

Třírovinná zlomenina distální epifýzy tibie – přínos CT k indikaci a plánování osteosyntézy

Triplane Fractures of the Distal Tibial Epiphysis – Contributions of CT Scans to Indication and Planning of Osteosynthesis

J. HENDRYCH, T. PEŠL, P. HAVRÁNEK

Klinika dětské chirurgie a traumatologie 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Thomayerovy nemocnice, Praha

ABSTRACT

PURPOSE OF THE STUDY

The triplane fracture of the distal tibial epiphysis is characterised by the fracture line in typical three planes which can, however, differ case by case. The authors use the CT imaging as the perfect examination method to determine the nature of the fracture to plan the osteosynthesis.

MATERIAL AND METHODS

In the five-year retrospective study of a group of patients treated at their own department in the period 2011–2015 the authors assess a total of 55 patients with a triplane fracture. The radiograph, the CT scan and the specific therapeutic process are evaluated. Regarding the imaging methods, they focus on the fracture line, the number of fragments and the size of the dorsal metaphyseal fragment. As concerns the method of treatment, they zero in on the indication for osteosynthesis and the number and location of used implants.

RESULTS

The authors present a total of nine different treatment options of the triplane fracture of distal tibial epiphysis. Of 55 followed-up patients, in seventeen cases (30.9%) conservative treatment was opted for, in seven cases (12.7%) a reduction under general anaesthesia was an adequate option, whereas in the remaining thirty-one cases (56.4%) an osteosynthesis had to be performed. In the group with osteosynthesis, in altogether twenty cases (64.5%) only a single implant was used: of which in twelve cases it was transepiphyseal, in eight cases transmetaphyseal. In the other eight cases (25.8%) two implants were used, one metaphyseal and one epiphyseal. In three remaining patients (9.7%) two implants were introduced, both into the metaphysis.

DISCUSSION

The world literature has been referring to the importance of CT scan in relation to the triplane fracture of the distal tibial epiphysis since 1980s. Some papers have only highlighted the necessity of the CT scan for the examination of a complex ankle injury, covering also the triplane fracture, while in majority of injuries involving the distal tibia region a common X-ray examination suffices; also mentioned has been its importance for determining the number of fragments, or in some papers also for preoperative planning. At our department, in correlation with the majority of authors, we routinely use two basic projections (AP view and lateral view) to examine the ankle. In the case of suspected intraarticular fracture, both the mortise views (internal and external) are added. The CT scan is a standard procedure used at our department for confirmed triplane fractures. In severely displaced fractures we recommend to perform a CT scan only after the closed reduction of fragments under general anaesthesia.

CONCLUSIONS

An X-ray obtained from 4 views is a standard examination in diagnosing a triplane fracture. A CT scan then makes it possible to precisely locate the fracture line, to determine the size of fragments and to plan the optimal placement of osteosynthetic material.

Key words: tibial fractures, distal tibia fractures, paediatric fractures, triplane fracture, physeal fracture, CT imaging, minimally invasive osteosynthesis, treatment of distal tibia, osteosynthesis planning.

ÚVOD

Třírovinná zlomenina distální epifýzy tibie (triplane fracture, dále jen TPF) je specifickou zlomeninou rostoucího skeletu. Popsal ji v roce 1970 Marmor (22). Nejčastěji se jedná o zlomeninu přechodného období, kdy se typickým způsobem asymetricky uzavírá distální růstová ploténka tibie (24). Byly však popsány i třírovinné zlomeniny ve věku kolem 10 let s plně funkční a otevřenou

růstovou ploténkou, a to jak v naší (11, 25), tak v zahraniční (3) literatuře. TPF je charakterizována třemi na sebe kolmými liniemi lomu, frontální v metafýze (“zadní hrana”), transversální ve fýze a sagitální v epifýze. Na rtg snímcích se schematicky jeví jako dvě samostatné zlomeniny – separace epifýzy Salter-Harris II v boční projekci, zlomenina epifýzy Salter-Harris III v AP projekci (24).

TPF se dělí podle průběhu linie lomu na laterální a mediální typ, popisující posunutý samostatný fragment epifýzy. Zvlášť je pak vyčleněn typ extraartikulární (9, 19). Dle počtu fragmentů je můžeme dělit na dvou- či třífragmentovou, Raparizem et al. (28) byla popsána i čtyřfragmentová.

V diagnostice TPF se standardně doporučuje jako zobrazovací metoda první volby rtg ve čtyřech základních projekcích (AP, boční, obě šikmé), nutné ke stanovení diagnózy (6, 7, 16, 19). Mnohými z těchto autorů je pak u nitrokloubních zlomenin doporučováno pokračovat CT vyšetřením s 2D a 3D rekonstrukcemi (6, 7, 13, 19).

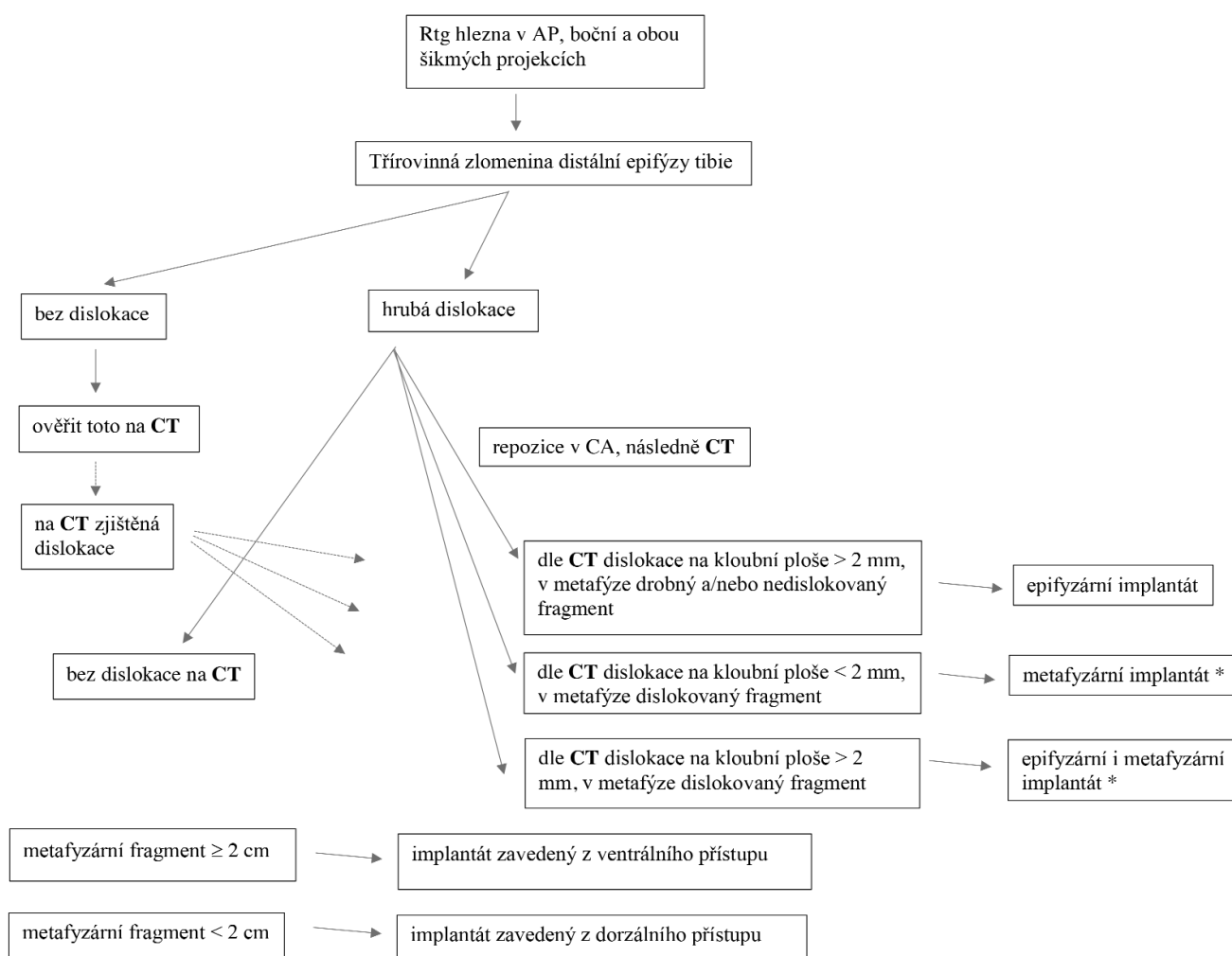
V terapeutickém postupu je u nedislovaných zlomenin indikována konzervativní léčba sádrou fixací pod koleno, většinou po dobu 5–7 týdnů. U dislovaných (> 2 mm) je indikována chirurgická léčba. Strategii chirurgické léčby určuje charakter průběhu linie lomu (24). Na rozdíl od traumatologie dospělých je u dětí a dospívajících přidružená zlomenina fibuly terapeuticky málo významná. Syndesmóza nebývá u zlomenin rostoucího skeletu porušena a zlomenina lýtkové kosti se dá ve většině případů léčit konzervativně, spoléhaje na remodelaci, osteosyntéza tedy nebývá nutná.

MATERIÁL A METODIKA

V naší práci jsme retrospektivně hodnotili pětiletý soubor pacientů léčených na naší klinice s diagnózou TPF v období od 1. 1. 2011 do 31. 12. 2015. U pacientů jsme hodnotili rtg a CT vyšetření a přesný postup léčby. Na snímcích z CT byl hodnocen průběh linie lomu, počet fragmentů a velikost dorzálního metafyzárního Thurstanova Hollandova fragmentu. Dle těchto informací byla u našich pacientů nejen indikována samotná osteosyntéza, ale i způsob vedení implantátů a jejich počet. Dále jsme sledovali věk a pohlaví. Ze souboru jsme vyřadili pacienty, kteří měli již na rtg vyšetření patrnou i zlomeninu vnitřního kotníku, neboť to vždy ovlivnilo způsob ošetření a volbu implantátů.

Ve sledovaném období bylo na naší klinice léčeno celkem 58 pacientů s TPF. Tři pacienti byli vyřazeni pro současně poranění vnitřního maleolu, podle stanovených kritérií. Ze zbývajících 55 pacientů se jednalo o dvacet tři dívek (41,8 %) a třicet dva chlapců (58,2 %). Třicet jedna pacientů (56,4 %) bylo ve věku 12–14 let, celkově bylo věkové rozpětí 10–16,5 let, medián 13,5.

SCHÉMA DOPORUČENÉHO POSTUPU



VÝSLEDKY

V sedmnácti případech (30,9 %) jsme postupovali konzervativně. V sedmi případech (12,7 %) pak postačila repozice a sádrová fixace v celkové anestezii (tab. 1), ve zbylých třiceti jedna případech (56,4 %) bylo zapotřebí chirurgické ošetření s osteosyntézou (tab. 2–5).

Ve skupině třiceti jedna pacientů, u kterých byla nutná osteosyntéza, byl celkem ve dvaceti případech (64,5 %) použit pouze jeden implantát: ve dvanácti případech (38,7 % ze všech 31 osteosyntéz) vedený transepifyzárně (tab. 3), v osmi případech (25,8 % ze všech 31 osteosyntéz) transmetafyzárně, vždy paralelně s fýzou (tab. 2). V osmi případech (25,8 %) byly použity implantáty dva, jeden metafyzární a jeden epifyzární (tab. 4). U třech z celkových jednatřiceti pacientů s osteosyntézou (9,7 %) byly využity dva implantáty, oba vedené do metafýzy z ventrální, respektive ventromediální strany (tab. 5).

Celkem u třiceti šesti z hodnocených pacientů (65,5 %) byl dorzální metafyzární Thurstanův Hollandův fragment

Tab. 1. TPF, bez nutnosti osteosyntézy (n = 24)

Postup	Počet	%	Základní charakteristika
konzervativně	17/55	30,9%	– zlomeniny nedislokované
repozice v CA	7/55	12,7 %	– zlomeniny dislokované
			– velmi často extraartikulární
			– po repozici postavení stabilní

Tab. 2. TPF, osteosyntéza jedním metafyzárním implantátem (n = 8)

Postup	Počet	%	Základní charakteristika
1 kanylovaný šroub, vedený z ventrálního přístupu do metafýzy	7/55	12,7 %	– zlomeniny extraartikulární – kongruence kloubní plně zachována – dislokace dorzálního metafyzárního fragmentu, který ≥ 2 cm
1 kanylovaný šroub, vedený z dorzálního přístupu do metafýzy	1/55	1,8 %	– extraartikulární zlomenina – kongruence kloubní plně zachována – dislokace dorzálního metafyzárního fragmentu, který < 2 cm

Tab. 3. TPF, osteosyntéza jedním epifyzárním implantátem (n = 12)

Postup	Počet	%	Základní charakteristika
1 kanylovaný šroub, vedený z laterálního přístupu do epifýzy	9/55	16,4 %	– zlomeniny s distrakcí na kloubní ploše (cave: rotace periferního fragmentu) – nedislokovaný, většinou dosti malý dorzální metafyzární fragment
1 kanylovaný šroub, vedený z mediálního přístupu do epifýzy	3/55	5,5 %	– extraartikulární intramaleolární zlomeniny – vnitřní kotník v distrakci – nedislokovaný, většinou dosti malý dorzální metafyzární fragment

Tab. 4. TPF, osteosyntéza dvěma implantáty: jedním metafyzárním, jedním epifyzárním (n = 8)

Postup	Počet	%	Základní charakteristika
2 kanylované šrouby, jeden vedený z dorzálního přístupu do metafýzy, druhý z laterálního přístupu do epifýzy	2/55	3,6 %	– intraartikulární zlomeniny s dislokací ve všech rovinách (cave: rotace periferního fragmentu) – dislokace dorzálního metafyzárního fragmentu, který < 2 cm
2 kanylovavé šrouby, jeden vedený z ventrálního přístupu do metafýzy, druhý z laterálního přístupu do epifýzy	6/55	10,9 %	– intraartikulární zlomeniny s dislokací ve všech rovinách (cave: rotace periferního fragmentu) – dislokace dorzálního metafyzárního fragmentu, který ≥ 2 cm

Tab. 5. TPF, osteosyntéza dvěma metafyzárními implantáty (n = 3)

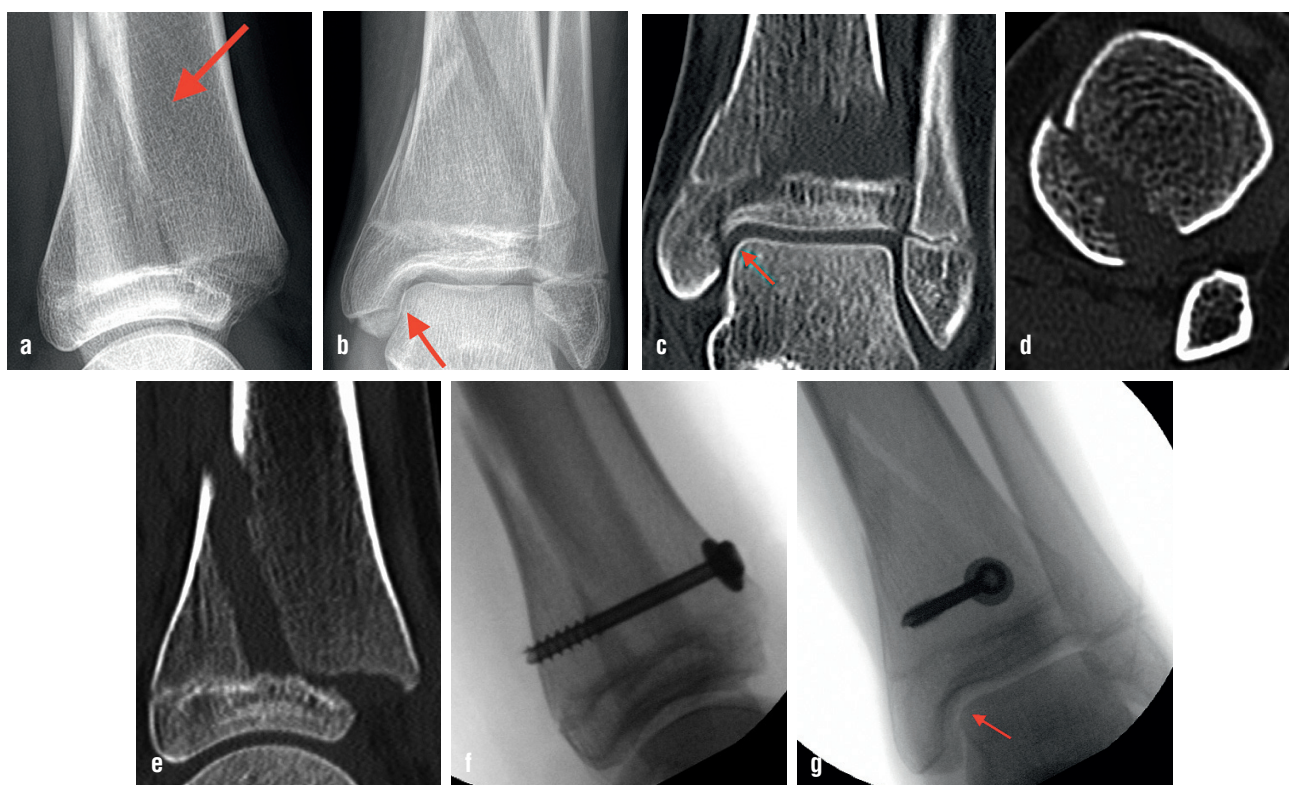
Postup	Počet	%	Základní charakteristika
2 šrouby z ventrálního přístupu do metafýzy	3/55	5,5 %	– extraartikulární intramaleolární zlomeniny – kongruence kloubní plně zachována – dislokace dorzálního metafyzárního fragmentu, který objemný s linií lomu zasahující vysoko do metafýzy

natolik malý, že nebylo možné a ani nutné zavádět metafyzární implantát (tab. 1 a 3). V šestnácti případech (29 %) byl fragment ≥ 2 cm a byl přitažen metafyzárním implantátem vedeným z ventrálního přístupu, kdy celé šroubení bylo možné zavést za linii lomu (tab. 2, 4 a 5). Ve třech případech (5,5 %) pak byl < 2 cm a metafyzární implantát byl tedy zaveden z přístupu dorzálního (tab. 2 a 4).

Z třiceti jedna případů, kdy byla nutná osteosyntéza, byla pouze dvakrát (6,5 %) potřeba otevřená repozice, ve zbývajících dvaceti devíti případech (93,5 %) šlo o zavřenou repozici a miniinvasivní osteosyntézu.

DISKUSE

Ve světové literatuře se význam CT v souvislosti s TPF zmiňuje již od 80. let dvacátého století. Již v roce 1981 Kärrholm et al. používají u 4 případů triplane zlomeniny CT vyšetření k odlišení počtu fragmentů, které jim neposkytují konvenční rtg snímky (15). V roce 1984 Cone et al. hodnotí šest případů TPF, kde prezentují CT jako přínosné před operačním řešením (4), v témže roce Spiegel et al. doporučují provést CT při dislokaci > 2 mm v kterékoliv z rtg projekcí (32). V roce 1987

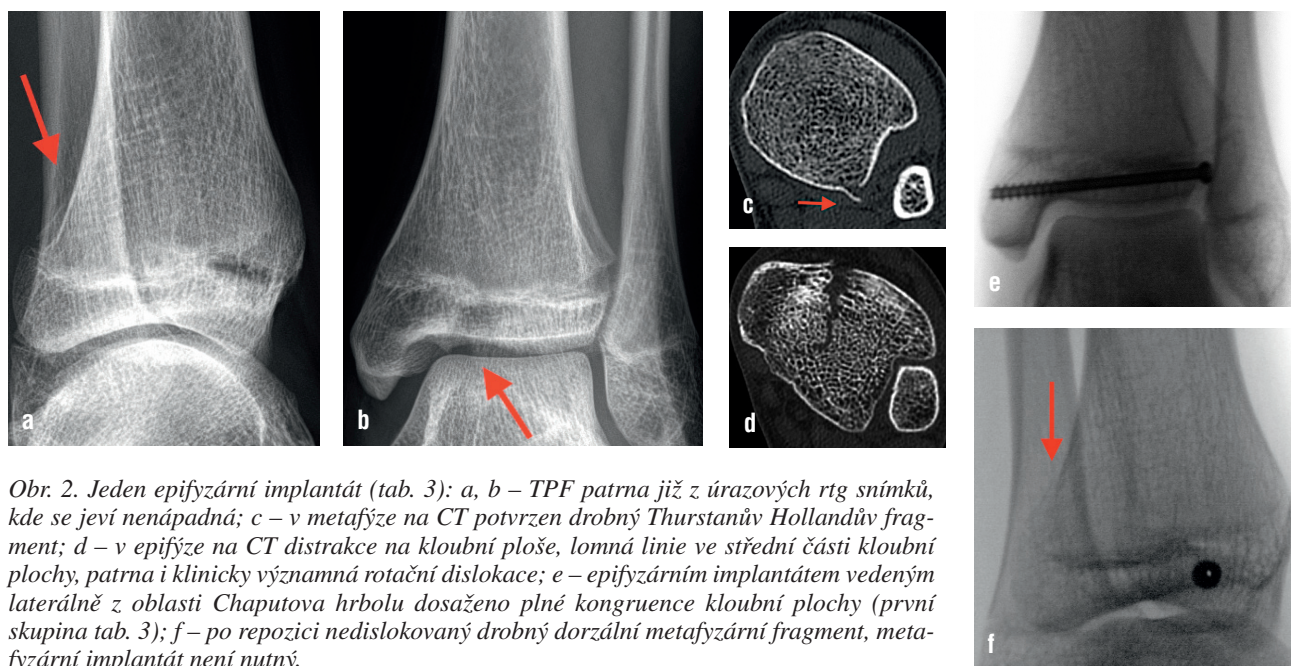


Obr. 1. Jeden metafyzární implantát (tab. 2): a, b – extraartikulární TPF patrna již z úrazových rtg snímků; c – na CT potvrzena lomná linie extraartikulárně; d – na CT v metafýze i klinicky významná rotační dislokace; e – v metafýze na CT dislokovaný velký Thurstanův Hollandův fragment (v místě vedení implantátu 21 mm); f – ventrálně vedený implantát, kdy celé šroubení je za linií lomu, dobře přitahuje fragment (první skupina tab. 2); g – po repozici plně zachována kongruence kloubní plochy, epifyzární implantát není nutný.

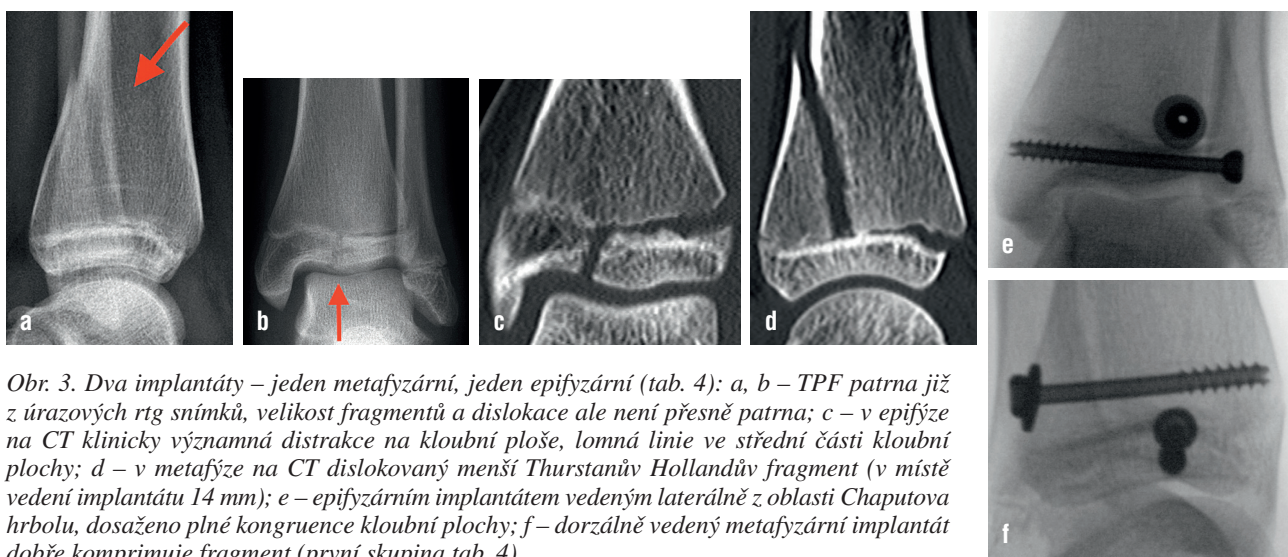
Feldman et al. popisují CT jako jediné vyšetření, které zobrazí jinak nepřístupnou horizontální linii lomu, která má dle nich velký prognostický význam. Tito autoři popisují CT jako vhodné vyšetření jak předoperačně, tak pooperačně (10). V roce 1989 Khouri et al. hodnotí 25

triplane zlomenin, kde vyzdvihují CT vyšetření k lepšímu pochopení dané zlomeniny a rozhodnutí o dalším postupu ve smyslu konzervativní nebo chirurgické léčby (17).

Seifert et al. preferují vyšetření magnetickou rezonancí pro menší radiační zátěž (30), ostatní autoři ale v MR



Obr. 2. Jeden epifyzární implantát (tab. 3): a, b – TPF patrna již z úrazových rtg snímků, kde se jeví nenápadná; c – v metafýze na CT potvrzen drobný Thurstanův Hollandův fragment; d – v epifyze na CT distrakce na kloubní ploše, lomná linie ve střední části kloubní plochy, patrna i klinicky významná rotační dislokace; e – epifyzárním implantátem vedeným laterálně z oblasti Chaputova hrbolu dosaženo plné kongruence kloubní plochy (první skupina tab. 3); f – po repozici nedislokovaný drobný dorzální metafyzární fragment, metafyzární implantát není nutný.



Obr. 3. Dva implantáty – jeden metafyzární, jeden epifyzární (tab. 4): a, b – TPF patrna již z úrazových rtg snímků, velikost fragmentů a dislokace ale není přesně patrna; c – v epifyze na CT klinicky významná distrakce na kloubní ploše, lomná linie ve střední části kloubní plochy; d – v metafýze na CT dislokovaný menší Thurstanův Hollandův fragment (v místě vedení implantátu 14 mm); e – epifyzárním implantátem vedeným laterálně z oblasti Chaputova hrbole, dosaženo plné kongruence kloubní plochy; f – dorzálně vedený metafyzární implantát dobře komprimuje fragment (první skupina tab. 4).

nevidí žádnou další výhodu a doporučují toto vyšetření spíše k diagnostice následných poruch růstu (6, 7, 12, 26).

S postupujícím časem až do dnešního období prací hodnotících význam CT v souvislosti s TPF přibývá. Některé pouze hodnotí nutnost CT pro vyšetření komplexního poranění hlezna, mezi které triplane zlomeninu řadí, zatímco u většiny poranění v oblasti distální tibie postačuje běžné rtg vyšetření (5, 29, 35, 37), opakuje se i význam pro určení počtu fragmentů (5), přidávají se i zmínky o výhodě pro předoperační plánování (37).

Na našem pracovišti v korelaci s většinou těchto autorů standardně používáme dvě základní projekce (AP a boční) při vyšetření hlezna (viz schéma). Při podezření na intraartikulární zlomeninu doplňujeme obě šikmé (vnitřní i zevní). CT je pak na naší klinice standardem u potvrzené třírovinné zlomeniny. Využíváme jej i u TPF, která se dle rtg zdá bez významné dislokace, a to k upřesnění všech lomných linií, počtu a velikosti fragmentů a potvrzení, že skutečně v žádné lomné linii není dislokace natolik velká, aby byla indikována repozice a případně i osteosyntéza. U hrubě dislokovaných zlomenin pak doporučujeme provést CT vyšetření až po zavřené repozici fragmentů v celkové anestezii. Zlepší to orientaci při jeho hodnocení. Pokud se po zavřené repozici postavení na peroperačním rtg jeví uspokojivé, na indikaci CT vyšetření to z výše uvedených důvodů nic nemění.

Pooperační CT vyšetření, jak jej doporučuje Feldman et al. (10), nám ale již připadá nadbytečné, neboť pooperační výsledek a hojení se dá dle našich zkušeností velmi dobře hodnotit již z běžných rtg snímků a nepovažujeme tedy za nutnou další radiační zátěž CT vyšetřením.

Rovněž magnetickou rezonanci k vyšetření poranění hlezna, jak jej doporučují Seifert et al. (30) a Strohm et al. (33), nepoužíváme a souhlasíme s jejím využitím k diagnostice následných poruch růstu (6, 7, 12, 26).

Thawrani et al. hodnotí význam CT na zaslepených studiích, kdy stejným hodnotitelům poskytli v prvním kole pouze rtg snímky, v druhém pak rtg i CT snímky

a v obou případech chtěli znát jejich diagnózu a terapeutický plán. Hodnotitelé byli v prvním kole dotazováni, zda by chtěli CT doplnit, s čímž 66 % souhlasilo, v druhém kole pak 75 % hodnotitelů považovalo zpětně CT za přínosné. Nejčastěji (56 %), z důvodu možnosti plánování osteosyntézy, méně často (28 %) jako hlavní výhodu uváděli rozhodování o postupu mezi konzervativním a chirurgickým řešením (34).

Ovšem Liporance et al. ve své studii význam CT zčásti zpochybňují. Také oni v obdobně koncipované zaslepené studii poskytli hodnotitelům nejprve pouze rtg vyšetření a až s odstupem času rtg i CT. V jejich případě se s dostupností CT vyšetření klasifikace změnila pouze v 4,9 % případů. Terapeutické plány se s CT signifikantně také neměnily, ale nárůst indikací k operačnímu řešení po zhlédnutí CT patrný byl, nesplňoval však parametry klinické významnosti ($p = 0,033$). Autoři uzavírají, že význam CT možná není tak vysoký, jak se předpokládalo (21).

I v recentních studiích se indikace CT a dalších zobrazovacích metod diskutuje. Strohm et al. ve své práci o přechodných zlomeninách distálního bérce u dětí hodnotí na retrospektivním souboru pacientů především dlouhodobé funkční výsledky a zabývají se i mechanismy úrazu, v diskusi ale zmiňují i indikace CT vyšetření či magnetické rezonance pro lepší předoperační plánování. Sami uvádějí, že doplňující vyšetření po základních rtg snímcích většinou u TPF provádějí, zmiňují ale, že tuto indikaci nemají pevně stanovenou a někdy tato vyšetření vynechají (33). Především pak ale souhlasí se Seifertem et al. (30), které zde opakovaně citují, že magnetická rezonance je vhodnější než CT vyšetření, a to jak díky menší radiační zátěži pro pacienta, tak možnosti zobrazit přidružená poranění vazů a dalších měkkých tkání.

O využití CT vyšetření u dětí pojednává i práce Bayera et al., která se ovšem dotazníkovou formou pro všechna německá traumacentra zabývá indikacemi celotělového CT u dětských pacientů s polytraumatem a neřeší specificky poranění distální tibie (1). Koudelová et al. pak zmiňují využití CT u dětských pacientů s metafyzárním

fibrózním defektem. Po základních rtg snímcích obecně doporučují další vyšetření (CT, magnetickou rezonanci, scintigrafií nebo biopsii) u pacientů s velkou a/nebo atypickou lézí. Z 38 pacientů, které ve své studii měli, doplňovali CT vyšetření u 8 pacientů (18).

Výhodnost CT vyšetření je dále zmiňována u zlomenin v oblasti hlezna na dospělém skeletu (2, 14, 36) nebo i hlezenních náhrad (27). Stejně tak je CT běžně doporučováno i u zlomenin talu (20, 23, 39) nebo kalkanea (38), hojně využívané je toto vyšetření i u poranění pánve (8) či páteře (31), a to někdy i peroperačně (31).

Dle našich zkušeností by samotná diagnóza TPF měla být stanovena již z běžných rtg snímků hlezna, zvláště při doplnění obou šikmých projekcí. CT vyšetření však upřesní průběh linie lomu, který je u takového komplexního poranění mnohdy složitý a fragmentů bývá více. Zároveň i charakter dislokace a velikost dorzálního metafyzárního fragmentu jsou mnohdy přesně zřejmé až z CT vyšetření. Tyto znalosti nám umožní se správně rozhodnout o dalším terapeutickém postupu. V první řadě by mělo jít o samotné rozhodnutí mezi konzervativní a operační léčbou. Pokud je pak indikováno chirurgické řešení, dává nám komplexní znalost charakteru zlomeniny lepší možnosti správně reponovat a poté i správně zvolit počet, umístění a směr vedení jednotlivých implantátů. U mnohých TPF je dosti významnou složkou posunu periferního úlomku rotační dislokace. Tento typ dislokace není na nativních rtg snímcích patrný, je zřejmý až z 2D rekonstrukcí CT obrazu. Další naší zkušeností je poměrně malá výtěžnost 3D zobrazení zlomenin distální tibie na rozdíl od jiných lokalit (kyčel, loket, apod.). Přínosnější jsou 2D rekonstrukce v sagitální a frontální rovině.

Díky možnostem měření na CT se můžeme už dopředu rozhodnout, nejen jakým způsobem chceme implantát vést, ale mít i představu o jeho rozměru. Správně zavedeným implantátem je často možné eliminovat zbytkovou rotační dislokaci (ad peripheriam), a to se samotným zavřením manévrem nedaří.

Případy, kde je dorzální metafyzární Thurstanův Hollandův fragment natolik malý, že metafyzární implantát není možné zavést a ukotvit, jsou často patrný již z běžných rtg snímků, pomocí CT vyšetření si však toto můžeme po přesnějším přeměření potvrdit, či naopak ještě postup přehodnotit. Pro způsob zavedení metafyzárního implantátu, tam kde byl nutný, pro nás bylo CT vyšetření rovněž přínosné. Počítaje s délkou šroubení u na našem pracovišti k osteosyntéze využívaných kanýlovaných šroubů, která je 15 mm, volíme s přihlédnutím k bezpečné rezervě hranici velikosti fragmentu ovlivňující způsob vedení implantátu 20 mm. Pokud na sagitální 2D rekonstrukci CT vyšetření měříme délku dorzálního metafyzárního fragmentu ≥ 2 cm (měřeno v místě ideálního vedení implantátu vzhledem k celkovému charakteru zlomeniny a bezpečné vzdálenosti od fýzy), můžeme implantát bezpečně zavést z ventrálního přístupu, který je technicky snazší a bezpečnější. Celé šroubení je pak za linií lomu a fragment je dobře komprimován. Pokud je však fragment < 2 cm, je vhodnější komprimovat lomnou linií z dorzálního přístupu, kde je nutno počítat s průběhem *tendo Achillis*.

ZÁVĚR

Ke stanovení samotné diagnózy třírovné zlomeniny distální epifyzy tibie je v naprosté většině případů postačující rtg vyšetření ve dvou základních a obou šikmých projekcích. Následné provedení CT vyšetření považujeme za plně indikované k posouzení charakteru poranění, průběhu linií lomu, počtu a velikosti jednotlivých fragmentů. Díky těmto, z CT vyšetření získaným znalostem, můžeme indikovat případnou osteosyntézu, navíc lze dopředu naplánovat velikost implantátu, jeho přesné uložení a směr jeho zavedení. U hrubě dislokovaných zlomenin je třeba CT vyšetření provést až po zavěšené repozici fragmentů v celkové anestezii.

Literatura

1. Bayer J, Reising K, Kuminack K, Südkamp NP, Strohm PC. Is whole-body computed tomography the standard work-up for severely-injured children? Results of a survey among German Trauma Centers. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2015;82:332–336.
2. Bode G, Strohm PC, Südkamp NP, Hammer TO. Tibial shaft fractures - management and treatment options. A review of the current literature. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2012;79:499–505.
3. Clement DA, Worlock PH. Triplane fracture of the distal tibia. *J Bone Joint Surg Br.* 1987;69:412–415.
4. Cone RO 3rd, Nguyen V, Flournoy JG, Guerra J Jr. Triplane fracture of the distal tibial epiphysis: radiographic and CT studies. *Radiology.* 1984;153:763–767.
5. Crawford AH. Triplane and Tillaux fractures: is a 2 mm residual gap acceptable? *J Pediatr Orthop.* 2012;32(Suppl 1):S69–73.
6. Crawford AH, Al-Sayyad MJ, Mehlman CT. Fractures and dislocations of the foot and ankle. In: Crawford AH, Al-Sayyad MJ, Mehlman CT. *Skeletal trauma in children.* Saunders Elsevier, Philadelphia, 2009, pp 507–579.
7. Cummings RJ, Shea KG. Distal tibial and fibular fractures. In: Rockwood and Wilkins' fractures in children. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, 2010, pp 967–1016.
8. Džupa V, Němec J, Pavlíčko Z, Laboš M, Šrám J, Taller S, Báča V. [Minimal invasive fixation of pelvic injury: CT-study of the pelvic bone dimensions]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2016;83:147–154.
9. Feldman DS, Otsuka NY, Hedden M. Extra-articular triplane fracture of the distal tibial epiphysis. *J Pediatr Orthop.* 1995;15:479–481.
10. Feldman F, Singson RD, Rosenberg ZS, Berdon WE, Amodio J, Abramson SJ. Distal tibial triplane fractures: diagnosis with CT. *Radiology.* 1987;164:429–435.
11. Havránek P. Dětské zlomeniny. Corvus, Praha, 1991.
12. Havránek P, Lízler J. Magnetic resonance imaging in the evaluation of partial growth arrest after physal injuries in children. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73:1234–1241.
13. Horn BD, Crisci K, Krug M, Pizzutillo PD, Macewen GD. Radiologic evaluation of juvenile Tillaux fractures of the distal tibia. *J Pediatr Orthop.* 2001;21:162–164.
14. Huebner EJ, Iblher N, Kubosch DC, Südkamp NP, Strohm PC. Distal tibial fractures and pilon fractures. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2014;81:167–176.
15. Kärrholm J, Hansson LI, Laurin S. Computed tomography of intra-articular supination - eversion fractures of the ankle in adolescents. *J Pediatr Orthop.* 1981;1:181–187.
16. Kay RM, Matthys GA. Pediatric ankle fractures: evaluation and treatment. *J Am Acad Orthop Surg.* 2001;9:268–278.
17. Khouri N, Ducloyer P, Carlioz H. Triplane fractures of the tibia. Apropos of 25 cases and general review. *Rev Chir Orthop Reparatr Appar Mot.* 1989;75:394–404.

18. Koudelová J, Koudela K Sr, Kunešová M, Koudela K Jr. [Metaphyseal fibrous defect]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2005;72:355–362.
19. Laer L von. *Pediatric fractures and dislocations.* Thieme, Stuttgart, 2004.
20. Lamothe JM, Buckley RE. Talus fractures: a current concepts review of diagnoses, treatments, and outcomes. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2012;79:97–106.
21. Liporace FA, Yoon RS, Kubiak EN, Parisi DM, Koval KJ, Feldman DS, Egol KA. Does adding computed tomography change the diagnosis and treatment of Tillaux and triplane pediatric ankle fractures? *Orthopedics.* 2012;35:e208–212.
22. Marmor L. An unusual fracture of the tibial epiphysis. *Clin Orthop Relat Res.* 1970;73:132–135.
23. Pendl M, Kálal P, Kopačka P, Kloub M. [Peripheral fractures of the talus. Mid-term results]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2016;83:399–404.
24. Pešl T. Poranění distální části tibie a fibuly. In: Havránek P. *Dětské zlomeniny.* Galén, Karolinum, Praha, 2013, pp 305–324.
25. Pešl T, Havránek P. Poranění hlezenního kloubu rostoucího skeletu. *Prakt Lék.* 2008;88:384–387.
26. Petit P, Paniel M, Faure F, Jouve JL, Bourliere-Najean B, Bollini G, Devred P. Acute fracture of the distal tibial physis: role of gradient-echo MR imaging versus plane film examination. *Am J Roentgenol.* 1996;166:1203–1206.
27. Popelka S, Sosna A, Vavřík P, Jahoda D, Barták V, Landor I. [Eleven-year experience with total ankle arthroplasty]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2016;83:74–83.
28. Rapariz JM, Ocete G, González-Herranz P, López-Mondejar J, Burgos J, Amaya S. Distal tibial triplane fractures: long term follow-up. *J Pediatr Orthop.* 1996;16:113–118.
29. Rosenbaum AJ, DiPrea JA, Uhl RL. Review of distal tibial epiphyseal transitional fractures. *Orthopedics.* 2012;35:1046–1049.
30. Seifert J, Matthes G, Hinz P, Paris S, Mutze S, Ekkernkamp A, Stengel D. Role of magnetic resonance imaging in the diagnosis of distal tibial epiphysis. *J Pediatr Orthop.* 2009;29:727–732.
31. Skála-Rosenbaum J, Ježek M, Džupa V, Kadeřábek R, Douša P, Rusnák R, Krbec M. [Surgical correction of scoliosis: does intraoperative CT navigation prolong operative time?] *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2016;83:344–347.
32. Spiegel PG, Mast JW, Cooperman DR, Laros GS. Triplane fractures of the distal tibial epiphysis. *Clin Orthop Relat Res.* 1984;188:74–89.
33. Strohmann PC, Hauschild O, Reising K, Kuminack K, Südkamp NP, Schmal H. Clinical outcome after surgical treatment of transitional fractures of the distal tibia in children. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2011;78:97–100.
34. Thawrani D, Kuester V, Gabos PG, Kruse RW, Littleton AG, Rogers KJ, Holmes L, Thacker MM. Reliability and necessity of computerised tomography in distal tibial physeal injuries. *J Pediatr Orthop.* 2011;31:745–750.
35. Vanhoenacker FM, Bernaerts A, Gielen J, Schepens E, De Schepper AM. Trauma of the pediatric ankle and foot. *JBR-BTR.* 2002;85:212–218.
36. Wendsche P, Dráč P. [Are malleolar fractures easy to treat?]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2012;79:540–548.
37. Wuerz TH, Gurd DP. Pediatric physeal ankle fracture. *J Am Acad Orthop Surg.* 2013;21:234–244.
38. Zeman J, Matějka J. [Surgical treatment of intra-articular calcaneal fractures in children]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2014;81:407–411.
39. Zeman J, Matějka J, Pavelka T. [Surgical treatment for fractures of the neck and body of the talus]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2012;79:119–123.

Korespondující autor:

MUDr. Jan Hendrych
Klinika dětské chirurgie a traumatologie
3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy
Thomayerova nemocnice
Videňská 800
14059 Praha 4 - Krč
E-mail: jan.hendrych@ftn.cz