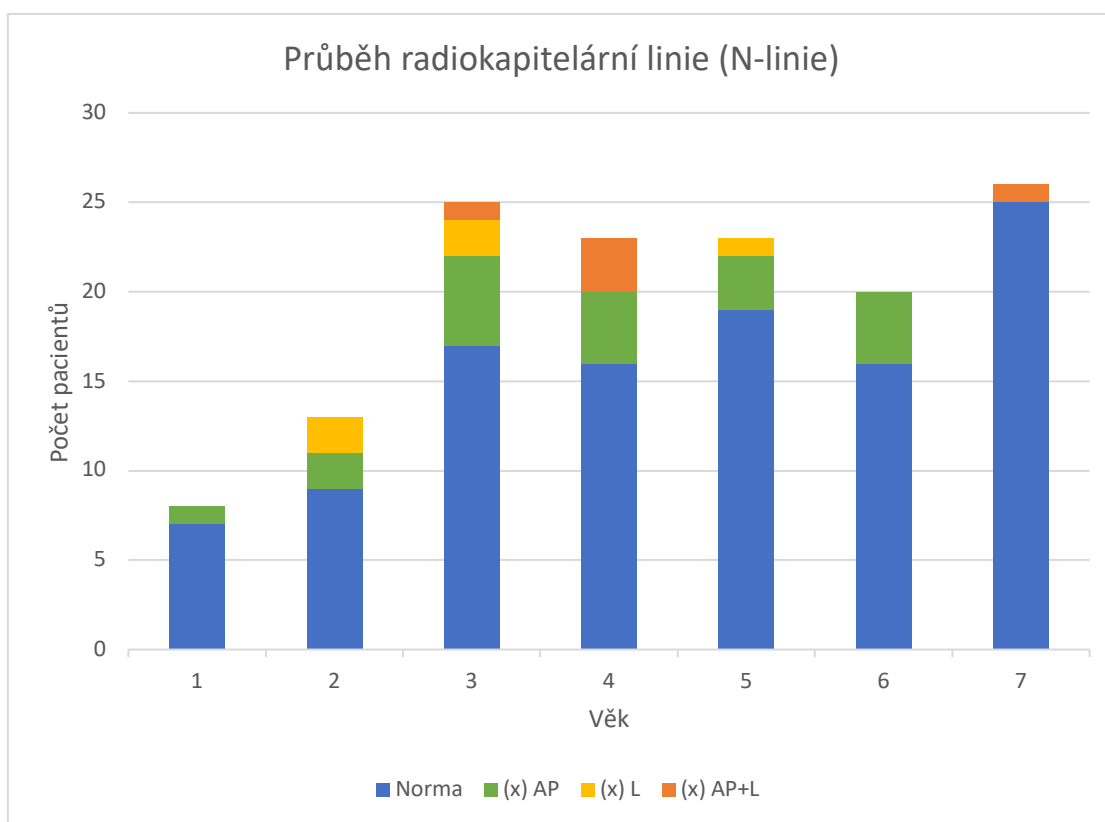
Graf 16. Průměrný věk fúze jader loketního kloubu dle pohlaví.



Graf 17. Souhrnný přehled fúze jader loketního kloubu – kombinovaně pro chlapce a dívky.

4.1.3. Hodnocení průběhu radiokapitelární linie (N-linie)

Při hodnocení radiokapitelární linie (N-linie) a jejího průchodu hlavičkou humeru jsme pozorovali obraz suspektní subluxe ve věkové skupině 1-7 let. U starších pacientů již radiokapitelární linie bezpečně procházela hlavičkou humeru. Ve věkové skupině jednoho roku jsme pozorovali minulé hlavičky humeru radiokapitelární linií u jednoho pacienta z osmi (12,5 %), a to v AP projekci. Ve věkové skupině dvou let radiokapitelární linie míjela hlavičku humeru u čtyř pacientů ze 13 (30,8 %) – u dvou pacientů v AP projekci a u dvou pacientů v bočné projekci. Ve věkové skupině tří let byl obraz suspektní (sub)luxace vyjádřen u osmi pacientů z 25 (32,0 %) – u pěti pacientů v AP projekci, u dvou v bočné projekci a u jednoho pacienta v obou projekcích. Ve věku čtyř let míjela radiokapitelární linie hlavičku humeru u sedmi pacientů z 23 (30,4 %) – u čtyř pacientů v AP projekci a u tří v obou projekcích. V pěti letech věku jsme pozorovali obraz (sub)luxace u čtyř pacientů z 23 (17,4 %) – u tří pacientů v AP projekci a u jednoho pacienta v bočné projekci. Ve věku šesti let míjela radiokapitelární linie hlavičku humeru u čtyř pacientů z 20 (20,0 %) – ve všech případech v AP projekci. Ve věku sedmi let byl obraz (sub)luxace patrný u jediného pacienta z 26 (3,8 %), a to v obou projekcích. Celkem tedy ve skupině 1-7 let míjela radiokapitelární linie hlavičku humeru u 29 pacientů ze 138 (21,0 %). U 24 pacientů byl obraz (sub)luxace v AP projekci a u 10 v bočné projekci. Z těchto pacientů mělo pět obraz (sub)luxace v obou projekcích (graf 18).



Graf 18. Věkové rozložení pacientů, u kterých dochází k míjení hlavičky humeru radiokapitelární linií (N-linií).

Specifická RTG vyšetření ke stanovení (sub)luxace v humeroradiálním kloubu ve věkové skupině 1-7 let byla 78,99 %. Pro jednotlivé věkové skupiny je specifická RTG vyšetření (respektive specifická radiokapitelární linie) shrnuta v tabulce 14.

Věk	Počet pacientů	Norma	(x) AP	(x) L	(x) AP+L	Specifická
1	8	7	1	0	0	87,50 %
2	13	9	2	2	0	69,23 %
3	25	17	5	2	1	68,00 %
4	23	16	4	0	3	69,57 %
5	23	19	3	1	0	82,61 %
6	20	16	4	0	0	80,00 %
7	26	25	0	0	1	96,15 %
Celkem	138	109	19	5	5	78,99 %

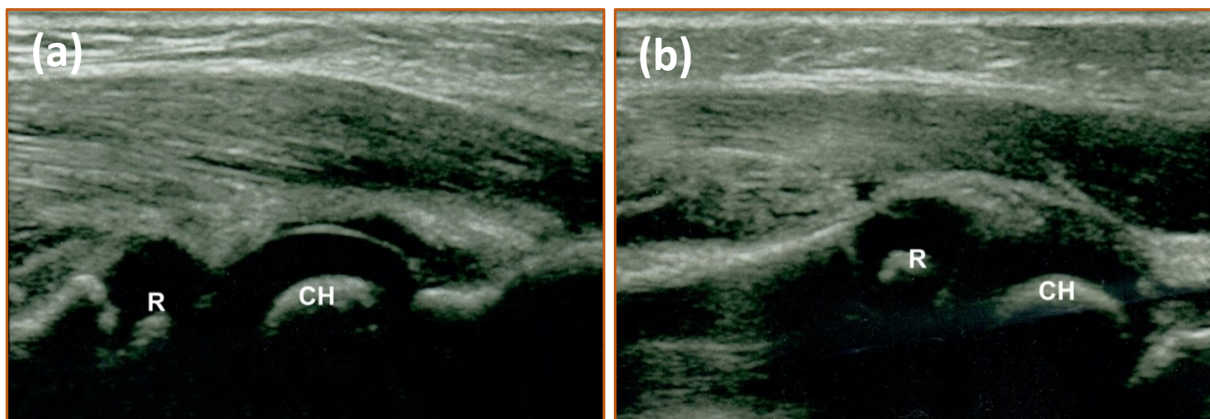
Tab. 14. Průběh radiokapitelární linie hlavičkou humeru a její specifická pro posouzení kongruence humeroradiálního kloubu ve věkové kategorii 1-7 let.

4.2. Ultrazvuková studie vyšetření loketního kloubu

4.2.1. Diagnostická kritéria pro hodnocení humeroradiálního kloubu v UZ obraze (skupina I)

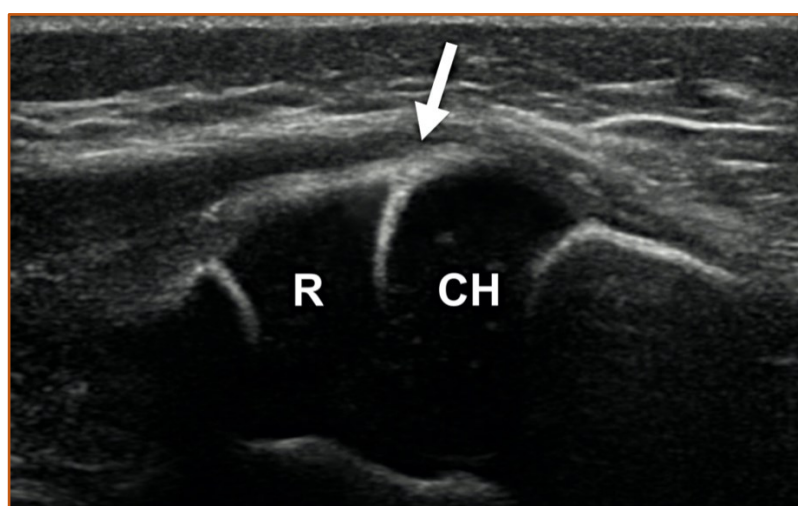
V první části studie bylo provedeno UZ vyšetření u celkem 20 pacientů s jasným RTG popisem zdravého lokte (13 pacientů), či s potvrzenou Monteggiovou lézí (sedm pacientů). Na základě těchto vyšetření byla stanovena diagnostická kritéria pro hodnocení kongruence humeroradiálního kloubu v UZ obraze. Věk pacientů v první skupině byl 1-13 let (průměr 7,0 let, medián 6,5 roku) a ve skupině bylo zařazeno 12 chlapců a osm dívek.

V UZ obraze neporaněného humeroradiálního kloubu jsme jako kritérium dobré kongruence určili přítomnost dvou na sebe výškově symetricky navazujících zaoblených hypoechogenních útvarů v podélné rovině, které odpovídají chrupavčitým částem hlavičky radia a hlavičky humeru (s nebo bez hlouběji zobrazených hyperechogenních lemů centrálních osifikovaných okrsků). Tento charakteristický obraz jsme pojmenovali „znamení dvojitého hrbolu“ („*double-hump sign*“) a stanovili jsme jeho pozitivitu jako jedno z kritérií správné kongruence humeroradiálního kloubu (obr. 22a). „Znamení dvojitého hrbolu“ je nejvíce vyjádřeno v supinačním postavení předloktí, zatímco v pronaci dochází k asymetrickému obrazu výšky jednotlivých struktur, kdy kontura hlavičky radia převyšuje konturu hlavičky humeru a může tak simulovat obraz (sub)luxace v humeroradiálním kloubu (obr. 22b).



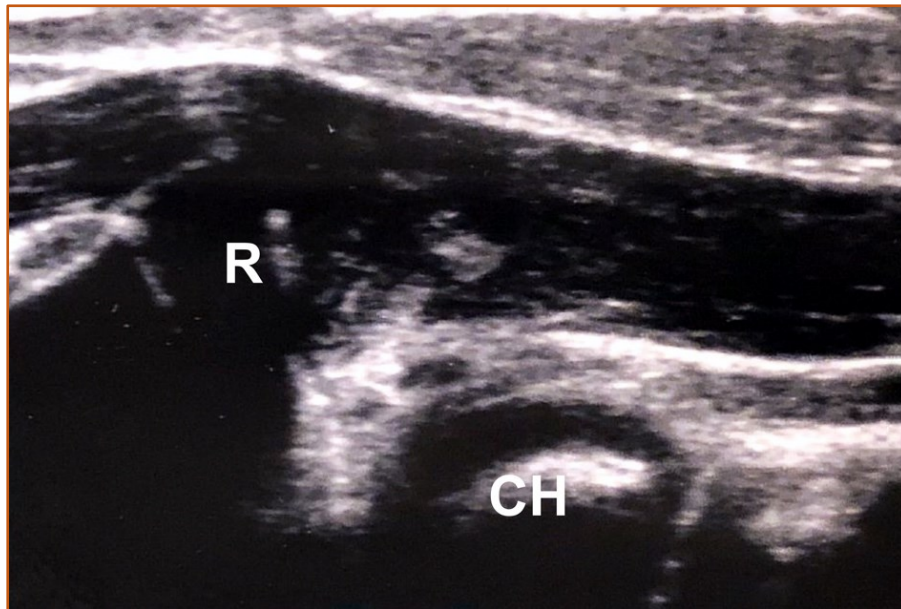
Obr. 22. UZ vyšetření humeroradiálního kloubu s (a) pozitivním „znamením dvojitého hrbolu“ s navazující konturou hlavičky radia (R) a hlavičky humeru (CH) v supinačním postavení předloktí a (b) prominující hlavička radia (R) nad hlavičku humeru (CH) v pronačním postavení předloktí, imitující subluxační postavení.

Jako druhé kritérium pro hodnocení kongruence humeroradiálního kloubu v UZ obraze jsme stanovili správné vzájemné postavení artikulujících kloubních ploch – konkávní na hlavičce radia a konvexní na hlavičce humeru. Tento obraz korespondujících kloubních ploch – nejčastěji poloměsíčitého tvaru – jsme pojmenovali jako „znamení kongruence“ („*congruency sign*“). Toto znamení je nejvíce vyjádřeno při UZ vyšetření z posterolaterální strany loketního kloubu v podélné rovině, kde je často zachycena i část synoviální řasy, která se v tomto místě do kloubu propaguje (obr. 23). „Znamení kongruence“ je nejvíce vyjádřené u poraněného loketního kloubu, kdy je mezikloubní prostor rozšířený zmnožením nitrokloubní tekutiny (nejčastěji hemartros) a kdy dochází též ke zvýraznění prokrvácené synoviální řasy.



Obr. 23. Obraz „znamení kongruence“ s korespondujícími kloubními plochami hlavičky radia (R) a hlavičky humeru (CH) – šipka směřující do oblasti kloubní štěrbině poloměsíčitého tvaru.

U pacientů se (sub)luxací není „znamení dvojitého hrbolu“ a/nebo „znamení kongruence“ přítomno a hypoechogenní sktruktury hlavičky humeru a hlavičky radia často nelze zachytit naráz v jedné UZ projekci (obr. 24).



Obr. 24. Obrázek luxace v humeroradiálním kloubu – hlavička radia (R) zcela mívá hlavičku humeru (CH) a není patrný obraz „dvojitého hrbolu“.

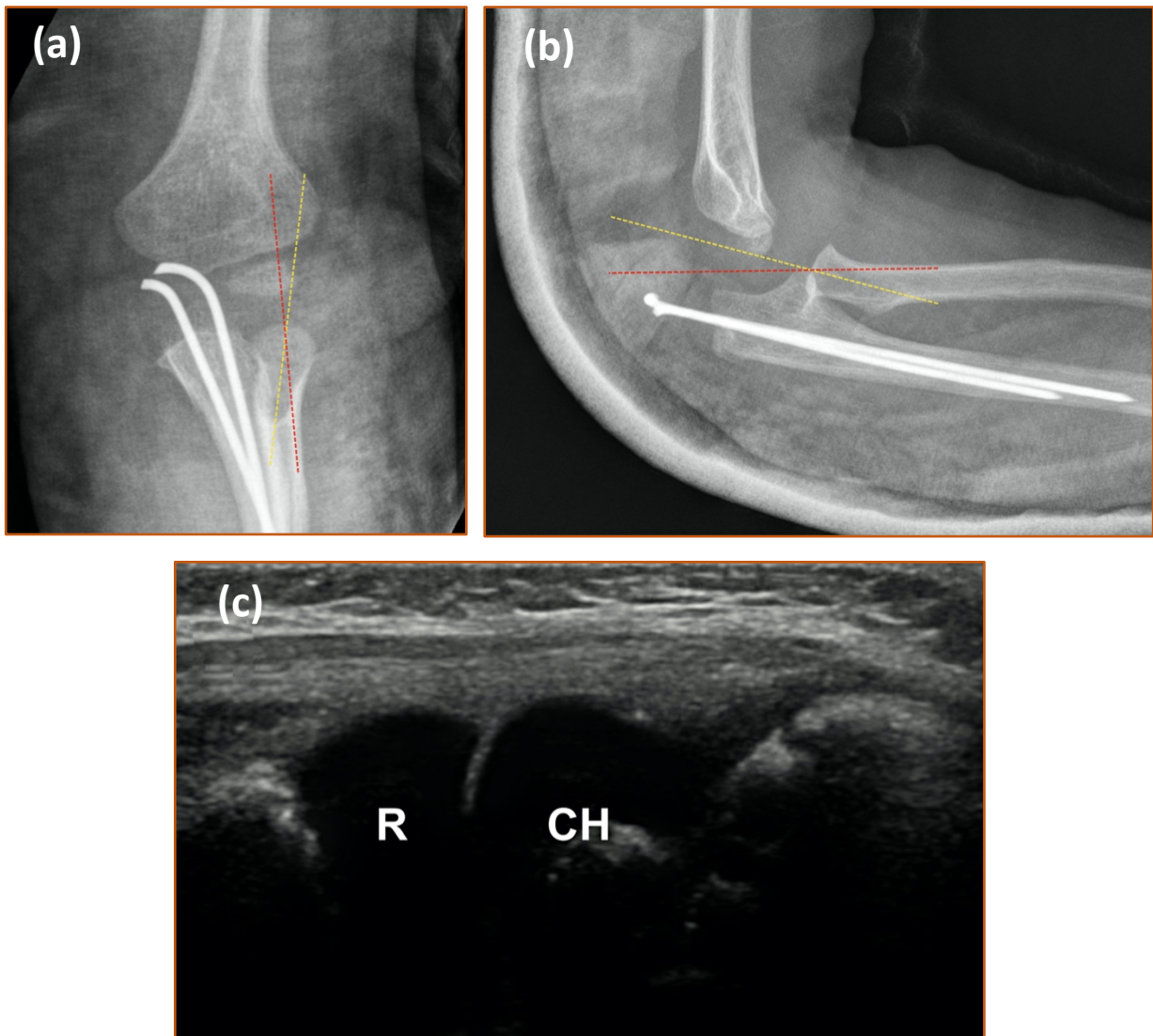
4.2.2. Ultrazvuková studie pacientů se suspektní (sub)luxací v humeroradiálním kloubu (skupina II)

Do druhé skupiny (pacienti s podezřením na (sub)luxaci v humeroradiálním kloubu) bylo zařazeno 36 pacientů ve věku 0-16 let (průměr 6,08 let, medián 6,00 let) s rovnoměrnou distribucí pohlaví – 18 chlapců a 18 dívek.

U 14 ze sledovaných pacientů byla na RTG diagnostikována solitární zlomenina ulny, která je raritním poraněním dětského skeletu, je často doprovázena (sub)luxací v humeroradiálním kloubu a představuje tak vysoké riziko vzniku Monteggiaovy léze. U všech pacientů v této skupině byl popsán normální UZ nález („znamení dvojitého hrbolu“ a „znamení kongruence“) a u žádného z těchto pacientů se Monteggiaova léze nepotvrdila.

Šest pacientů mělo abnormální nález na RTG lokte se suspekci na humeroradiální (sub)luxaci při jiném poranění, než zlomenině ulny (zlomenina proximálního radia, zlomenina distálního humeru). U všech těchto pacientů byla humeroradiální (sub)luxace vyloučena.

Devět pacientů z druhé skupiny bylo primárně léčeno pro Monteggiaovu lézi s přetrvávající suspektní (re)dislokací proximálního radia na pooperačních RTG snímcích. Osm z těchto pacientů mělo normální UZ nález (obr. 25) a u jednoho pacienta UZ vyšetření potvrdilo luxaci v humeroradiálním kloubu s nutností rerepozice v CA.



Obr. 25. Obrázek suspektní reluxace po ošetření Monteggiaovy léze (a-b) – radiokapitelární linie (N-
linie žlutě, S-linie červeně) míjející hlavičku humeru v bočné projekci (N-linie i v AP projekci) a
normální UZ nález a zachováním „znamení dvojitého hrbolu“ i „znamení kongruence“ (c)
(R = hlavička radia, CH = hlavička humeru).

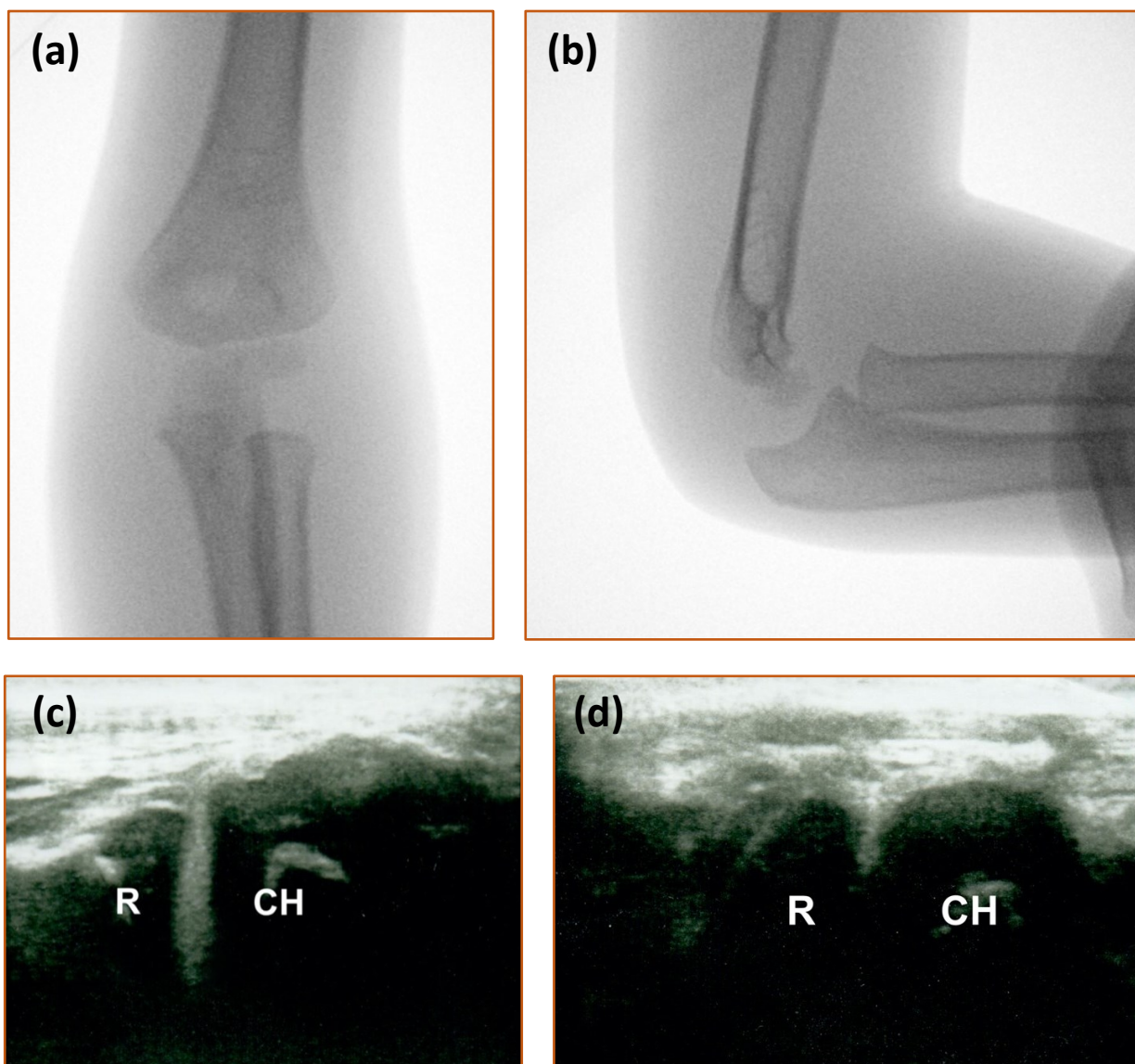
Jeden pacient z druhé skupiny absolvoval rekonstrukční výkon pro chronickou Monteggiaovu lézi s následnou manifestací (sub)luxace v humeroradiálním kloubu, které byla na UZ potvrzena.

Tři pacienti z druhé skupiny byli vyšetřeni pro podezření na kongenitální subluxaci proximálního radia. U dvou pacientů byla subluxace dle UZ vyloučena a u jednoho pacienta potvrzena.

Jeden pacient z druhé skupiny byl léčen pro primární diagnózu avulze brachiálního plexu se suspektní luxací humeroradiálního kloubu na RTG, která na UZ nebyla potvrzena.

Dva pacienti z druhé skupiny měli jasně potvrzenou Monteggiaovu lézi na RTG, ale během repozice v CA při následné UZ kontrole po repozici byla patrná diskongruence humeroradiálního kloubu (defekt ve „znamení kongruence“) i přes normální RTG obraz. Po opakované repozici

došlo k normalizaci nálezů s pozitivním „znamením dvojitého hrbolu“ i „znamením kongruence“ (obr. 26).



Obr. 26. RTG snímky pacienta po repozici Monteggiovy léze s normálním obrazem kongruence humeroradiálního kloubu (a-b), UZ obraz defektu „znamení kongruence“ po repozici (odpovídající snímkům a-b) s nekorespondující kloubní plochou hlavičky radia (R) a hlavičky humeru (CH) (c) a normální UZ obraz po provedení rerepozice (d).

Po dobu 1-16 měsíců (průměr 4,2 měsíce, medián 2 měsíce) bylo sledováno 34 pacientů z druhé skupiny k potvrzení diagnózy, původně stanovené pomocí UZ. U všech sledovaných pacientů byla původní diagnóza při opakovaných kontrolách dle RTG a klinického vyšetření potvrzena. Dva pacienti (oba se suspektní kongenitální luxací – jeden s UZ potvrzenou a druhý s UZ vyloučenou) se na plánovanou kontrolu na naše pracoviště nedostavili.

Negativní prediktivní hodnota námi provedených UZ vyšetření humeroradiálního kloubu byla ve sledované skupině 100 %.

4.2.3. Ultrazvuková studie pacientů s heterogenním poraněním loketního kloubu (skupina III)

Třetí skupinu tvořilo celkem 15 pacientů s heterogenní patologií loketního kloubu ve věku 1-14 let (průměr 7,1 let, medián 7,0 let). Ve skupině bylo 10 chlapců a 5 dívek.

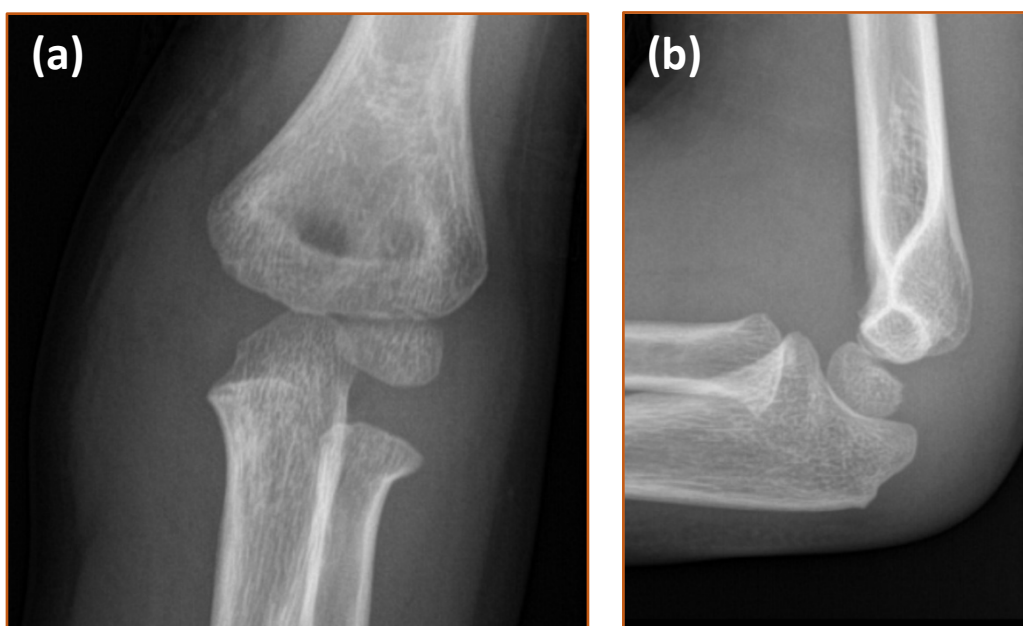
Nepočtenější poranění (celkem devět pacientů) ve třetí skupině představovaly separace proximální epifyzy radia typu SHII a jejich následky. UZ vyšetření bylo provedeno k potvrzení diagnózy či stanovení míry dislokace u neosifikovaného skeletu.

Tři pacienti ve třetí skupině byli sledováni pro patologii v oblasti hlavičky humeru (zlomenina, aseptická nekróza). UZ vyšetření bylo u těchto pacientů provedeno k upřesnění diagnózy.

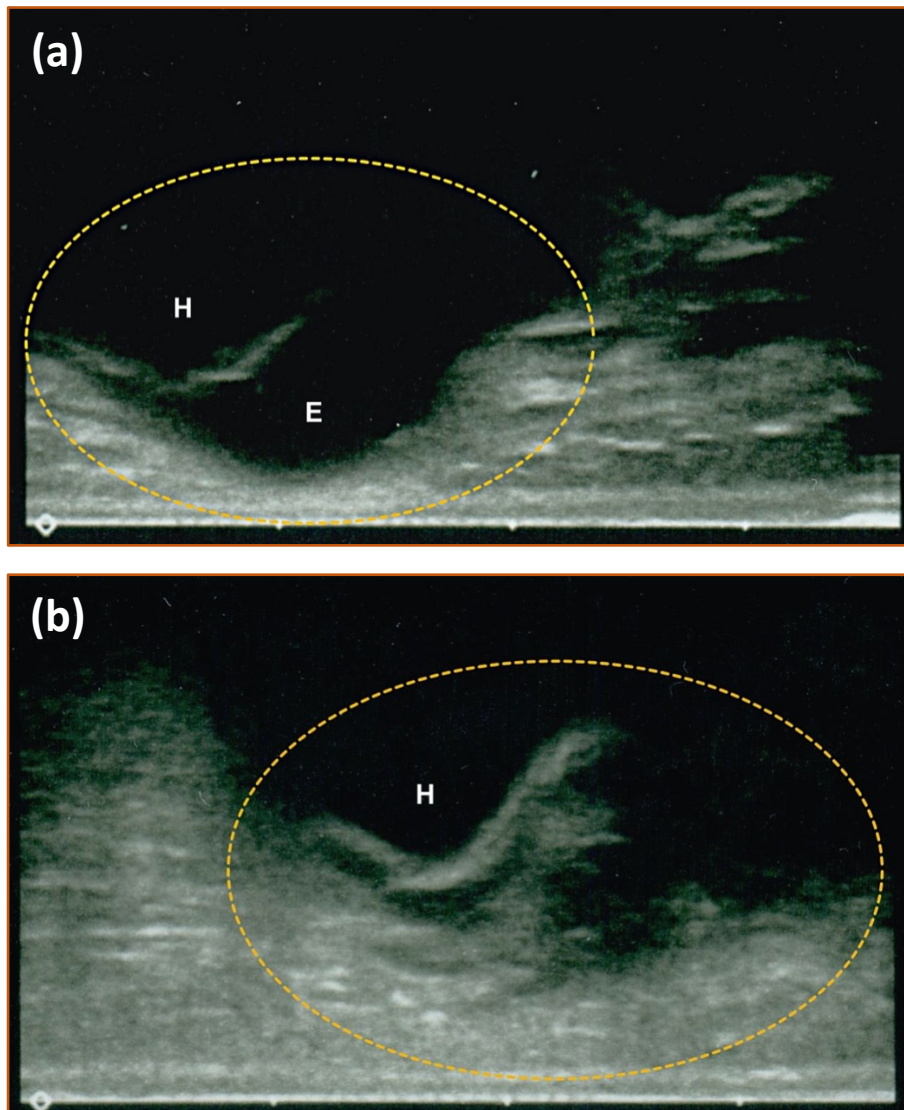
U dvou pacientů třetí skupiny byla na základě UZ vyšetření potvrzená abrupce laterálního epikondylu humeru (*epicondylus lateralis humeri*).

U jednoho pacienta ze třetí skupiny byla na základě UZ vyšetření diagnostikována avulze mediálního epikondylu humeru (*epicondylus medialis humeri*).

U dvou pacientů byla na základě provedeného UZ vyšetření indikována operační léčba. V prvním případě se jednalo o pacienta se separací epifyzy proximálního radia, kde pomocí UZ byla stanovena angulace fragmentů cca 45°. Ve druhém případě se jednalo o pacienta s avulzí neosifikovaného mediálního epikondylu, u kterého byl patrný výrazný otok mediální strany lokte. Na vstupních RTG byla patrná nedislokovaná separace proximální epifyzy radia typu SHII, humerus byl na RTG bez zřetelného skeletálního poranění. Na UZ pak bylo patrné avulzní poranění mediálního epikondylu humeru s distrakcí > 1 cm (obr. 27 a 28).



Obr. 27(a-b). RTG snímky pacienta s SHII proximálního radia a avulzí neosifikovaného mediálního epikondylu – na AP projekci (a) je patrný výrazný otok mediální kontury lokte.



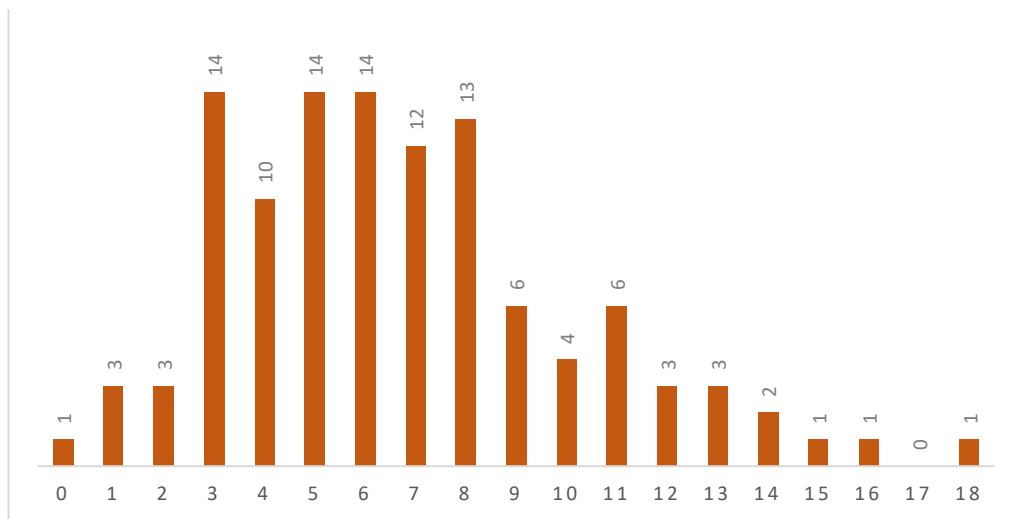
Obr. 28(a-b). UZ vyšetření pacienta s avulzí neosifikovaného mediálního epikondylu – vyšetření zdravého (a) a poraněného (b) lokte – patrná kontura distálního humeru (H) a mediální epikondyl (E – pouze na snímku zdravého lokte).

U jednoho pacienta byla na základě UZ vyšetření doporučena osteosyntéza pro komplexní poranění lokte po dorzální luxaci s avulzí ulnárního epikondylu, separací proximální epifýzy radia a zlomeninou olekranu. Osteosyntéza byla operátorem kontraindikována. U pacienta je při dlouhodobých kontrolách na RTG patrna distrakce osifikujícího ulnárního epikondylu a výrazné omezení hybnosti loketního kloubu.

Ve třetí skupině bylo 14 pacientů sledováno po dobu 1-35 měsíců (průměr 8,7, medián 4,5) k potvrzení diagnózy, stanovené pomocí UZ. Diagnóza byla ve všech případech potvrzena na základě dalšího sledování. Jeden pacient třetí skupiny byl po provedení UZ vyšetření nadále sledován na jiném pracovišti.

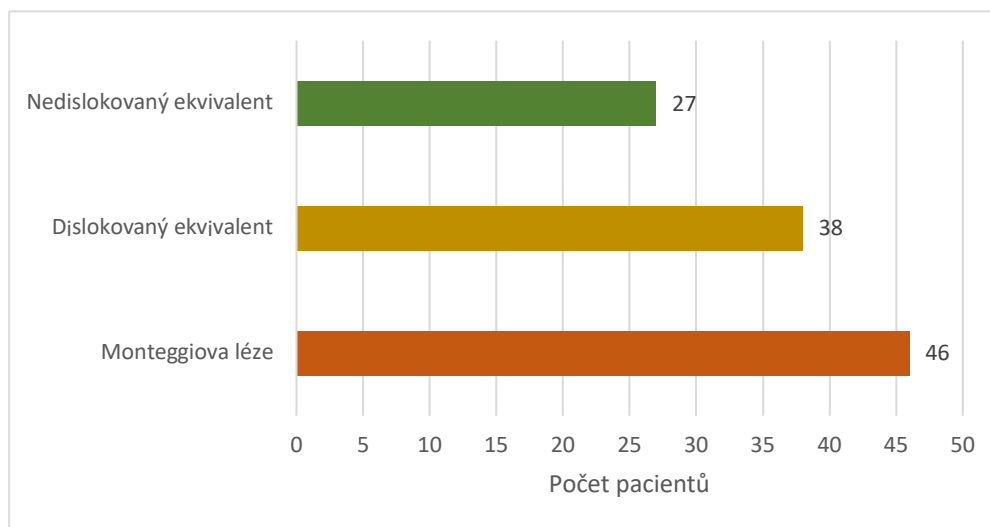
4.3. Zhodnocení nové klasifikace Monteggiovy léze a jejích ekvivalentů

V letech 2001-2013 bylo na KDCHT ošetřeno celkem 111 pacientů s akutní Monteggiovou lézí nebo jejím ekvivalentem. Věkové rozmezí pacientů bylo 11 měsíců-18 let (průměr 6,71 let, medián 6 let). Vrchol křivky incidence Monteggiovy léze byl zaznamenán ve věkové skupině 3-8 let (graf 19). Chlapci a dívky byli ve sledované skupině zastoupeni rovnoměrně – 53 dívek a 58 chlapců.



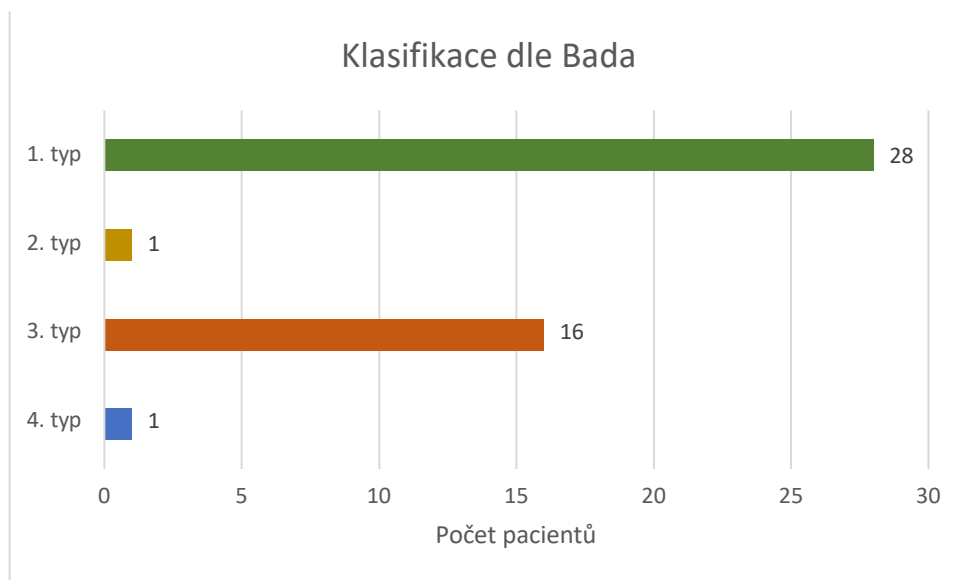
Graf 19. Věková distribuce pacientů s akutní Monteggiovou lézí a jejími ekvivalenty

Dle námi navrženého nového klasifikačního schématu Monteggiovy léze a jejích ekvivalentů bylo 27 pacientů zařazeno do skupiny nedislokovaných ekvivalentů, 38 pacientů do skupiny dislokovaných ekvivalentů a 46 pacientů do skupiny (pravé) Monteggiovy léze (graf 20).



Graf 20. Distribuce pacientů dle nově navrženého klasifikačního schématu.

Ve skupině (pravé) Monteggiovy léze se vyskytovaly všechny čtyři typy dle Badova klasifikačního schématu – 28 pacientů s 1. typem léze, jeden pacient s 2. typem léze, 16 pacientů se 3. typem léze a jeden pacient se 4. typem léze (graf 21).



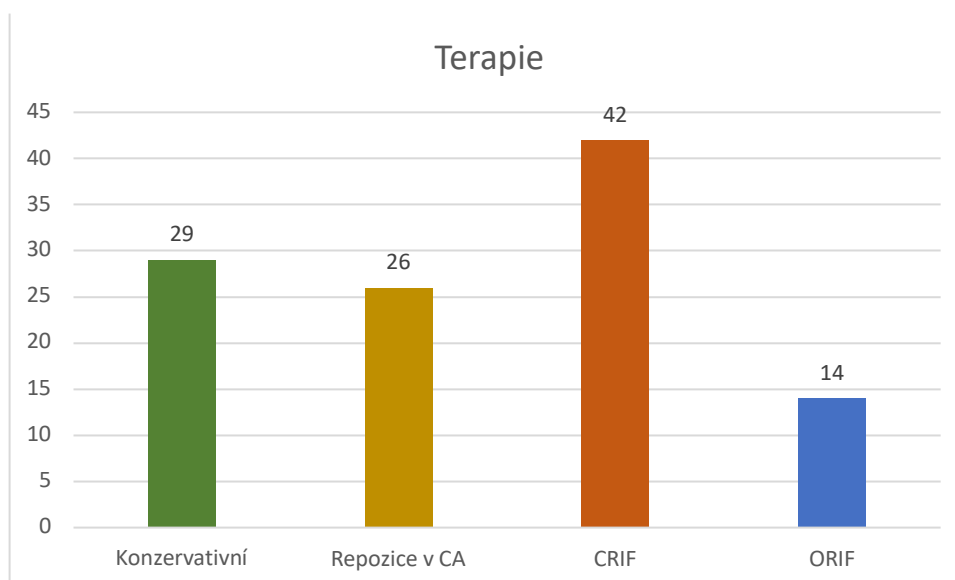
Graf 21. Zastoupení jednotlivých typů Monteggiovy léze dle Badovy klasifikace.

V hodnocení lokalizace zlomeniny ulny se u (pravé) Monteggiovy léze vyskytovala nejčastěji zlomenina proximální třetiny diafýzy ulny (18 pacientů, 39 %) a střední třetiny diafýzy ulny (17 pacientů, 37 %). U 11 pacientů (24 %) byla zlomenina ulny lokalizována do oblasti olekranu. Z hlediska zlomeniny ulny byl ale patrný rozdíl mezi 1. a 3. typem léze. U 1. typu léze byla nejčastěji zlomenina v oblasti střední třetiny diafýzy (16 pacientů, 57 %) a u 3. typu léze v oblasti proximální třetiny diafýzy (11 pacientů, 69 %). V případě ekvivalentů Monteggiovy léze se zlomenina ulny vyskytovala nejčastěji v oblasti olekranu, a to jak v případě dislokovaných ekvivalentů (26 pacientů, 72 %), tak v případě nedislokovaných ekvivalentů (14 pacientů, 52 %).

Zlomenina proximálního radia u ekvivalentů Monteggiovy léze byla reprezentována ve většině případů separací epifyzy proximálního radia typu SHII, a to u dislokovaných (36 pacientů, 95 %) i nedislokovaných (22 pacientů, 81 %) ekvivalentů. Celkem šest pacientů utrpělo metafyzární zlomeninu krčku radia (dva ve skupině dislokovaného a šest ve skupině nedislokovaného ekvivalentu). Pouze u jednoho pacienta byla zaznamenána intraartikulární zlomenina hlavičky radia (nedislokovaný ekvivalent).

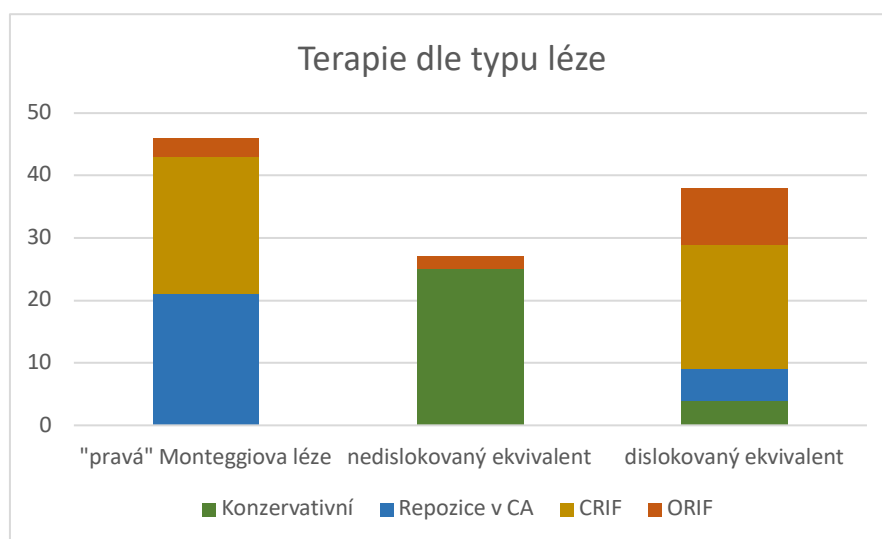
V souboru ekvivalentů Monteggiovy léze se vyskytovaly všechny směry dislokace.

Pro hodnocení volby terapie byly pacienti rozděleni do čtyř skupin – u celkem 29 pacientů (26,1 %) jsme postupovali konzervativně, pouze imobilizací poraněné končetiny v sádrové fixaci. U 26 pacientů (23,4 %) jsme provedli prostou repozici v CA s následnou sádrovou fixací, u 42 pacientů (37,8 %) jsme provedli osteosyntézu metodikou CRIF a u 14 pacientů (12,6 %) jsme osteosyntézu provedli metodikou ORIF (graf 22). U pacientů s nedislokovaným ekvivalentem Monteggiovy léze bylo operační řešení (ORIF) indikováno z důvodu nutnosti ošetření dislokované zlomeniny olekranu. Rozložení jednotlivých terapeutických přístupů dle typů léze pak ukazuje tabulka 15 a graf 23.



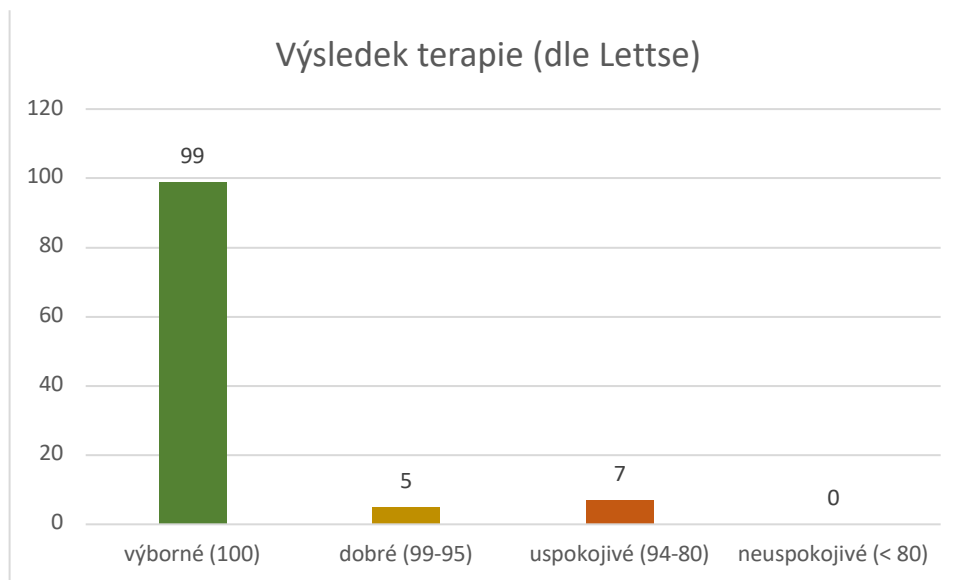
Graf 22. Distribuce terapeutického algoritmu v celém souboru pacientů.

	Konzervativní	Repozice v CA	CRIF	ORIF
(pravá) Monteggiaova léze	0	21	22	3
Nedislokovaný ekvivalent	25	0	0	2
Dislokovaný ekvivalent	4	5	20	9



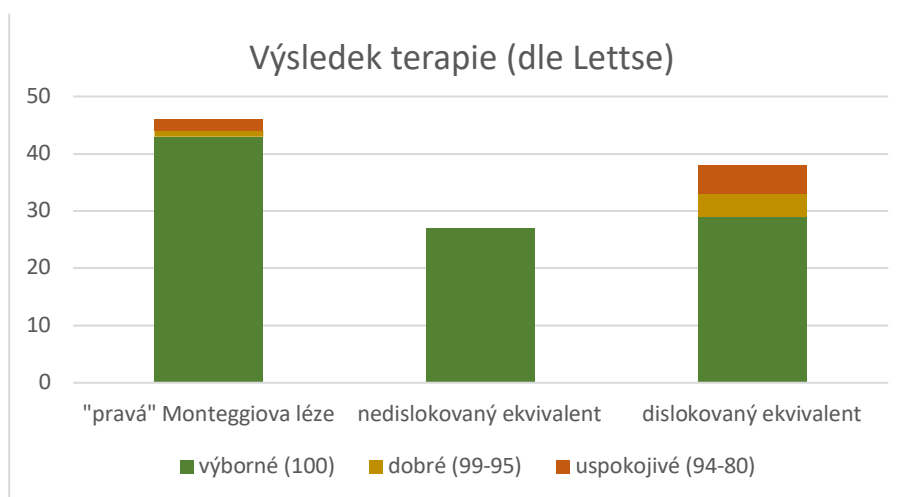
Tab. 15 a graf 23. Distribuce terapeutického algoritmu v závislosti na typu léze.

Při hodnocení výsledků léčby za použití Lettsových kritérií⁴³ dosáhlo celkem 99 pacientů (89,2 %) výborného výsledku (100 bodů), pět pacientů (4,5 %) mělo výsledky terapie dobré (99-95 bodů) a sedm pacientů (6,3 %) uspokojivé (94-80 bodů). Žádný z pacientů nedosáhl skóre < 80 bodů, tedy neuspokojivého výsledku (graf 24). Stejně, jako v případě volby terapie, jsme provedli srovnání výsledků léčby dle typu léze (tab. 16 a graf 25).



Graf 24. Výsledky terapie v celém souboru pacientů.

	Výborné (100)	dobré (99-95)	uspokojivé (94-80)	neuspokojivé (< 80)
(pravá) Monteggiaova léze	43	1	2	0
Nedislokovaný ekvivalent	27	0	0	0
Dislokovaný ekvivalent	29	4	5	0



Tab. 16 a graf 25. Výsledek terapie v závislosti na typu léze.

Po srovnání jednotlivých typů léze je patrný statisticky významný rozdíl ($p < 0,001$) mezi všemi třemi skupinami v případě volby terapeutického postupu (tab. 17). U výsledků léčby je statisticky významný rozdíl ($p = 0,016$) pouze ve srovnání dislokovaných a nedislokovaných ekvivaletů. U srovnání (pravé) Monteggiaovy léze s jednotlivými typy ekvivaletů není ve výsledcích léčby statisticky významný rozdíl (tab. 18)

	(pravá) Monteggiaova léze x nedislokovaný ekvivalent	(pravá) Monteggiaova léze x dislokovaný ekvivalent	nedislokovaný ekvivalent x dislokovaný ekvivalent
p ($\alpha = 0.05$)	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tab. 17. Srovnání terapeutických přístupů mezi jednotlivými typy lézí.

	(pravá) Monteggiaova léze x nedislokovaný ekvivalent	(pravá) Monteggiaova léze x dislokovaný ekvivalent	nedislokovaný ekvivalent x dislokovaný ekvivalent
p ($\alpha = 0.05$)	0,578	0,081	0,016

Tab. 18. Srovnání výsledků léčby mezi jednotlivými typy lézí.

Z komplikací jsme pozorovali třikrát parézu *n. radialis* (nebo jeho motorické větve *n. interosseus posterior*). Ve všech třech případech došlo ke spontánnímu zahojení bez nutnosti chirurgické intervence. U jednoho pacienta se poúrazově rozvinul kompartment syndrom s nutností provedení dermatofasciotomie. U dvou případů jsme pozorovali lehkou valgózní deformitu lokte, která však pacienta neomezovala a kosmeticky nevadila (tato deformita byla součástí hodnocení výsledků terapie) a u jedné pacientky došlo k opožděnému hojení, též bez nutnosti chirurgické intervence. Jiné komplikace jsme v našem souboru pacientů nezaznamenali.

U chronické Monteggiovy léze jsme ve 14 případech zaznamenali přehlédnutí léze na pracovišti primárního ošetření a pouze v jednom případě selhání léčby.

5. Diskuse

Detailní popis a znalost průběhu osifikace loketního kloubu je zásadní pro posouzení poranění dětského lokte, ke stanovení správné terapie i prognózy možných poúrazových následků, jako jsou poruchy růstu. Hodnocení osifikace jader loketního kloubu se též užívá ke stanovení kostního věku pacienta, nejčastěji použitím původního či modifikovaného bodového klasifikačního schématu dle Sauvegraina z roku 1962^{7, 44}. V literatuře pak nalezneme množství studií, zabývajících se průběhem osifikace loketního kloubu u dětí^{10, 12, 13}, analýza současné dětské populace v České republice ale v literárních pramenech dostupná není.

V běžné praxi dětské traumatologie se nejčastěji používá zjednodušené osifikační schéma dle Ogdena⁵, které však udává relativně značný rozptyl doby osifikace jednotlivých jader. I v ostatních studiích je pak patná výrazná variabilita stanoveného průměru, která se mezi jednotlivými autory liší i v řádu let. Tato variabilita může být dána i nekonzistentním určováním průměrného věku. Zatímco Cheng a Patel používají ke stanovení průměru percentilové vyjádření s určením průměrného věku osifikace na 50. percentilu^{10, 13}, Miyazaki využívá ve své práci metod deskriptivní statistiky k výpočtu průměru a směrodatné odchylky¹². V naší studii jsme pro stanovení průměrného věku použili výpočet váženého průměru z poměrného zastoupení osifikace jednotlivých jader. Porovnání výsledků jednotlivých osifikačních schémat shrnuje tabulka 19. Pozoruhodný je v tomto přehledu průměrný věk osifikace hlavičky humeru, který Miyazaki stanovuje až po prvním roce života, zatímco v literatuře se obecně udává manifestace hlavičky humeru v prvním roce života (Ogden do šestého měsíce života). V našem souboru se manifestací hlavičky humeru nezabýváme z důvodu nedostatečného počtu pacientů mladších jednoho roku. U všech pacientů v námi sledovaném souboru ale byla hlavička humeru již manifestována.

Jádro	Miyazaki ¹²		Cheng ¹⁰		Patel ¹³		Ogden ⁵		Čepelík	
	chlapci	dívky	chlapci	dívky	chlapci	dívky	chlapci	dívky	chlapci	dívky
C	1,36	1,26	1	1	x	x	1-2 měsíce	1-6 měsíců	x	x
R	6,19	5,52	6	5	5,9	4,2	3-6	3-6	6,33	5,24
I	8,21	5,75	7,5	5	6,8	4,2	5-7	3-6	6,75	4,72
T	10,98	9,06	10,7	9	9,7	8,4	8-10	7-9	9,79	8,52
O	10,59	8,60	10,5	8,7	9,9	8,3	8-10	8-10	9,81	8,04
E	12,18	10,36	12	10	11,2	9,4	12	11	11,83	9,65

Tab. 19. Průměrný věk osifikace jader loketního kloubu dle jednotlivých autorů.

V klinické praxi je běžné akceptovaná posloupnost osifikace dle mnemotechnického kódu C-R-I-T-O-E^{8, 9}. Výsledky jednotlivých studií ale tuto předpokládanou posloupnost zpochybňují. Typicky se v literatuře objevuje osifikace olekranu ještě před osifikací trochley, jak ve svých pracích pozorují Miyazaki¹² a Cheng¹⁰ (u chlapců i dívek) i Patel¹³ (pouze u dívek). Naše studie pak tuto obrácenou posloupnost osifikace potvrzuje u dívek, i když v jednotlivých případech jsme i u chlapců zaznamenali osifikaci olekranu ještě před manifestací jádra trochley. V našem souboru jsme u dívek též pozorovali nižší průměrný věk manifestace jádra mediálního epikondylu než jádra hlavičky radia. Z dostupných pramenů i z naší studie tedy vyplývá, že zavedený mnemotechnický kód je pro manifestaci jader neplatný. Pro potřebu diagnostiky v dětské traumatologii ale zůstává zásadní především manifestace jádra mediálního epikondylu dříve, než

jádra trochley a olekranu, kterou výsledky naší studie potvrdily a ve sledovaném souboru pacientů jsme nezaznamenali jediný případ manifestace trochley či olekranu před objevením jádra mediálního epikondylu.

U průměrného věku fúze jednotlivých jader jsou rozdíly mezi jednotlivými autory ještě výraznější než u průměrného věku manifestace. Tato skutečnost může být dána i obtížnějším hodnocením toho, kdy se jedná o úplnou fúzi. Zatímco Miyazaki¹² i Patel¹³ ve svých pracích hodnotí fúzi jako úplný zánik fýzy, v našem souboru pacientů jsme hranici fúze stanovili zánikem 90 % fýzy. Tuto hranici jsme stanovili k minimalizaci vlivu nejednoznačných nálezů, kdy z praktického hlediska je fýza již zaniklá a na růstu se nepodílí, ale na RTG mohou být ještě residua fýzy patrná po relativně dlouhou dobu. U těchto pacientů by mohlo být zařazení dle kritérií Miyazakiho a Patela obtížné. Porovnání průměrného věku fúze jednotlivých jader loketního kloubu shrnuje tabulka 20.

Jádro	Miyazaki ¹²		Patel ¹³		Ogden ⁵		Čepelík	
	chlapci	dívky	chlapci	dívky	chlapci	dívky	chlapci	dívky
C	15,25	12,50	13,7	11,0	14-17	14-17	14,62	11,93
R	16,19	13,64	14,8	12,5	14-17	14-17	15,12	13,65
I	16,69	13,95	14,9	13,4	15-18	15-18	15,67	13,89
T	15,32	12,75	13,4	11,0	14-17	14-17	14,10	12,14
O	16,01	13,86	14,5	12,8	14-17	14-17	14,82	13,55
E	15,82	13,33	14,0	11,4	14-17	14-17	14,77	12,27

Tab. 20. Průměrný věk fúze jader loketního kloubu dle jednotlivých autorů.

Zatímco pro manifestaci jader existuje předpokládaná posloupnost, u fúze jader literatura tuto jasnou posloupnost neuvádí. Ve srovnání jednotlivých studií je ale patrné, že i v případě fúze jader lze vysledovat vzorce, které se mezi jednotlivými autory opakují. V případě chlapců fúze jader u všech autorů končila v posloupnosti E-O-R-I, v našem souboru pacientů pak T-C-E-O-R-I. U dívek naopak všichni autoři pozorovali počátek fúze v posloupnosti C-T-E, v našem souboru pacientů pak C-T-E-O-R-I. U všech studií proběhla fúze mediálního epikondylu jako poslední. Tato skutečnost může být významná z hlediska četnosti avulzí mediálního epikondylu, které jsou u dětí před dokončením fúze asociovány s luxačním poraněním lokte.

V literatuře panuje shoda, že k manifestaci jader i jejich fúzi dochází u dívek o 1-2 roky dříve, než u chlapců (s výjimkou manifestace hlavičky humeru, která ale nebyla v naší práci zohledněna pro nedostatečný počet relevantních RTG snímků). Naše studie potvrzuje statisticky významný rozdíl v manifestaci jader mezi chlapci a dívkami v rozmezí od 1,10 roku pro hlavičku radia po 2,18 roku pro laterální epikondyl. U fúze je pak pozorovaný rozdíl průměrného věku výraznější – od 1,27 pro olekranon po 2,69 pro hlavičku humeru.

V diagnostice poranění loketního kloubu u dětí je nadále metodou volby prostý RTG snímek lokte ve dvou projekcích, který představuje pro pacienta minimální radiační zátěž²³ a ve většině případů vede ke stanovení správné diagnózy. K hodnocení RTG obrazu se v praxi užívají pomocné indikátory jako Rogersova přední humerální linie či radiokapitelární linie. Z důvodu komplikované RTG diagnostiky rostoucího skeletu je ale v literatuře patrná snaha o zpřesnění

diagnostického algoritmu, včetně zavedení méně známých radiodiagnostických metod, jako je digitální tomosyntéza²⁴.

Radiokapitelární linie představuje indikátor kongruence humeroradiálního kloubu a používá se především k diagnostice Monteggiaovy léze. Přestože většina literatury přisuzuje její definici Storenovi v jeho práci z roku 1959⁴⁵, při studiu dostupných pramenů jsme poprvé narazili na popis radiokapitelární linie v diagnostice Monteggiaovy léze ve Smithově práci již z roku 1947¹⁵. Přestože tato linie je stále považována za zlatý standard v diagnostice (sub)luxací v humeroradiálním kloubu, v literatuře je její výtežnost a specifická u mladších pacientů s nízkým stupněm osifikace zpochybňována. Jednotlivé prameny uvádějí, že u neúplně osifikovaného skeletu mívá radiokapitelární linie střední třetinu hlavičky humeru až v 80 % a zcela mívá osifikovanou část hlavičky humeru až v 17 %^{3, 4, 16, 17}. Tato skutečnost je dána i specifickým vzorcem osifikace hlavičky humeru, která probíhá excentricky, jak popisuje Fader ve své MR studii³. V naší práci jsme pozorovali úplné minulé hlavičky humeru radiokapitelární linií u dětí ve věkovém rozmezí 1-7 let v průměru u 21 % pacientů, významněji pak v AP projekci, která je zároveň citlivější na přesné zaměření RTG paprsku.

Pro zpřesnění diagnostiky Monteggiaovy léze byly různými autory navrženy úpravy tradičního chápání radiokapitelární linie a nové indikátory poranění humeroradiálního kloubu. Zatímco původní popis radiokapitelární linie prochází dlouhou osou diafýzy radia (S-linie), Kunkel i Ramirez považují za přesnější proložení radiokapitelární linie osou krčku radia (N-linie)^{17, 18}. Wang a Su pak navrhuje použití P-linie, která prochází středem proximální i distální fýzy radia¹⁹. Také P-linie ale prochází středem hlavičky humeru jen v 88,23 % v AP projekci a pouze v 72,50 % v bočné projekci. V praxi navíc nebývá distální radius na standardních RTG snímcích při poranění lokte zachycen. Souder proto navrhuje nový pomocný indikátor hodnocení (sub)luxace humeroradiálního kloubu – laterální humerální linií²⁰, která ale hodnotí (sub)luxaci pouze v AP projekci (Monteggiaova léze typu Bado 3) a je citlivá na provedení přesné AP projekce, což může být u poraněného lokte u mladších dětí bez sedace neproveditelné. V naší práci byla k hodnocení RTG snímků užita N-linie, která je považována za přesnější indikátor, než tradiční S-linie. Přestože senzitivita radiokapitelární linie je považována za dostatečnou, specifická RTG vyšetření v našem souboru byla pouze 79 %. Jako kritický věk pro záchyt falešně pozitivních nálezů na RTG jsme stanovili rozmezí 1.-7. roku života, kdy dochází k postupné a excentrické osifikaci hlavičky humeru. Tato excentrická osifikace byla jasně patrná na snímcích provedené RTG studie.

Vzhledem k nízké specifické RTG vyšetření při hodnocení humeroradiálního kloubu je často potřebné využití alternativních zobrazovacích metod k posouzení suspektní Monteggiaovy léze. Literatura zmiňuje možnosti použití CT, MR, arthrografie i možné využití ultrazvuku^{11, 26, 27, 30}. Většina těchto metod je ale vzhledem ke svým nevýhodám v běžné praxi používána jen zřídka – CT představuje neadekvátní radiační zátěž, MR je drahým, časově náročným vyšetřením, které v rizikové skupině (1-7 let) musí být často prováděno v CA, arthrografie je invazivní metodou, vyžadující sedaci pacienta. Oproti tomu ultrazvukové vyšetření představuje rychlou, levnou a dostupnou zobrazovací metodu, která nezatěžuje pacienta nutností sedace či ionizačním zářením. Jeho využití v klinické praxi je zatím limitováno především nízkou zkušeností vyšetřujících lékařů a předpokladem, že by toto vyšetření mělo být prováděno radiology. V naší studii prokazujeme, že vyšetření humeroradiálního kloubu může být s vysokou mírou úspěšnosti prováděno v ambulantním modu ošetřujícím chirurgem po základním zaškolení zkušeným radiologem.

Použití UZ jako pomocné metody v diagnostice poranění loketního kloubu je v literatuře široce diskutováno. Většina autorů se ale zaměřuje na možnosti diagnostiky suprakondylické

zlomeniny^{25, 28, 29}, poranění měkkých tkání, skrytých zlomenin, volných těles v kloubu a chronických lézí (disekující osteochondritida)^{25, 26, 27}. V oblasti humeroradiálního kloubu jsou pak studie zaměřené na diagnostiku bolestivé pronace (*pronatio dolorosa*)^{25, 46, 47}. V době provedení UZ studie jsme našli pouze dva články, zabývající se UZ diagnostikou Monteggiaovy léze. V obou případech šlo o jednotlivé kazuistiky suspektní luxace v humeroradiálním kloubu – v jednom případě byla diagnóza potvrzena⁴⁹ a v jednom vyvrácena¹¹. Výsledky námi publikovaného použití UZ v diagnostice Monteggiaovy léze pak využívají další autoři v diagnostice i terapii Monteggiaovy léze^{50, 51}.

Naše práce představuje první větší soubor pacientů v UZ hodnocení Monteggiaovy léze a zároveň stanovuje postup provedení UZ vyšetření a kritéria hodnocení kongruence humeroradiálního kloubu – „znamení dvojitého hrbolu“ („*double-hump sign*“) a „znamení kongruence“ („*congruency sign*“). Výhodou námi provedené UZ studie je její prospektivní charakter, kdy byl terapeutický postup stanovený na základě provedení UZ a následně při dlouhodobém sledování byla potvrzena jeho správnost. V našem souboru pacientů jsme dosáhli při vyšetření 100 % negativní prediktivní hodnoty, která je při nízké specifitě RTG vyšetření zásadním faktorem k hodnocení užitečnosti UZ.

Technika provedení UZ loketního kloubu je v literatuře detailně popsána^{25, 26, 27, 30}. V soulase s literárními prameny jsme v naší studii použili k vyšetřování lineární sondy různého frekvenčního rozsahu. Vyšetření humeroradiálního kloubu je pak zásadní v podélné rovině, v příčné rovině je výtěžnost vyšetření minimální. Na rozdíl od literatury považujeme za výhodnější provedení vyšetření v semiflexi lokte (nikoli v plné extenzi, která je u poraněného lokte často nedosažitelná) a v naší práci zdůrazňujeme supinační či neutrální postavení předloktí. Zatímco většina autorů popisuje vyšetření především z přední strany lokte, pro hodnocení humeroradiálního kloubu je zásadní provedení vyšetření z přední i (postero)laterální strany, zejména k posouzení „znamení kongruence“. Pro správné hodnocení UZ považujeme též nutné provedení srovnávacího vyšetření zdravého lokte.

Zatímco u „znamení dvojitého hrbolu“ je zásadní jeho pozitivita, u „znamení kongruence“ hodnotíme především jeho negativitu – „defekt ve znamení kongruence“ – jelikož při nepřítomnosti hemartros v loketním kloubu nemusí být poloměsíčitý útvar korespondujících kloubních ploch patrný. V našem souboru jsme zaznamenali dva pacienty s „defektem znamení kongruence“. V obou případech se jednalo o vyšetření po provedení repozice potvrzené Monteggiaovy léze. Přestože podobný případ není v literatuře popsán, Lee publikoval UZ studii pacientů s bolestivou pronací s podobným UZ obrazem rozšířené synoviální řasy a vmezeřením *ligamentum anulare radii* do humeroradiálního kloubu⁴⁷. Na základě těchto nálezů doporučujeme provedení UZ u všech pacientů po repozici Monteggiaovy léze k vyloučení perzistující subluxe – ekvivalentu bolestivé pronace.

V naší studii též demonstrujeme možnosti využití UZ v diagnostice jiných poranění loketního kloubu než Monteggiaovy léze. Důležitou roli může UZ představovat v diagnostice avulzních poranění mediálního epikondylu humeru, které představují 10-20 % veškerých poranění loketního kloubu a jejich přehlédnutí může vést mediální instabilitě lokte a vzniku bolestivého pakloubu¹. U neosifikovaného jádra epikondylu při jasných klinických příznacích může být UZ jedinou dostupnou možností ke stanovení diagnózy, jak demonstrujeme v námi publikované kazuistice jednoho z pacientů v našem souboru⁴⁸. V literatuře jsme našli pouze dvě obdobné kazuistiky poranění neosifikovaného ulnárního epikondylu – v jednom případě bylo potvrzení diagnózy provedeno pomocí MR⁵², ve druhém případě pomocí UZ⁵³. U jiných poranění než Monteggiaovy

léze, je ale zatím soubor pacientů malý k detailnějšímu hodnocení souboru a překračuje zaměření této práce. V budoucnu však předpokládáme uplatnění UZ v diagnostice dalších vzácných poranění neosifikovaného skeletu, jakými jsou například variabilní a obtížně diagnostikovatelné separace celé distální epifýzy humeru u malých dětí.

Při hodnocení našeho souboru pacientů s Monteggiiovou lézí jsme zaznamenali nižší věkový průměr našich pacientů s maximem v rozmezí 3-7 let, zatímco Green a Swiontkowski udávají rozmezí 4-10 let³⁷ a Ogden dokonce 7-10 let⁵. Nejnižším věkem pacienta s Monteggiiovou lézí (ekvivalentem Monteggiovy léze) v našem souboru byla jedenáctiměsíční dívka, v literatuře najdeme zmínky i o dvouměsíčním kojenci s Monteggiiovou lézí⁵. Většina námi sledovaných pacientů spadá do kritického období, kdy radiokapitelární linie míjí hlavičku radia (1-7 let) a zdůrazňuje tak potřebu pomocné vyšetřovací metody s vysokou negativní prediktivní hodnotou k bezpečnému vyloučení Monteggiovy léze.

Monteggiiova léze a její ekvivalenty jsou značně heterogenní skupinou co do volby terapie i jejích výsledků. Badův popis i klasifikace Monteggiovy léze je nadále široce přijímaná odbornou veřejností, jen s malou tendencí k revizi^{43, 54}. Terapie Monteggiovy léze se zaměřuje na repozici luxace proximálního radia a zejména udržení délky a stability poraněné ulny k prevenci reluxace^{55, 56, 57, 58}.

Oproti tomu ekvivalenty Monteggiovy léze zůstávají kontroverzním tématem s nejednoznačnou definicí^{34, 59, 60} a někteří autoři ekvivalenty Monteggiovy léze ve svých pracích vůbec neuvádějí^{58, 61, 62}. Z naší klinické praxe vyplývá, že ekvivalentem Monteggiovy léze je zlomenina ulny v kterékoli etáži, spojená se zlomeninou proximálního radia. Všechny ostatní předpokládané ekvivalenty jsou buď „pravou“ Monteggiiovou lézí nebo nesplňují kritéria Monteggiovy léze jako takové (bolestivá pronace, solitární luxace proximálního radia). Na rozdíl od citované literatury jsme v našem souboru pozorovali ekvivalenty i jiných typů Monteggiovy léze než poranění typu Bado 1.

Na základě výsledků naší studie považujeme za vhodné rozlišovat pouze dvě hlavní skupiny Monteggiovy léze a jejích ekvivalentů. Tyto skupiny se odlišují především rozdílným terapeutickým přístupem. Dislokované ekvivalenty jsou lézí nestabilní, vyžadující ve většině případů operační léčbu a s relativně častým omezením funkce poraněné končetiny (téměř 24 % pacientů s Lettsovým skóre <100). „Pravá“ Monteggiiova léze je pak poraněním na rozmezí dvou předešlých skupin, se stabilitou závislou na poranění ulny. Výsledky adekvátně léčené Monteggiovy léze nebo jejích ekvivalentů jsou ale velmi dobré a nezaznamenali jsme žádného pacienta se špatným výsledkem léčby na našem pracovišti (Lettsovo skóre <80).

Nedislokované ekvivalenty Monteggiovy léze nesplňují kritéria porušené kongruence humeroradiálního kloubu a neměly by být za ekvivalenty Monteggiovy léze považovány. Jedná se o nezávažná, stabilní poranění, téměř vždy určená ke konzervativní terapii. Operační léčba je indikována pouze k řešení dislokovaných poranění ulny, proximální radius není třeba stabilizovat a u těchto poranění nikdy nedochází k porušení kongruence humeroradiálního kloubu. Výsledky léčby jsou výborné (100 % pacientů s Lettsovým skóre 100).

Adekvátně diagnostikovaná a léčená Monteggiiova léze má obecně dobrou prognózu, Givon ale upozorňuje na horší výsledky léčby ekvivalentů Monteggiovy léze a doporučuje řadit ekvivalenty Monteggiovy léze do samostatné skupiny s větším důrazem kladeným na terapii⁶³. V námi sledovaném souboru jsme ale pozorovali statisticky významný rozdíl ve volbě terapie i výsledcích léčby mezi dislokovanými a nedislokovanými ekvivalenty Monteggiovy léze. Tyto výsledky pak potvrzují, že nedislokované ekvivalenty by neměly být do skupiny ekvivalentů řazeny.

Míra i typy komplikací Monteggiaovy léze a jejích ekvivalentů jsou shodné s literárními prameny^{1, 5, 37}. Jako nejčastější komplikaci jsme pozorovali parézu n. radialis (nebo její motorické větve n. interosseus posterior), ve všech případech však došlo ke spontánnímu zhojení. Jako zvláštní a závažnou komplikaci, která není u Monteggiiových lézí běžně uváděna, jsme 1x pozorovali rozvoj kompartment syndromu s nutností provedení dermatofasciotomie.

U chronické Monteggiaovy léze se na našem souboru pacientů potvrdila hypotéza, že naprostá většina chronických lézí je zapříčiněna nesprávnou diagnostikou a přehlédnutím luxace hlavičky radia při zdánlivě solitární zlomenině diafýzy ulny^{1, 5}. Mnohdy také pozornosti uniká nenápadná zlomenina z ohnutí (*bowing*) ulny, kdy se na možnou luxaci proximálního radia ani nepomýšlí. Pouze u jednoho z 15 případů se jednalo o selhání léčby.

6. Závěr

Loketní kloub představuje diagnostickou i terapeutickou výzvu rostoucího skeletu a podílí se z více než 50 % na operační léčbě v dětské traumatologii. Popisovaných 6-10 sekundárních osifikačních center s rozdílnou dobou manifestace a fúze komplikuje diagnostiku skeletálních poranění dětského lokte.

V naší práci jsme si stanovili za cíl zhodnocení průběhu osifikace dětského lokte na vzorku současné pediatrické populace v České republice se zaměřením na hodnocení radiokapitelární linie a její specifity v diagnostice Monteggiaovy léze, vytvoření a ověření diagnostického schématu ultrazvukového vyšetření humeroradiálního kloubu dětského lokte jako pomocné zobrazovací metody u suspektní Monteggiaovy léze a statistické zhodnocení námi navržené zjednodušené klasifikace Monteggiiových lézí a jejich ekvivalentů.

Na našem souboru pacientů jsme prezentovali první studii průběhu osifikace loketního kloubu u dětí v České republice. V této studii jsme zpochybnili zavedený mnemotechnický kód posloupnosti osifikace C-R-I-T-O-E a potvrdili jsme statisticky významný rozdíl v nástupu osifikace i fúze jednotlivých jader mezi chlapci a dívkami. Ve shodě s literárními prameny jsme též potvrdili nízkou specifitu užití radiokapitelární linie (N-linie) při hodnocení kongruence humeroradiálního kloubu. Tato nízká specifita RTG vyšetření vede k nutnosti zpřesnění diagnostiky poranění loketního kloubu za použití alternativních zobrazovacích metod.

Na základě naší studie jsme vyhodnotili ultrazvuk jako vhodné pomocné vyšetření v diagnostice poranění humeroradiálního kloubu (suspektní Monteggiaovy léze) s negativní prediktivní hodnotou 100 % ve sledovaném souboru pacientů. Na kontrolní skupině pacientů jsme stanovili vyšetřovací postup, diagnostická kritéria (sub)luxace v humeroradiálním kloubu a popsali jsme „znamení dvojitého hrbolu“ („*double-hump sign*“) a „znamení kongruence“ („*congruency sign*“) jako indikátory správné kongruence. Ultrazvukové vyšetření je jednoduchou, levnou a dostupnou metodou, kterou lze využít dětským traumatologem v ambulantním módu diagnostiky a měla by být zařazena do standardů vyšetření při suspektní Monteggiiově lézi. Důležitou součástí diagnostiky je srovnávací vyšetření neporaněné strany. Vzhledem k nálezům perzistující subluxace (obraz ekvivalentu bolestivé pronace) u dvou pacientů po repozici Monteggiaovy léze považujeme za vhodné provedení ultrazvukového vyšetření na operačním sále u všech pacientů po repozici Monteggiaovy léze.

V hodnocení souboru pacientů s Monteggiiovou lézí jsme navrhli a ověřili klasifikaci, rozdělovací Monteggiiovu lézi a její ekvivalenty do dvou skupin s odlišnou volbou terapie.

Za „pravou“ Monteggiiovu lézi považujeme zlomeninu ulny v kterékoli etáži se (sub)luxací proximálního radia v humeroradiálním kloubu. V terapii je zásadní zakloubení proximálního radia a obnova osy a udržení délky ulny. Při správné léčbě je prognóza poranění dobrá.

Dislokovaný ekvivalent Monteggiaovy léze klasifikujeme jako zlomeninu ulny v kterékoli etáži s dislokovanou zlomeninou proximálního radia (fyzární poranění či zlomenina krčku radia s dislokací > 1. stupně dle bratří Judetů). Terapie dislokovaných ekvivalentů je převážně operační a výsledky statisticky významně horší než u skupiny nedislokovaných ekvivalentů. Pro výsledek léčby je zásadní obnovení anatomických poměrů proximálního radia a vzhledem k nejisté prognóze je nutné dlouhodobé sledování pacientů s tímto typem poranění.

Nedislokovaný ekvivalent Monteggiaovy léze definujeme jako zlomeninu ulny v kterékoli etáži (s dislokací i bez dislokace) s nedislokovanou zlomeninou proximálního radia (fyzární poranění či zlomenina krčku radia s dislokací 1. stupně dle bratří Judetů). Terapie nedislokovaných ekvivalentů je převážně konzervativní a prognóza výborná. Nedislokovaný ekvivalent nesplňuje kritéria Monteggiaovy léze a neměl by tedy být za ekvivalent Monteggiaovy léze považován.

7. Přehled použité literatury

1. HAVRÁNEK, P. et al. *Dětské zlomeniny. Druhé, doplněné a přepracované vydání*. Praha: Galén, 2013. ISBN 978-80-7262-983-1.
2. DYLEVSKÝ, I.; DRUGA, R.; MRÁZKOVÁ, O. *Funkční anatomie člověka*. Praha: Grada, 2000. ISBN 80-7169-681-1.
3. FADER, L. M.; LAOR, T.; EISMANN, E. A.; CORNWALL, R.; LITTLE, K. J. MR imaging of capitellar ossification: a study in children of different ages. *Pediatric Radiology*. 2014, roč. 44, č. 8, s. 963-970. ISSN 0301-0449.
4. FADER, L. M.; LAOR, T.; EISMANN, E. A.; CORNWALL, R.; LITTLE, K. J. Eccentric Capitellar Ossification Limits the Utility of the Radiocapitellar Line in Young Children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2016, roč. 36, č. 2, s. 161-166. ISSN 0271-6798.
5. OGDEN, J. A. *Skeletal Injury in the Child. Third Edition*. New York: Springer, 2000. ISBN 0-387-98510-7.
6. CHARLES, Y. P.; DIMÉGLIO, A.; CANAVESE, F.; DAURES, J.-P. Skeletal Age Assessment from the Olecranon for Idiopathic Scoliosis at Risser Grade 0. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*. 2007, roč. 89, č. 12, s. 2737-2744. ISSN 0021-9355.
7. DIMÉGLIO, A. Accuracy of the Sauvegrain Method in Determining Skeletal Age During Puberty. *The Journal of Bone and Joint Surgery (American)*. 2005, roč. 87, č. 8. ISSN 0021-9355.
8. LAHFABA, Anissa; DERMESROPIAN, François. Medial Epicondyle Avulsion Fracture with Joint Entrapment in Children. *Journal of the Belgian Society of Radiology*. 2020, roč. 104, č. 1. ISSN 2514-8281.
9. UNDERSCHULTZ, Jack G.; STAGG, Andrew; MACGOUGAN, Cameron K. Applying CRITOE in pediatric elbow trauma: is that a fracture or an ossification center? *Canadian Journal of Emergency Medicine*. 2021, roč. 23, č. 3, s. 398-400. ISSN 1481-8035.
10. CHENG, J. C. Y.; WING-MAN, K.; SHEN, W. Y.; YURIANTO, H.; XIA, G. et al. A New Look at the Sequential Development of Elbow-Ossification Centers in Children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1998, roč. 18, č. 2, s. 161-167. ISSN 0871-6798.
11. KIM, H. H. R.; GAUGUET, J.-M. Pediatric Elbow Injuries. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*. 2018, roč. 39, č. 4, s. 384-396. ISSN 08872171.
12. MIYAZAKI, C. S.; MARANHO, D. A.; AGNOLLITTO, P. M.; NOGUEIRA-BARBOSA, M. H. Study of Secondary Ossification Centers of the Elbow in the Brazilian Population. *Acta Ortopédica Brasileira*. 2017, roč. 25, č. 6, s. 279-282. ISSN 1809-4406.
13. PATEL, B.; REED, M.; PATEL, S. Gender-specific pattern differences of the ossification centers in the pediatric elbow. *Pediatric Radiology*. 2009, roč. 39, č. 3, s. 226-231. ISSN 0301-0449.
14. ROGERS, L. F.; MALAVE, S.; WHITE, H.; TACHDJIAN, M. O. Plastic Bowing, Torus and Greenstick Supracondylar Fractures of the Humerus: Radiographic Clues to Obscure Fractures of the Elbow in Children. *Radiology*. 1978, roč. 128, č. 1, s. 145-150. ISSN 0033-8419.
15. SMITH, F. M. Monteggia fractures; an analysis of 25 consecutive fresh injuries. *Surgery, Gynecology and Obstetrics*. 1947, roč. 85, č. 5, s. 630-640. ISSN 0039-6087.
16. HUANG, Z.-Q.; ZHENG, X.-H.; YU, X.; OU-YANG, C.-Z. Eccentric rule of the radiocapitellar line from radiographs of normal elbows in young children. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. 2017, roč. 26, č. 1, s. 21-26. ISSN 1060-152X.

17. RAMIREZ, R. N.; RYAN, D. D.; WILLIAMS, J.; WREN, T. A.L.; IBRAHIM, D. et al. A Line Drawn Along the Radial Shaft Misses the Capitellum in 16% of Radiographs of Normal Elbows. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2014, roč. 34, č. 8, s. 763-767. ISSN 0271-6798.
18. KUNKEL, S.; CORNWALL, R.; LITTLE, K.; JAIN, V.; MEHLMAN, C. et al. Limitations of the Radiocapitellar Line for Assessment of Pediatric Elbow Radiographs. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2011, roč. 31, č. 6, s. 628-632. ISSN 0271-6798.
19. WANG, C.; SU, Y. An Alternative to the Traditional Radiocapitellar Line for Pediatric Forearm Radiograph Assessment in Monteggia Fracture. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2020, roč. 40, č. 3, s. e216-e221. ISSN 0271-6798.
20. SOUDER, C. D.; ROOCROFT, J. H.; EDMONDS, E. W. Significance of the Lateral Humeral Line for Evaluating Radiocapitellar Alignment in Children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2017, roč. 37, č. 3, s. e150-e155. ISSN 0271-6798.
21. SKIBO, L.; REED, M. H. A criterion for a true lateral radiograph of the elbow in children. *Canadian Association of Radiologists Journal*. 1994, roč. 45, č. 4, s. 287-291. ISSN 0846-5371.
22. BISWAS, D.; BIBLE, J. E.; BOHAN, M.; SIMPSON, A. K.; WHANG, P. G. et al. Radiation Exposure from Musculoskeletal Computerized Tomographic Scans. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*. 2009, roč. 91, č. 8, s. 1882-1889. ISSN 0021-9355.
23. *Radiation Dose in X-Ray and CT Exams*. Radiology.org. Online. Oak Brook (Illinois): RSNA, 2018. Dostupné z: <https://www.radiologyinfo.org/en/pdf/safety-xray.pdf>.
24. ZAPALA, Matthew A.; LIVINGSTON, Kristin; PHELPS, Andrew S.; MACKENZIE, John D. Digital tomosynthesis of the pediatric elbow. *Pediatric Radiology*. 2019, roč. 49, č. 12, s. 1643-1651. ISSN 0301-0449.
25. AVERILL, Lauren W.; KRAFT, Denver B.; SABADO, Jeremiah J.; ATANDA, Alfred; LONG, Suzanne S. et al. Ultrasonography of the pediatric elbow. *Pediatric Radiology*. 2023, roč. 53, č. 8, s. 1526-1538. ISSN 1432-1998.
26. KONIN, G. P.; NAZARIAN, L. N.; WALZ, D. M. US of the Elbow: Indications, Technique, Normal Anatomy, and Pathologic Conditions. *RadioGraphics*. 2013, roč. 33, č. 4, s. E125-E147. ISSN 0271-5333.
27. RADUNOVIC, G.; VLAD, V.; MICU, M. C., NESTOROVA, R.; PETRANOVA, T. et al. Ultrasound assessment of the elbow. *Medical Ultrasonography*. 2012, roč. 14, č. 2, s. 141-146. ISSN 2066-8643.
28. ECKERT, K.; ACKERMANN, O. Sonographische Frakturdiagnostik. *Der Radiologe*. 2015, roč. 55, č. 11, s. 992-999. ISSN 0033-832X.
29. RABINER, J. E.; KHINE, H.; AVNER, J. R.; FRIEDMAN, L. M.; TSUNG, J. W. Accuracy of Point-of-Care Ultrasonography for Diagnosis of Elbow Fractures in Children. *Annals of Emergency Medicine*. 2013, roč. 61, č. 1, s. 9-17. ISSN 01960644.
30. MARKOWITZ, R. I.; DAVIDSON, R. S.; HARTY, P. M.; BELLAH, R. D.; HUBBARD, A. M. et al. Sonography of the elbow in infants and children. *American Journal of Roentgenology*. 1992, roč. 159, č. 4, s. 829-833. ISSN 0361-803X.
31. ANDJELKOVIC, S.; VUCKOVIC, C.; MILUTINOVIC, S.; PALIBRK, T.; KADIJA, M. et al. Giovanni Battista Monteggia (1762-1815). *Srpski arhiv za celokupno lekarstvo*. 2015, č. roč. 143, č. 1-2, s. 105-107. ISSN 0370-8179.
32. REHIM, S. A.; MAYNARD, M. A.; SEBASTIN, S. J.; CHUNG, K. C. Monteggia Fracture Dislocations: A Historical Review. *The Journal of Hand Surgery*. 2014, roč. 39, č. 7, s. 1384-1394. ISSN 03635023.

33. BADO, J. L. The Monteggia Lesion. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1967, roč. 50, s. 71-86. ISSN 0009-921X.
34. OLNEY, B. W.; MENELAUS, M. B. Monteggia and Equivalent Lesions in Childhood. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1989, roč. 9, č. 2, s. 219-223. ISSN 0271-6798.
35. PEŠL, T.; HAVRÁNEK, P. Monteggiowa léze v dětském věku: Návrh nové klasifikace. *Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Čechoslovaca*. 2005, roč. 72, s. 164-169. ISSN 0001-5415.
36. PEŠL, T.; HAVRÁNEK, P. Monteggiowa léze rostoucího skeletu: Zásady léčby. *Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Čechoslovaca*. 2010, roč. 77, s. 32-38. ISSN 0001-5415.
37. GREEN, N. E.; SWIONTKOWSKI, M. F. *Skeletal Trauma in Children, Volume Three, 2nd Edition*. Philadelphia: Saunders, 1986. ISBN 978-0721667355.
38. HUDSON, D. A.; DE BEER, J. D. Isolated traumatic dislocation of the radial head in children. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*. 1986, roč. 68-B, č. 3, s. 378-381. ISSN 0301-620X.
39. WATERS, P. M.; SKAGGS, D. L.; FLYNN, J. M. *Rockwood and Wilkins' Fractures in Children. Ninth Edition*. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2020. ISBN 978-1-49-638654-0.
40. EVANS, E. M. Pronation Injuries of the Forearm with Special Reference to the Anterior Monteggia Fracture. *Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*. 1949, roč. 31, s. 578-588. ISSN 0301-620X.
41. METAIZEAU, J. P.; LASCOMBES, P.; LEMELLE, J.-L.; FINLAYSON, D.; PREVOT, J. Reduction and Fixation of Displaced Radial Neck Fractures by Closed Intramedullary Pinning. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1993, roč. 13, č. 3, s. 355-360. ISSN 0271-6798.
42. HAVRÁNEK, P.; PEŠL, T.; ČEPELÍK, M. *Klasifikace dětských zlomenin*. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-143-8.
43. LETTS, M; LOCHT, R; WIENS, J. Monteggia fracture-dislocations in children. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*. 1985, roč. 67-B, č. 5, s. 724-727. ISSN 0301-620X.
44. BEATTY, E. W.; MCABEE, T. L.; PENNOCK, A. T.; KOCHER, M. S.; HEYWORTH, B. E. Estimating Skeletal Age in Children: A Comprehensive Anatomic Approach. *Journal of the Pediatric Orthopaedic Society of North America*. 2022, roč. 4, č. 2. ISSN 27682765.
45. STØREN, G. Traumatic dislocation of the radial head as an isolated lesion in children; report of one case with special regard to roentgen diagnosis. *Acta Chirurgica Scandinavica*. 1959, roč. 31; č. 116(2), s. 144-147. ISSN 0001-5482.
46. KOSUWON, W.; MAHAISAVARIYA, B.; SAENGNIPANTHKUL, S.; LAUPATTARAKASEM, W.; JIRAWIPOOLWON, Polasak. Ultrasonography of pulled elbow. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*. 1993, roč. 75-B, č. 3, s. 421-422. ISSN 0301-620X.
47. LEE, Y. S.; SOHN, Y. D.; OH, Y. T. New, specific ultrasonographic findings for the diagnosis of pulled elbow. *Clinical and Experimental Emergency Medicine*. 2014, roč. 1, č. 2, s. 109-113. ISSN 2383-4625.
48. ČEPELÍK, M.; MELÍNOVÁ, H.; HAVRÁNEK, P.; PEŠL, T. Ultrazvuková diagnostika raritního poranění neosifikovaného dětského skeletu – kazuistika. *Rozhledy v Chirurgii*. 2022, roč. 101, č. 2, s. 85-89. ISSN 0035-9351.
49. SHABAT, S.; FOLMAN, Y.; MANN, G.; KOTS, Y.; FREDMAN, B. et al. The Role of sonography in detecting radial head subluxation in a child. *Journal of Clinical Ultrasound*. 2005, roč. 33, č. 4, s. 187-189. ISSN 0091-2751.

50. FAN, YongFei; LIU, QiXin; YU, XueDi; ZHANG, JianQiang; WANG, Wei et al. Ultrasound, a new adjuvant method for treating acute Monteggia fracture in children. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2023, roč. 18, č. 1. ISSN 1749-799X.
51. JIA, Guoqiang; SUN, Jun. Application of ultrasound in the management of TRASH (the radiographic appearance seemed harmless) fractures in preschool children: A review. *Medicine*. 2023, roč. 102, č. 34. ISSN 0025-7974.
52. TANABE, K.; MIYAMOTO, N. Fracture of an unossified humeral medial epicondyle: use of magnetic resonance imaging for diagnosis. *Skeletal Radiology*. 2016, roč. 45, č. 10, s. 1409-1412. ISSN 0364-2348.
53. MAY, D. A.; DISLER, D. G.; JONES, E. A.; PEARCE, D. A. Using Sonography to Diagnose an Unossified Medial Epicondyle Avulsion in a Child. *American Journal of Roentgenology*. 2000, roč. 174, č. 4, s. 1115-1117. ISSN 0361-803X.
54. WILEY, J. J.; GALEY, J. P. Monteggia injuries in children. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*. 1985, roč. 67-B, č. 5, s. 728-731. ISSN 0301-620X.
55. HE, J. P.; HAO, Y.; SHAO, J. F. Comparison of treatment methods for pediatric Monteggia fracture. *Medicine*. 2019, roč. 98, č. 2. ISSN 0025-7974.
56. FORAN, I.; UPASANI, V. V.; WALLACE, C. D.; BRITT, E.; BASTROM, T. P. et al. Acute Pediatric Monteggia Fractures: A Conservative Approach to Stabilization. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2017, roč. 37, č. 6, s. e335-e341. ISSN 0271-6798.
57. RAMSKI, D. E.; HENNRİKUS, W. P.; BAE, D. S.; BALDWIN, K. D.; PATEL, N. M. et al. Pediatric Monteggia Fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2015, roč. 35, č. 2, s. 115-120. ISSN 0271-6798.
58. RING, D.; WATERS, P. M. Operative Fixation of Monteggia Fractures in Children. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*. 1996, roč. 78, s. 734-739. ISSN 0301-620X.
59. ARORA, S.; SABAT, D.; VERMA, A.; SURAL, S.; DHAL, A. An Unusual Monteggia Equivalent: A Case Report with Literature Review. *Journal of Hand and Microsurgery*. 2016, roč. 03, č. 02, s. 82-85. ISSN 0974-3227.
60. BRUCE, H. E.; HARVEY, J. P.; WILSON, J. C. Monteggia Fractures. *Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. 1974, roč. 56, s. 1563-1576. ISSN 0021-9355.
61. FOWLES, J. V.; SLIMAN, N.; KASSAB, M. T. The Monteggia lesion in children. Fracture of the ulna and dislocation of the radial head. *Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. 1983, roč. 65, č. 9, s. 1276-1282. ISSN 0021-9355.
62. PEIRÓ, A.; ANDRES, F.; FERNANDEZ-ESTEVE, F. Acute Monteggia Lesion in Children. *Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. 1977, roč. 59, s. 92-96. ISSN 0021-9355.
63. GIVON, U.; PRITSCH, M.; LEVY, O.; YOSEPOVICH, A.; AMIT, Y. et al. Monteggia and Equivalent Lesions: A Study of 41 Cases. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1997, roč. 337, s. 208-215. ISSN 0009-921X.

8. Seznam publikací autora

8.1. Seznam publikací s IF, které jsou podkladem disertace

ČEPELÍK, M.; HENDRYCH, J.; MELÍNOVÁ, H.; HAVRÁNEK, P.; PEŠL, T. Ultrasound Imaging in Diagnostics of Monteggia Lesion in Children. *Journal of Children's Orthopaedics*. 2022, roč. 16, č. 4, s. 262-268. ISSN 1863-2521. (IF: 1,400)

ČEPELÍK, M.; PEŠL, T.; HENDRYCH, J.; HAVRÁNEK, P. Monteggia Lesion and Its Equivalents in Children. *Journal of Children's Orthopaedics*. 2019, roč. 13, č. 6, s. 560-568. ISSN 1863-2521. (IF: 1,075)

8.2. Seznam publikací bez IF, které jsou podkladem disertace

ČEPELÍK, M.; MELÍNOVÁ, H.; HAVRÁNEK, P.; PEŠL, T. Ultrazvuková diagnostika raritního poranění neosifikovaného dětského skeletu – kazuistika. *Rozhledy v Chirurgii*. 2022, roč. 101, č. 2, s. 85-89. ISSN 0035-9351.

ČEPELÍK, M.; PEŠL, T.; HAVRÁNEK, P. Vývojová morfologie loketního kloubu ve vztahu k poranění dětského skeletu. *Úrazová chirurgie*. 2018, roč. 26, č. 1. s. 3-7. ISSN 1211-7080.

8.3. Seznam publikací s IF bez vztahu k tématu disertace

HENDRYCH, J.; HAVRÁNEK, P.; ČEPELÍK, M.; PEŠL, T. Výhody a úskalí stabilizace suprakondylických zlomenin humeru u dětí pouze z laterálního přístupu. *Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Czechoslovaca*. 2020, roč. 87, č. 6, s. 414-420. ISSN 0001-5415. (IF: 0,531)

KACHLÍK, D.; BÁČA, V.; ČEPELÍK, M.; HÁJEK, P.; MANDYS, V. et al. Clinical anatomy of the calcaneal tuberosity. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*. 2008, roč. 190, č. 3, s. 284-291. ISSN 0940-9602. (IF: 0,932)

KACHLÍK, D.; BÁČA, V.; ČEPELÍK, M.; HÁJEK, P.; MANDYS, V. et al. Clinical anatomy of the retrocalcaneal bursa. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2008, roč. 30, č. 4, s. 347-353. ISSN 0930-1038. (IF: 0,782)

8.4. Seznam publikací bez IF bez vztahu k tématu disertace

ČEPELÍK, M.: 37. Forearm fractures in children, monteggia lesion. In: DOUŠA, P.; PEŠL, T.; DŽUPA, V.; KRBEC, M. (eds.): *Selected chapters in orthopedics and traumatology for medical students. 1st English ed.* Praha: Karolinum, 2023, s. 331-337. ISBN 978-80-246-5585-7.

HUDÁK, R.; KACHLÍK, D. a kolektiv. *Memorix anatomie. 5. vydání.* Praha: Triton, 2021 (kapitoly Kostra, Kosterní spoje, Svaly). ISBN 978-80-7553-873-4.

HUDÁK, R.; KACHLÍK, D. a kolektiv. *Memorix anatomie. 4. vydání.* Praha: Triton, 2017 (kapitoly Kostra, Kosterní spoje, Svaly). ISBN 978-80-7553-420-0.

HUDÁK, R.; KACHLÍK, D. a kolektiv. *Memorix anatomie. 3. vydání.* Praha: Triton, 2015 (kapitoly Kostra, Kosterní spoje, Svaly). ISBN 978-80-7387-959-4.

HUDÁK, R.; KACHLÍK, D.; VOLNÝ, O. et al. *Memorix Anatomy.* Praha: Triton, 2015 (kapitoly Kostra, Kosterní spoje, Svaly). ISBN 978-80-7387-950-1.

PEŠKA, J.; MACHART, M.; ČEPELÍK, M.; HAVRÁNEK, P., LUKÁCS, I. et al. Přínos sonografického vyšetření v diagnostice akutní apendicitidy. *Česko-slovenská Pediatrie.* 2015, roč. 70, č. 3, s. 131-134. ISSN 0069-2328

HAVRÁNEK, P.; PEŠL, T.; ČEPELÍK, M. *Klasifikace dětských zlomenin.* Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-143-8.

HUDÁK, R.; KACHLÍK, D. a kolektiv. *Memorix anatomie. 2. vydání.* Praha: Triton, 2013 (kapitoly Kostra, Kosterní spoje, Svaly). ISBN 978-80-7387-712-5.

HUDÁK, R.; KACHLÍK, D. a kolektiv. *Memorix anatomie. 1. vydání.* Praha: Triton, 2013 (kapitoly Kostra, Kosterní spoje, Svaly). ISBN 978-807-3876-746.

DUBSKÁ, P.; HAVRÁNEK, P.; MACHART, M.; ČEPELÍK, M. Krvácení do GIT u 2,5letého dítěte – kazuistika. *Vox Pediatryae.* 2013, roč. 13, č. 7, s. 25-26. ISSN 1213-2241.

KACHLÍK, D.; BÁČA, V.; BARTÁK, M.; ČEPELÍK, M.; DOUBKOVÁ, A. et al. Diagnostika retrokalkaneárních burzitíd: možnosti využití nových anatomických poznatků. *Rozhledy v chirurgii.* 2008, roč. 87, č. 3, s. 128-134. ISSN 0035-9351.