

POZNÁMKY K RADIČNÍ ZÁTĚŽI PŘI ZOBRAZOVACÍ DIAGNOSTICE SYNDROMU TÝRANÉHO DÍTĚTE*

REMARKS ON RADIATION EXPOSURE DUE TO DIAGNOSTIC IMAGING IN CASES OF SUSPECTED CHILD ABUSE SYNDROME

původní práce

Simona Paloušová¹
Daša Chmelová²
Martín Kočí²
Michal Stark³
Jaromír Hořák²

¹Nefromed s.r.o., Praha

²Klinika zobrazovacích metod
2. LF UK a FN Motol, Praha

³Klinika dětské a dospělé ortopedie
a traumatologie 2. LF UK a FN
v Motol, Praha

Přijato: 15. 9. 2017.

Korespondenční adresa:

doc. MUDr. Jaromír Hořák, CSc.
Klířova 1922/3, 148 00 Praha 4
e-mail: fnmotol@seznam.cz

Konflikt zájmů: žádný.

*Článek je věnován památce zakladatelky československé pediatrické radiologie paní doc. MUDr. Evě Koliňové, CSc., která vždy bojovala proti nadměrné radiační zátěži u dětských pacientů. V roce 2018 by oslavila 90 let.

Hlavní stanovisko práce

Stanovení šetrného, radiací méně zatěžujícího algoritmu zobrazovacích metod včetně základního kostního protokolu při podezření na týrání dítěte.

SOUHRN

Paloušová S, Chmelová D, Hříbal Z, Kočí M, Stark M, Hořák J. Poznámky k radiační zátěži při zobrazovací diagnostice syndromu týraného dítěte

Na odhalení týrání dítěte se ve značné míře podílí zobrazovací diagnostika. I zde by mělo být ionizující záření minimalizováno na nejnětější. Radiační zátěž u základních protokolů stanovených britskou pracovní skupinou „Child abuse Taskforce“ využívající kolem 40 rentgenových snímků a relativně často i CT, pokládají pražští autoři za nadměrnou. Doporučují šetrnější základní algoritmus zobrazovacích metod začínající ultrazvukem břicha i mozku a pokračující vyšetřením skeletu. Jejich základní kostní protokol (nezapočítávající snímky lebky) představuje 20 % radiace opakovaného kostního protokolu britských autorů. Dalšího snížení dávky záření dosahují omezením CT vyšetření s upřednostněním MR. Výtežnost zobrazovacích metod tak zůstává zcela postačující bez zbytečně vysokého ozáření dětského pacienta.

Klíčová slova: Child abuse and neglect, radiační zátěž, trauma skeletu, týrané dítě.

Major statement

Creating a safer imaging algorithm including a basic skeletal protocol without needless radiation exposure for suspected child abuse cases.

SUMMARY

Paloušová S, Chmelová D, Hříbal Z, Kočí M, Stark M, Hořák J. Remarks on radiation exposure due to diagnostic imaging in cases of suspected child abuse syndrome

Diagnostic imaging plays a substantial role in detection of child abuse. Even in such cases, however, the ionizing radiation exposure should be kept as low as possible. The radiation load in basic protocols created by the British Child Abuse Taskforce, using approx. 40 images, is considered too high and harmful by Prague authors. They suggest a safer basic imaging algorithm starting with the abdomen and brain ultrasound and following up with the skeletal examination. Their basic skeletal protocol (not including the skull images) amounts to only 20% of the radiation exposure that is typical of the double skeletal protocol used by British authors. A further reduction of the radiation dose is achieved by limiting CT and with a preference of MR.

The yield of the imaging methods stays quite satisfactory while the *unnecessarily high* radiation exposure of the child is avoided.

Key words: Child abuse and neglect (CAN), radiation load, skeletal trauma.

ÚVOD

V prvním čísle roku 2017 časopisu Česká radiologie byl zveřejněn překlad „Doporučení pro využití zobrazovacích metod při podezření na syndrom týraného dítěte“ vypracovaného jedenácti britskými autory pracovní skupiny „Child Abuse Taskforce“ (1). Za překlad děkujeme MUDr. Elišce Popelové z Kliniky zobrazovacích metod motolské nemocnice.

Po seznámení se s doporučenými postupy při algoritmu zobrazovacích metod včetně základního kostního protokolu u týraných dětí jsme byli nemile překvapeni velkým počtem zhotovených rentgenových snímků. Angličtí odborníci dítě ozáří minimálně 21 expozicemi. Tuto radiační zátěž s výjimkou snímků lebky opakují v odstupu 2–3 týdnů. Dále nadměrně často využívají vyšetření CT. Podobnou dávkou je často obdařen i sourozenec. Rádi bychom naši širší radiologickou veřejnost seznámili s našimi zkušenostmi i s poznatky jiných zahraničních autorů (2–4) s využíváním zobrazovacích metod při podezření na syndrom týraného dítěte a navrhli pro dítě šetrnější, radiačně méně zatěžující algoritmus diagnostického zobrazování.

METODIKA, VÝSLEDKY

Za posledních 30 let bylo na Klinice zobrazovacích metod FN v Motole vyšetřeno šest dětí s typickým nálezem svědčícím pro syndrom týraného dítěte. U všech těchto dětí byly zjištěny zlomeniny různého stáří, u tří metafyzární avulze, u dvou subperiostální hematomy, u dvou vícečetné epifyzeolýzy, u jednoho zlomenina žebra a u jednoho příčná zlomenina diafýzy femuru. U všech pacientů k odhalení týrání postačilo 6 až 8 expozic.

Za poslední 3 roky bylo na téže klinice vyšetřeno pět dětí do 2 let věku (mezi nimi dva sourozenci) s klinickým podezřením na syndrom týraného dítěte. Z nich byly čtyři děti pod vlivem zahraničních protokolů vyšetřeny 22 expozicemi a jen jedno dítě šetrnějším protokolem s osmi expozicemi. U jedné pacientky byly zjištěny vícečetné hojící se zlomeniny dlouhých kostí bez hrubší dislokace (dif. dg. bylo uvažováno o osteogenesis imperfecta), u dalších dětí nebylo nalezeno žádné kostní trauma. Snímky lebky byly zhotoveny u čtyř dětí. Největší radiační zátěž způsobená rentgenovými snímky skeletu včetně lebky byla zjištěna u tříměsíčního dítěte a relativně přesným odhadem představovala 93 dnů záření přírodního pozadí. Zdánlivě malá dávka byla důsledkem značné gracility snímkaných kostí kojenců. CT vyšetření mozku bylo provedeno u tří dětí a bylo od nejmenšího po největší odhadnuto na 338, 449 a 464 dnů záření přírodního pozadí.

DISKUSE

Syndrom týraného a zanedbaného dítěte (Child abuse and neglect, non-accidental injury, battered child, shaken baby syndrome) patří mezi závažná postižení, někdy končící i smrtí malého pacienta. Jedná se o poranění dětí způsobených jejich opatrovníky – rodiči, pěstouny, vychovateli apod. Z celkového množství dětských úrazů vyšetřovaných na našich pracovištích představují takto postižené děti jen minimální část. Problematika však bývá přirovnávána ke špičce ledovce nad mořskou hladinou, nejspíše větší část týraných dětí není vů-



▲ Obr. 1

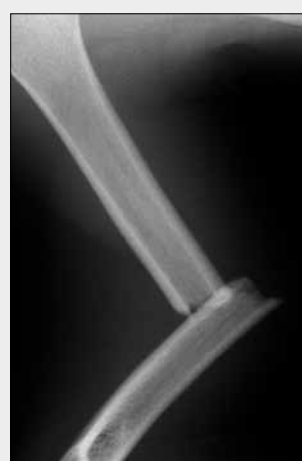
Obr. 1. Týrané dítě – vícečetné hojící se zlomeniny dlouhých kostí
Fig. 1. Child abuse – multiple healing fractures of long bones

bec lékařsky vyšetřena. Rozpoznání syndromu týraného dítěte je nejobtížnější u dětí do 2 let věku. Starší děti mohou již své trýznitele verbálně prozradit.

Úlohou radiologa je podle typu zlomenin a dalších traumatických změn upozornit na možnost týrání dítěte nebo potvrdit klinické podezření na toto postižení.

Podezření na syndrom týraného dítěte podporuje:

- každá zlomenina u nechodícího nebo nepohyblivého dítěte (5)
- vícečetné zlomeniny různého stáří, tj. čerstvé, hojící se (obr. 1) nebo zhojené (6).
- příčné zlomeniny diafýz (obr. 2)
- vícečetné epifyzeolýzy (obr. 3)
- metafyzární avulze (obr. 3) (7)
- subperiostální hematomy (obr. 4)
- vícečetné, zejména oboustranné zlomeniny kalvy (obr. 5)



▲ Obr. 2

Obr. 2. Týrané dítě – příčná zlomenina diafýzy levého femuru
Fig. 2. Child abuse – a transversal fracture of the diaphysis of the left femur



▲ Obr. 3

Obr. 3. Týrané dítě – vícečetné epifyzeolýzy a metafyzární avulze
Fig. 3. Child abuse – multiple epiphyseolyses and metaphyseal avulsions

- zlomeniny žebber (obr. 6), jinak u netýraných dětí výjimečné (8, 9)
- zlomeniny lopatky, sternu a trnů obratlů (9)
- subkapsulární nebo intraparenchymové hematomy sleziny, jater nebo ledvin
- volná nebo opouzdřená krev v břišní dutině
- chronické subdurální hematomy, někdy vícečetné, různé doby trvání

Podezření na syndrom týraného dítěte naopak nepodporují u dětí časté subperiostální zlomeniny, izolované zlomeniny klíční kosti nebo ojedinělé fissury kalvy.

Diferenčně diagnosticky může být problémem odlišení vícečetných zlomenin různého stáří u osteogenesis imperfecta (vrozené zvýšené lomivosti kostí), zejména letální Vrolikovy



▲ Obr. 6

Obr. 6. Týrané dítě – hojící se zlomeniny I. až III. žebra vpravo; hojící se zlomenina levé klíční kosti
Fig. 6. Child abuse – healing fractures of the 1st up to 3rd rib on the right; healing fracture of the left collar bone

formy (obr. 7). V současnosti je však většina těchto zlomenin diagnostikována prenatálně, kdy týrání dítěte nepřipadá v úvahu. Subperiostální hematomy a vícečetné epifyzeolýzy můžeme pozorovat i u skorbutu (avitaminózy C) (obr. 8), který se však u nás prakticky již nevyskytuje, eventuálně zcela výjimečně u zanedbaných dětí. Výrazné periostální apozice u infantilní kortikální hyperostózy (m. Caffey) mohou imitovat hojící se zlomeniny nebo osifikující subperiostální hematomy, nebývají zde však linie lomu a metafýzy nejsou postižené (10).

Při podezření na týrání dítěte vycházíme především z klinického postižení dítěte.

Po dohodě s ošetřujícím lékařem většinou začínáme vyšetřením břicha ultrazvukem a u dětí s dosud neuzavřenými fontanelami i mozku.



▲ Obr. 4



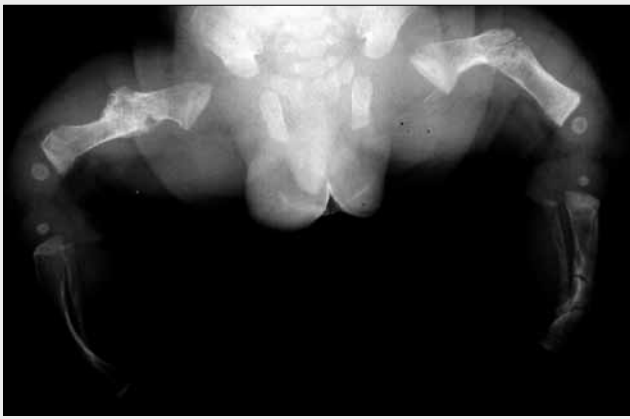
▲ Obr. 5

Obr. 4. Týrané dítě – osifikující subperiostální hematom femuru

Fig. 4. Child abuse – ossifying subperiosteal hematoma of the femur

Obr. 5. Týrané dítě – vícečetné fissury kalvy

Fig. 5. Child abuse – multiple linear skull fractures



▲ Obr. 7

Obr. 7. **Vícečetné zlomeniny u osteogenesis imperfecta**
 Fig. 7. **Multiple fractures in osteogenesis imperfecta**

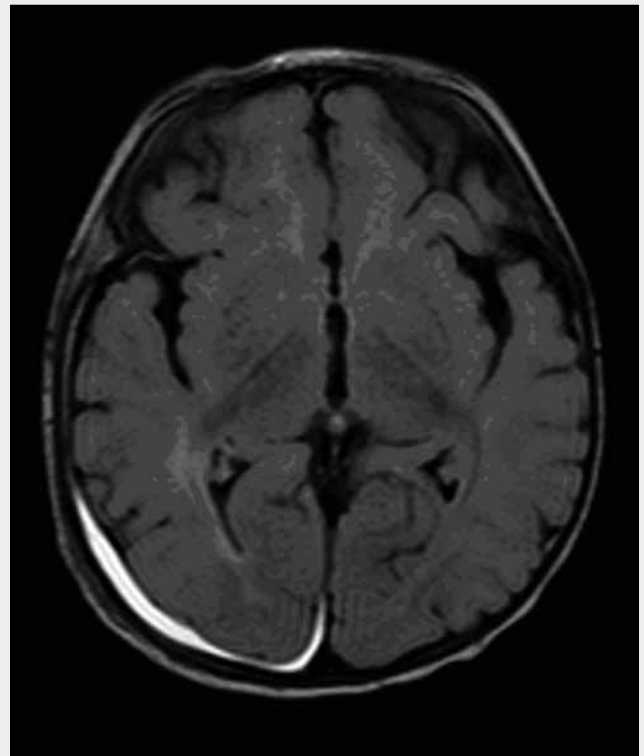
Přínosné by bylo radionuklidové vyšetření skeletu, následně umožňující cílenou indikaci rentgenových snímků. Protože představuje relativně vyšší radiační zátěž, nebývá rutinně využíváno (11).

Navrhli jsme šetrný základní rentgenový protokol při podezření na týrání dítěte. Snímky indikujeme především podle klinického postižení pacienta a podle nejčastěji postižených oblastí u týraných dětí. U dětí do 3 let je účelné zobrazit dlouhé kosti končetin na jeden formát. Omezíme tak vzájemné překrývání snímkovaných oblastí a tím ušetříme část radiační zátěže. Horní končetiny snímujeme bez proximálních metafýz humerů, protože ty jsou prakticky vždy zobrazeny spolu se skeletem hrudníku. Končetiny snímujeme v předozadní projekci. Oba kyčelní klouby spolu se stydkými a sedacími kostmi zobrazujeme na jeden formát, aby byly gonády exponovány pouze 1krát (10). Gonády u chlapců i u dívek vykrýváme olověným chráničem. Rovněž hrudník zobrazíme jen v AP projekci. Šikmé snímky žebér doporučené některými autory (1) nepovažujeme za bezpod-



▲ Obr. 8

Obr. 8. **Subperiostální hematomy u skorbutu**
 Fig. 8. **Subperiosteal hematomas in a scurvy case**



▲ Obr. 9

Obr. 9. **Týrané dítě – MR-sekvence FLAIR, subdurální hematom vpravo parietookcipitálně**
 Fig. 9. **Child abuse – MRI-sequence FLAIR. Subdural hematoma on the right side parietooccipitally**

mínečně nutné. Snímky páteře, nejčastěji hrudní, jsou nejvhodnější v bočním průmětu. Raději však využíváme přínosnější MR. Ta dobře ukáže snížení obratlových těl a navíc i posttraumatický edém kostní dřevě, vzácněji také poranění míchy a míšních vazů.

Souhlasíme se zahraničními autory (4) navrhuujícími v základním kostním protokolu týraných dětí vynechat méně často postižené oblasti, jako jsou např. pánev nebo LS páteř.

Ze skeletu největší dávku záření představují snímky lebky. Zhotovujeme je ve dvou obvyklých projekcích. Jsou však účelné jen u pacientů, u nichž se nepředpokládá vyšetření CT.

Základní kostní protokol může být doplněn ojedinělými snímky rozhodnutím hodnotícího lékaře, např. při zlomenině dlouhé kosti bočnou projekcí, projekcí podle Towna při podezření na fissuru okcipitální kosti, snímky v abdukci femurů při podezření na epifyzeolýzu, bočným snímkem sternu u zlomenin žebér apod.

Opakování rentgenového protokolu za 2–3 týdny, navržené britskými autory (1, 12), bývá podle našich zkušeností málo přínosné. Pozdější rentgenová kontrola skeletu hrudníku může být užitečná pro potvrzení zlomeniny žebra, ve fázi hojení lépe rozpoznatelné (7, 8), nedislokované infrakce se mohou zvýraznit rozšířením linie lomu a tvorbou periostálního svalku. V drtivé většině případů trauma rozpoznáváme již při prvním vyšetření, stejně jako u tisíců jiných úrazů na traumatologii naší polikliniky. Traumatické změny u týraných dětí bývají většinou dobře viditelné, zejména dislokované zlomeniny, zlomeniny ve stadiu hojení a osifikující subperiostální hematomy (5). V současnosti běžný bezfilmový provoz umožňuje podrobnější posouzení skeletu zpracováním na obrazovce počítače.

Tab. 1. **Algoritmus zobrazovacích metod při podezření na syndrom týraného dítěte do 3 let věku**

I.	ultrasonografie břicha a (u dětí s otevřenou velkou fontanelou) i mozku
II.	základní rentgenový kostní protokol, modifikovaný klinickým postižením dítěte
III.	doplňující kostní protokol: podle určení hodnotícího lékaře
IV.	CT mozku včetně lebky: při nebezpečí z prodlení, závažná poranění lebky
V.	MR mozku, eventuálně páteře: A. ostatní poruchy CNS B. prokázané traumatické změny skeletu nebo vnitřních orgánů svědčící pro týrání

Table 1. **Algorithm of imaging methods in suspected child abuse syndrome up to 3 years of age**

I.	Ultrasonography of the abdomen and of the brain (in cases of children with an open big fontanelle)
II.	Basic skeletal protocol
III.	Additional skeletal protocol: depending on the evaluation of the physician
IV.	CT of the brain including the skull: in danger of delay, serious skull injuries
V.	MRI of the brain and, possibly, the spine: A. other CNS disorders B. proven traumatic changes of the skeleton or the internal organs that suggest child abuse

Porovnáním našeho (6 expozic) a opakovaného britského (38 expozic) kostního protokolu bez započítání radiace způsobené snímkováním lebky, představuje náš protokol pouze 20 % radiační zátěže.

CT vyšetření mozku s několikanásobně vyšší radiační zátěží, než jsou všechny rentgenové snímky skeletu, je podle našeho názoru pracovní skupinou „Child Abuse Taskforce“ zbytečně často doporučováno. Prakticky všechny patologické stavy CNS prokazatelné pomocí CT jsme dnes schopni zobrazit i MR, mnohdy spolehlivěji (obr. 9). CT je dnes účelné pouze při nebezpečí z prodlení, např. u epidurálního hematomu, nebo tam, kde má význam dokonalé zobrazení skeletu lebky, např. u impresivních

Tab. 2. **Základní kostní protokol při podezření na syndrom týraného dítěte do 3 let věku**

I.	AP hrudník
II. a III.	AP obě horní končetiny včetně rukou
IV.	AP dolní končetiny s kyčelními klouby
V.	AP metatarzy a prsty obou nohou
VI. a VII.	lebka AP a boční projekce (jen u dětí bez CT)
VIII.	Th páteř bočně (jen u dětí bez MR)

Table 2. **Basic skeletal protocol in cases of suspected child abuse syndrome in children up to 3 years of age**

I.	AP thorax
II. a III.	AP both upper limbs including hands
IV.	AP lower limbs with hip joints
V.	AP metatarsal bones and the toes of both feet
VI. a VII.	AP and lateral view of skull (only in children without CT)
VIII.	Thoracic spine lateral view (only in children without MRI)

zlomenin (8). CT může být metodou volby při klinické nezpůsobilosti pacienta k relativně déletrvající celkové anestezii nebo při obvyklých kontraindikacích MR, jako jsou v těle uložená magnetická cizí tělesa nebo implantovaný kardiostimulátor. V ostatních případech, např. při podezření na nitrolební krvácení, ischemii mozku nebo jinou intrakraniální komplikaci by měla být upřednostněna MR (13). Ta je účelná i u dětí bez neurologického nálezu, u nichž traumatické změny skeletu nebo vnitřních orgánů svědčí pro týrání (14). U nejmladších dětí při MR využíváme jen nejnútější sekvence, čímž se daří zkrátit jinak poměrně dlouhá doba celkové anestezie.

ZÁVĚR

Kolektivem pražských radiologů navržený algoritmus zobrazovacích metod při podezření na syndrom týraného dítěte včetně základního kostního protokolu podstatně snižuje radiační zátěž vyšetřovaných dětí, přičemž se přínos vyšetření zásadněji nemění.

LITERATURA

1. Popelová E. Doporučení pro využití zobrazovacích metod při podezření na syndrom týraného dítěte. *Ces Radiol* 2017; 71(1): 79–90.
2. Bajaj M, Offiah AC. Imaging in suspected child abuse: necessity or radiation hazard? *Arch Dis Child* 2015; 100(12): 1163–1168.
3. Hansen KK, Keeshin BR, Flaherty E, Newton A, Passmore S, Prince J, Campbell KA. Sensitivity of the limited view follow-up skeletal survey. *Pediatrics* 2014; 134(2): 242–248.
4. Jha P, Stein-Wexler R, Coulter K, Seibert A, Li CS, Wootton-Gorges SL. Optimizing bone surveys performed for suspected non-accidental trauma with attention to maximizing diagnostic yield while minimizing radiation exposure: utility of pelvic and LS lateral radiographs. *Pediatr Radiol* 2013; 43(6): 668–672.
5. Hřibál Z, Hořák J. Přínos zobrazovacích metod při diagnostice syndromu týraného dítěte. *Čs. Pediat.* 1995; 50 (7): 395–399.
6. Hořák J. Syndrom týraného dítěte. In Jaromír Hořák a kolektiv s. 51. Univerzita Karlova v Praze, Karolinum, Praha 2015.
7. Flaherty EG, Perez-Rossello JM, Levine MA, Hennrikus WL. Evaluating children with fractures for child physical abuse. *Pediatrics* 2014; 133(2): e477–e489.
8. Wootton-Gorges SL, Soares BP, Alazraki AL et al. ACR appropriateness criteria suspected physical abuse child. *J Am Coll Radiol* 2017; 14(5S): S338–S349.
9. Christian CW. The evaluation of suspected child physical abuse. *Pediatrics* 2015; 135(5): e1337–e1354.
10. Kempe CH, Silverman FN, Steele BF, Droegemüller W, Silver HK. The battered-child syndrome. *Child abuse and neglect* 1985; 9: 143–154.
11. Mandelstam S, Cook D, Fitzgerald M, Dichtfield MR. Complementary use of radiological skeletal survey and bone scintigraphy in detection of bony injuries in suspected child abuse. *Arch Dis Child* 2003; 88(5): 387–390.
12. Harper NS, Eddleman S, Lindberg DM. The utility of follow-up skeletal surveys in child abuse. *Pediatrics* 2013; 131: e672–e678.
13. Delgado A, de la Tore IB, Vázquez ME. The radiologist's role in child abuse: Imaging protocol and differential diagnosis. *Radiologia* 2016; 58(2): 119–128.
14. Barber I, Kleinman PK. Imaging of skeletal injuries associated with abusive head trauma. *Pediatr Radiol* 2014; 44(4): S613–620.