

Hrubá T.<sup>1</sup>, Opravil Z.<sup>1</sup>, Novotná K.<sup>1</sup>, Spurný M.<sup>2</sup>, Poláková Mištinová J.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Rádiologické oddelenie FN sP F.D.Roosevelta, Banská Bystrica

<sup>2</sup> MR Institute s.r.o, Banská Bystrica

<sup>3</sup> Rádiologická klinika LF UK, SZU a UNB, Univerzitná nemocnica Bratislava

## Atlanto-okcipitálne disociačné poranenie

### Abstrakt

Atlanto-okcipitálne disociačné poranenie (AOD) je vysoko nestabilné cerviko-kraniálne poranenie, ktoré je výsledkom vysoko-energetickej traumy. Vývoj urgentnej medicíny viedol k tomu, že sa v podmienkach akútnej starostlivosti čoraz častejšie stretávame s touto diagnózou, napriek tomu, že je stále spojená s významnou morbiditou a mortalitou. Dôležitú úlohu v skoršej identifikácii zohrávajú zobrazovacie metódy - röntgenová snímka, počítačová tomografia prípadne magnetická rezonancia. V priebehu rokov bolo vyvinutých viacero metód hodnotenia, ktoré posudzujú poškodenie štruktúr stabilizujúcich okcipitálno-atlanto-axiálnu jednotku. Cieľom článku je prezentovať prípad pacienta s atlanto-okcipitálnym disociačným poranением a jednotlivé metódy hodnotenia.

**Kľúčové slová:** atlanto-okcipitálne disociačné poranenie, zobrazovacie metódy, röntgenová snímka, počítačová tomografia, metódy hodnotenia, trauma

### Abstract

Atlanto-occipital dissociation injury (AOD) is a highly unstable cervico-cranial injury resulting from high-energy trauma. The development of emergency medicine has led to the fact that this diagnosis is increasingly encountered in acute care settings, despite the fact that it is still associated with significant morbidity and mortality. An important role in early identification is played by imaging methods - X-ray, computer tomography or magnetic resonance. Over the years, several assessment methods have been developed that assess damage to the structures stabilizing the occipital-atlanto-axial unit. The aim of the article is to present the case of a patient with an atlanto-occipital dissociation injury and individual assessment methods.

**Key words:** atlanto-occipital dissociation injury, imaging methods, X-ray image, computed tomography, assessment methods, trauma

### Úvod

Atlanto-okcipitálne disociačné poranenie (AOD) je vysoko nestabilné cerviko-kraniálne poranenie, ktoré je vý-

sledkom poškodenia väzov a/alebo kostných štruktúr spájajúcich lebku s krčnou chrbticou. Spojené je s významnou neurologickou morbiditou a mortalitou na podklade poranenia mozgového kmeňa a hornej krčnej miechy. Hoci AOD predstavuje zhruba len 1 % všetkých poranení krčnej chrbtice, v prostredí akútnej starostlivosti sa uvádza, že ide o najčastejšie poranenie krčnej chrbtice pri smrteľných nehodách motorových vozidiel (1).

AOD je 3-krát častejšie u detí ako u dospelých. Tento zvýšený výskyt u mladšej populácie je najpravdepodobnejšie sekundárnym dôsledkom horizontálnejšie prebiehajúcej roviny klbnych povrchov a relatívnej laxnosti väzivových štruktúr v kombinácii s prítomnosťou relatívne veľkej hlavy a vyššieho efektívneho oporného bodu v krčnej chrbtici (2).

AOD je vo všeobecnosti spojené s vysoko-energeticou traumou, vrátane vysoko-rýchlostných nehôd motorových vozidiel alebo pádov z výšky (3). AOD môže byť spôsobené rôznymi traumatickými mechanizmami, pričom všetky majú spoločný menovateľ - prenos nadmernej sily na cerviko-kraniálne spojenie, čo vedie k rozsiahlemu narušeniu väzivových štruktúr. Takéto mechanizmy zahŕňajú hyperextenziu, hyperflexiu, laterálnu flexiu alebo ich kombináciu (4). V dôsledku toho je AOD často spojená aj s ťažkým traumatickým poranением mozgu, čo môže komplikovať počiatočnú identifikáciu poranenia (3).

Vývoj urgentnej medicíny zmenil výskyt AOD za posledné roky. Zlepšenie resuscitácie v teréne, cervikálna imobilizácia a rýchly transport pacienta viedli k tomu, že sa lekári v podmienkach akútnej starostlivosti čoraz častejšie stretávajú s OAD.

### Anatómia cerviko-kraniálneho spojenia

Atlanto-okcipitálne disociačné poranenie (AOD) je poškodenie väzov medzi záhlavím a hornou krčnou chrbticou. Správna identifikácia a liečba tohto poranenia si vyžaduje dobré pochopenie anatómie cerviko-kraniálneho spojenia (CCJ).

Spojenie medzi lebku a krčnou chrbticou je stabilizované väzmi spájajúcimi axis a atlas s klivom, okcipitálnou

kosťou a okcipitálnymi kondylmi. Cerviko-kraniálne spojenie sa musí prispôbiť širokej škále pohybov preto je stabilizované viacpočetnými väzmi (obr. 1) (5).

### Klinické príznaky

Napriek relatívne širokému prierezu spinálneho kanála v CCJ, poranenie miechy a následné neurologické poškodenie spôsobené AOD môže byť devastujúce, čo často vedie k náhlej smrti pri poranení mozgového kmeňa. Nervové poškodenie môže byť priame, ako výsledok ťahových alebo kompresívnych mechanizmov, alebo nepriame, sekundárne k cerebro-vaskulárnemu poškodeniu vedúcemu k ischemii (5).

Osoby, ktoré prežili AOD, majú často neurologické poškodenie, vrátane deficitu dolných hlavových nervov, jednostrannej alebo obojstrannej slabosti alebo dokonca kvadruplegie. Až 20 % pacientov s AOD môže mať pri prvotnom klinickom vyšetrení normálny neurologický nálezh. U takýchto pacientov môže byť jediným príznakom silná bolesť krku (6). Závažnejšie prípady AOD prichádzajú s bezvedomím a zástavou dýchania, môžu sa prejavovať poranením miechy, vrátane senzorickej a motorickej deficitov, hyperreflexie, pozitívneho Babinského príznaku a abnormálnym tonusom sfinkterov. Neurologické deficity môžu byť unilaterálne alebo bilaterálne a typicky zahŕňajú celú postihnutú stranu od ramena po chodidlo. Reflexné vyšetrenie by sa malo interpretovať opatrne vzhľadom na možnosť spinálneho šoku. Príznakom môže byť aj autonómna dysregulácia vrátane neurogénneho šoku (5).

Nakoniec, symptómy AOD môžu byť spôsobené cerebrovaskulárnym poškodením. Je pomerne bežné, že sa súčasne s AOD vyskytujú fraktúry stavcov, ako aj disekcie cerebrálnych artérií. Tieto poranenia môžu viesť k ischemickej cievnej mozgovej príhode, čo ešte viac zahŕňa klinický obraz (3).

Preto, kým nie je vykonané zobrazovacie vyšetrenie pomocou počítačovej tomografie (CT) alebo zobrazenie magnetickou rezonanciou (MR), u každého pacienta s vysoko-energetickou traumou by malo pretrvávajúť podozrenie, že má AOD, bez ohľadu na klinické nálezy a mali by sa prijať vhodné preventívne opatrenia.

### Kazuistika

14-ročná pacientka bola priamo na CT pracovisku odovzdaná posádkou rýchlej zdravotnej pomoci (RLP) lekárom DFNSP Banská Bystrica po tom, ako ju zachytilo na diaľnici auto. Pacientka prechádzala z odpočívadla cez diaľnicu na druhú stranu, zrazilo ju auto a odhodilo do priekopy pri ceste. Na mieste nehody bola pacientka laicky resuscitovaná približne 10 minút, po príchode RLP ďalších 25 minút, následne zaintubovaná, privezená na umelej pľúcnej ventilácii, v šokovom stave, kardiálne instabilná. Bol jej zaistený intraoseálny vstup a naložený Schanzov

golier. Krk bol od úvodu opuchnutý a prekrvácany. Pacientka mala nemerateľný krvný tlak, počas transportu sa jej podávali kryštaloidy a kontinuálna infúzia noradrenalinu, napriek tomu sa jej krvný tlak nepodarilo namerať.

Pacientka bola od úrazu v hlbokom bezvedomí, bez spontánnej hybnosti, GCS 3b, s obojstrannou mydriázou, bez reakcie na akýkoľvek podnet, bez sedácie a relaxácie.

Po klinickom vyšetrení zistený normostenický habitus so studenou, bledou mramorovanou kožou, pulzácie prítomné len na centrálnych vénach. Hlava krvavá, frontálne sledovateľná otvorená fraktúra kalvy so strhnutím skalpu veľkosti do 5 centimetrov. Oči otvorené, viečka bez opuchu, bulby v strednom postavení, zornice mydriatické 6/6, bez fotoreakcie. Nos, uši bez patologickej sekrécie, strhnutá koža na ľavom líci, drobné poranenia a exkoriácie na koži tváre, tvárový skelet pevný. Krk napuchnutý, prekrvácany, naložený v Schanzovom golieri, pulzácie na karotidách slabo hmatné. Na hrudníku hematóm, opuch v oblasti ľavej klavikuly, exkoriácie kože na ľavom ramene. Dýchanie bilaterálne počuteľné v celom rozsahu, dychová vlna sa šírila symetricky. Akcia srdca bola slabo počuteľná, bez šelestu. Krvný tlak v úvode nemerateľný, po navýšení noradrenalinu jednorazovo nameraný 59/19, P 100/min. Brucho nad niveau hrudníka, mäkké priehmatné, zjavne narastá. Na ľavej dolnej končatine prítomná otvorená zlomenia predkolenia, pravá dolná končatina bez známkov poranenia.

Na CT pracovisku bol vykonaný CT polytrauma protokol, natívne realizované scany mozgu a krčnej chrbtice, po podaní kontrastnej látky intravenózne hrudník a brucho.

Na CT vyšetrení mozgu (obr. 2) boli sledovateľné difúzne edematózne zmeny ponsu a cerebella so zaniknutou diferenciáciou medzi šedou a bielou hmotou, so zaniknutou cisterna magna a parakmeňovými cisternami. Prítomný hemoragický obsah v IV. komore, v parakmeňovej cisterne vpravo, supratentoriálne parietálne vpravo subdurálny hematóm a traumatické subarachnoidálne krvácanie fronto-parietálne obojstranne, taktiež sledovateľný hemoragický obsah v supraselárnej a perimezencefalickej cisterne. Difúzne edematózne zmeny sa zobrazili aj v rozsahu oboch cerebrálnych hemisfér so zaniknutými subarachnoidálnymi priestormi, avšak hranica medzi šedou a bielou hmotou diferencovateľná.

CT vyšetrenie krčnej chrbtice (obr. 3 A-B) s multiplárnymi rekonštrukciami okamžite odhalilo prítomnosť atlanto-okcipitálneho disociačného poranenia. Podľa Traynelisovej klasifikácie sa jednalo o typ II/III, s longitudinálnou distrakciou okcipitálnych kondylov od atlasu o 19,2 mm a súčasne zadné posunutie okcipitálnych kondylov vzhľadom na atlas o 19,8 mm (obr. 4). Powersov pomer dosiahol patologické hodnoty 1,63 (obr. 5). Podľa Harrisovej metódy sme zistili hodnoty BDI 29,8 mm a BAI 20 mm (obr. 6). Metódou CCI vzdialenosť medzi okcipitálnym kondylom a jeho artikuláčnym povrchom na C1 zaznamenala hodnoty 14 mm (obr. 7). Vzhľadom na prítomnosť patologických

hodnôt pri kombinácii všetkých diagnostických metód sme jednoznačne potvrdili prítomnosť AOD.

Súčasne boli zistené aj fraktúry cervikálneho skeletu, fraktúra predného oblúka C1 vľavo a zadného oblúka vpravo so sublúxiou fragmentov vytvárajúce obraz Jeffersonovej fraktúry a fraktúra processus spinosus C7. Na krku bol sledovateľný rozsiahly hematóm prevertebrálne s difúznym prekrvácáním okolitých mäkkých a svalových štruktúr, v úrovni AOD s propagáciou hemoragického obsahu do spinálneho kanála a taktiež dorzálne paravertebrálne (obr. 8). Kaudálne sa hemoragický obsah šíril cez zadné krčné priestory a parafaryngeálne priestory do horného a zadného mediastína. Difúzne prekrvácanie mäkkých a podkožných štruktúr krku zasahovalo až po úroveň kľavikuly, nález bol výraznejší vľavo.

CT vyšetrenie hrudníka detegovalo splyvajúce konsolidácie pľúcneho parenchýmu v dorzobazálnych segmentoch, vzhľadom na symetriu nálezu a CT obraz sa skôr jednalo o dystelektatické zmeny pri hypoventilácii ako o prítomnosť postkontúzných zmien.

CT vyšetrenie brucha (obr. 9 A-B) sa pre centralizovaný obeh pacientky zrealizovalo v arteriálnej fáze, pričom došlo k nehomogénemu mramorovitému vysýteniu parenchymatóznych orgánov heparu, sleziny, obličiek a nadobličiek, kde samotné traumatické zmeny boli zle hodnotiteľné. Prítomné bolo rozsiahle pneumoperitoneum a taktiež hemoperitoneum s voľnou tekutinou s hemoragickou prímiesou denzity 40HU perihepatálne, perisplnický, perikolický bilaterálne a v malej panve.

Zistené boli aj fraktúry sternu a ramus inferior ossis pubis vpravo.

Pacientka bola po CT vyšetrení prevezená na jednotku intenzívnej starostlivosti DFNsP BB, nález bol konzultovaný so službukonajúcim neurochirurgom a traumatológom. Vzhľadom na pokročilosť úrazových poškodení, klinický a rádiologický nález, šokový stav a iniciálny neurologický stav s fixovanou mydriázou pacientka nebola indikovaná na operačné riešenie a jej stav bol uzavretý ako nezlúčiteľný so životom a prognóza infaustná.

## Diskusia

Vzhľadom na komplexné anatomické a biomechanické faktory zahrnuté v AOD, jediné meranie alebo abnormalita v zobrazovacích vyšetreniach nemôže univerzálne definovať AOD. V priebehu rokov bolo vyvinutých viacero rôznych metód hodnotenia, ktoré pomáhajú diagnostikovať túto často prehliadanú entitu, pričom každá má svoje silné a slabé stránky. Všetky metódy sa snažia posúdiť poškodenie štruktúr stabilizujúcich okcipitálno-atlanto-axiálnu jednotku (5).

Patria medzi ne Traynelisova klasifikácia, Powersov pomer, X-line metóda, basion-dens interval (BDI) a basion-axis interval (BAI) teda Harrisove línie a okcipitálny kondyl-C1 interval (CCI). Pri využívaní týchto rôznych

metód hodnotenia na dospelých a pediatrických pacientov je potrebné postupovať opatrne, pretože medzi týmito dvoma populáciami existujú významné anatomické a biomechanické rozdiely.

Traynelisova klasifikácia (7) popisuje zranenia podľa posunutia okcipitálnych kondylov vzhľadom na atlas (obr.10)

Typ I je predné posunutie okcipitálnych kondylov vzhľadom na atlas

Typ II je longitudinálna distrakcia okcipitálnych kondylov od atlasu (superior-inferior)

Typ III je zadné posunutie okcipitálnych kondylov vzhľadom na atlas.

Nevýhodu tejto klasifikačnej schémy je, že nezohľadňuje prítomnosť koronárneho posunu. Klinický pohľad, ktorý je postavený výlučne na tejto metóde, teda môže misdiagnostikovať AOD s čisto koronárnou distrakciou. Napriek tomu tento systém stále poskytuje užitočné údaje pri posudzovaní AOD a môže pomôcť pri manažmente pacienta (7).

Powersov pomer (8) porovnáva merania medzi bázou lebky a C1 (obr. 3). Meria sa vzdialenosť od bázy lebky (B) po stred predného kortexu zadného oblúka C1 (C). Meria sa vzdialenosť od opistionu (O) – zadného stredného bodu foramen magnum k stredu zadného kortexu predného oblúka C1 (A). (obr. 11, č. 12A)

Ak BxC/OxA presiahne 1, potom by malo byť podozrenie na AOD. Normálne hodnoty sú zvyčajne < 0,9.

Powersov pomer bol pôvodne opísaný na detekciu predných dislokačných poranení a ako taký je menej citlivý na distrakčné alebo zadné dislokačné poranenia, teda Traynelis typy II a III. Napriek tomu zostáva jednou z prvých spoľahlivých a reprodukovateľných publikovaných metód a často predstavuje referenčnú hodnotu, s ktorou sa porovnávajú iné metódy (8).

Metóda X-line (9) zahŕňa nakreslenie čiary od bazionu – kraniometrického bodu na báze záhľavnej kosti po spinolaminárne spojenie C2 a čiary od opistiónu po zadný spodný roh tela C2 (obr. 12B). Výsledok sa považuje za abnormálny, ak prvá čiara nepretína C2 a druhá čiara nepretína C1. Vďaka svojej anatomickejšej definícii normality je metóda X-line citlivejšia ako Powersov pomer pri detekcii poranení Traynelis typu II a III (9).

Harrisova metóda (10, 11) kombinuje 2 predtým vyvinuté merania: BDI a BAI (obrázok 12 C a D). BDI meria vzdialenosť medzi spodinou a špičkou densu, je obzvlášť citlivý na zranenia Traynelis typu II. Za abnormálne sa považujú hodnoty bazion-dens intervalu (BDI) > 10 mm u dospelých a > 12 mm u detí. BAI meria vzdialenosť medzi čiarou vedenou tangenciálne k zadnému kortikálnemu okraju C2, teda zadnou axiálnou čiarou, a druhou paralelnou čiarou vedenou cez basion. Normálne hodnoty sa pohybujú od 12 mm (basion anterior po dens) do – 4 mm (basion posterior po dens) u dospelých a od 12 mm do 0 mm u detí. BAI je najcitlivejší na zranenia Trayne-

lis typu I a III. Harris a kolektív kombináciou metód BDI a BAI preukázali zvýšenú diagnostickú presnosť v porovnaní s Powersovým pomerom (11).

Metóda CCI je meranie používané a validované v detskej populácii (12,13). Je to jediná metóda, ktorá priamo hodnotí štrukturálne prvky atlanto-okcipitálneho kĺbu. Konkrétne sa meria vzdialenosť medzi okcipitálnym kondylom a jeho artikulárnym povrchom na C1 (obrázok 4E), vďaka čomu je táto technika vysoko citlivá na zranenia Traynelis typu II. Meranie sa vykonáva na koronárnych CT snímkach (obrázok č.12E). Vzdialenosť viac ako 2 mm u dospelých alebo viac ako 5 mm u detí alebo veľká asymetria medzi 2 kĺbmi je vysoko citlivá a špecifická pre AOD s dobrou spoľahlivosťou medzi jednotlivými hodnoteniami (12,13). Zatiaľ čo táto technika bola pôvodne overená v pediatrickej populácii, rýchlo sa stáva zlatým štandardom na diagnostikovanie AOD aj u dospelých, keďže nedávne štúdie naznačujú podobnú presnosť aj v dospeljej populácii (14).

Na základe guideline pre manažment akútneho poranenia krčnej chrbtice a miechy (15) sa odporúča aplikovať metódu BDI-BAI (Harrisove línie) na jednoduchej laterálnej röntgenovej snímke krčnej chrbtice u dospelých. Ak nie je potvrdená diagnóza a existuje vysoké klinické podozrenie alebo významný opuch mäkkých tkanív prevertebrálneho tkaniva, odporúča sa doplniť CT a/alebo MR. U detí má CCI stanovená na CT najvyššiu diagnostickú senzitivitu a špecificitu pre AOD (15).

V konečnom dôsledku žiadna z týchto diagnostických metód nie je dokonalá a každá má svoje obmedzenia. Stále neexistuje žiadna zlatá štandardná technika na diagnostiku AOD. Vzhľadom na stále prítomnú možnosť prehliadnutia tejto diagnózy, sa odporúča použiť aspoň 2 rôzne metódy hodnotenia (5).

## Terapia

Liečba AOD sa často začína na mieste nehody. Hemodynamická a respiračná instabilita by sa mala okamžite riešiť na mieste činu a mala by sa im venovať najvyššia priorita. Stabilizácia krku a krčnej chrbtice ako preventívne opatrenie, vrátane správnej aplikácie pevného krčného goliera na mieste traumy, sú dôležité opatrenia, ktoré dokážu zabrániť tomu, aby sa toto potenciálne riešiteľné zranenie stalo smrteľným. Na urgentnom príjme môže detailné neurologické vyšetrenie pacienta vyvolať klinické podozrenie na AOD. Rýchle, ale dôkladné klinické vyšetrenie, po ktorom nasleduje vhodná zobrazovacia metóda, je nevyhnutné na zabezpečenie včasnej diagnózy a liečby tohto poranenia. Po potvrdení diagnózy AOD sa má vykonať halo imobilizácia, po ktorej nasleduje vnútorná okcipito-cervikálna fixácia a fúzia (15).

Predné prístupy k CCJ sa zvyčajne používajú pri patológii pred miechou. Takéto prístupy sú vhodnejšie na dekompresiu ako na stabilizáciu a sú často technicky ná-

ročné. Z tohto dôvodu majú tendenciu byť menej užitočné pri AOD, kde je stabilizácia hlavným cieľom operácie. Naopak, zadný prístup možno použiť na dosiahnutie dekompresie aj stabilizácie CCJ. Aj keď sa samotný prístup v priebehu času nezmenil, technológia fúzie sa vyvinula od drôtového spájania cez laminárne svorky až po skrutkovú fixáciu, čo viedlo k zlepšeným výsledkom stabilizácie (5, 16).

Pri liečbe AOD u detí je potrebné vziať do úvahy menšie rozmery, syndrémové anatomické variácie a riziko obmedzenia normálneho vývoja a rastu kostí (5,17). V prehľade viac ako 750 fúzií CCJ u detí Ahmed a kolektív zistili nižšiu morbiditu s rebrovými štepami v porovnaní so štepami zo spina iliaca (17). Autori odporučili používať samotné rebrové štepy u detí vo veku 6 rokov alebo menej, drôtové konštrukcie u detí vo veku od 7 do 10 rokov a pevné fixácie u detí starších ako 10 rokov. U pacientov mladších ako 5 rokov veku neboli pozorované žiadne abnormality rastu krčnej chrbtice (17).

## Záver

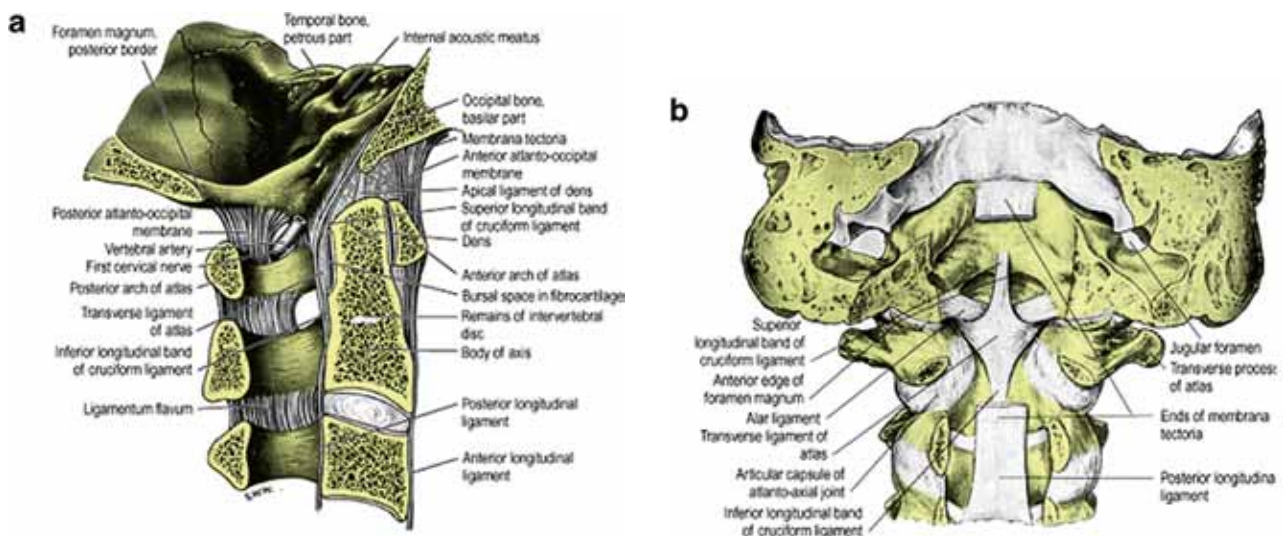
Atlanto-okcipitálne disociačné poranenie (AOD) je zriedkavé traumatické poškodenie krčnej chrbtice, ktoré môže byť ťažké diagnostikovať a môže byť ľahko prehliadnuté na rutinných röntgenových snímkach krčnej chrbtice, preto je potrebné využiť nadstavbové zobrazovacie metódy ako počítačová tomografia alebo magnetická rezonancia. Na správne vyhodnotenie nálezu boli vyvinuté viaceré metódy hodnotenia, pričom pre vyšší stupeň diagnostickej istoty by sa mala použiť kombinácia aspoň 2 stanovených metód. Napriek pokrokom v prednemocničnej a nemocničnej starostlivosti a zlepšeným celkovým výsledkom zostáva AOD stále potenciálne smrteľným a invalidizujúcim zranením.

## Literatúra

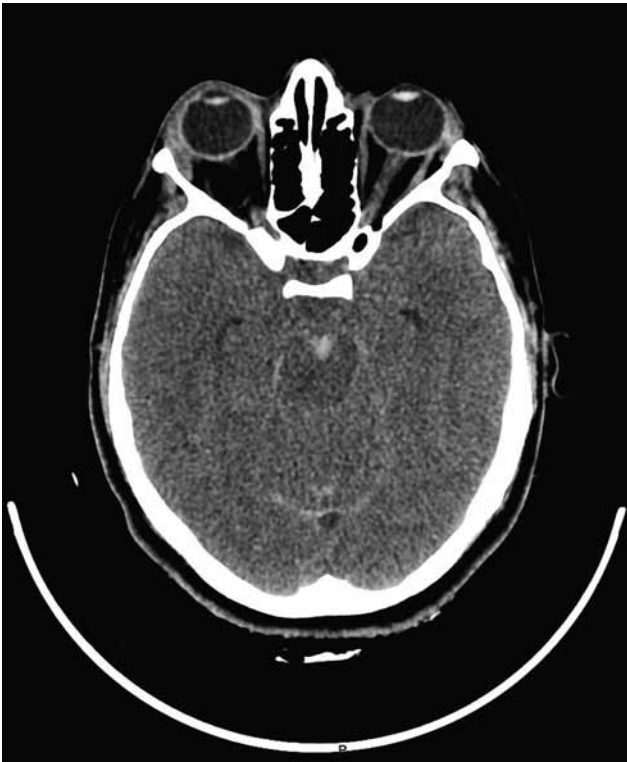
- PAYER M, SOTTAS CC.: Traumatic atlanto-occipital dislocation: presentation of a new posterior occipitoatlantoaxial fixation technique in an adult survivor: technical case report. *Neurosurgery*. 2005 Jan, 56. doi: 10.1227/01.
- BUCHOLZ RW, BURKHEAD WZ.: The pathological anatomy of fatal atlanto-occipital dislocations. *J Bone Joint Surg Am*. 1979 Mar;61(2):248-50.
- HORN EM, FEIZ-ERFAN I, LEKOVIC GP, a kol.: Survivors of occipitoatlantal dislocation injuries: imaging and clinical correlates. *J Neurosurg Spine*. 2007 Feb;6(2):113-20. doi: 10.3171/spi.2007.6.2.113.
- MONTANE I, EISMONT FJ, GREEN BA.: Traumatic occipitoatlantal dislocation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1991 Feb;16(2):112-6.
- HALL GC, KINSMAN MJ, NAZAR RG, a kol.: Atlanto-occipital dislocation. *World J Orthop*. 2015 Mar 18;6(2):236-43. doi: 10.5312/wjo.v6.i2.236.
- HARMANLI O, KOYFMAN Y.: Traumatic atlanto-occipital dislocation with survival: a case report and review of

- the literature. *Surg Neurol.* 1993 Apr;39(4):324-30. doi: 10.1016/0090-3019(93)90015-s.
- TRAYNELIS VC, MARANO GD, DUNKER RO, a kol.: Traumatic atlanto-occipital dislocation. Case report. *J Neurosurg.* 1986 Dec;65(6):863-70. doi: 10.3171/jns.1986.65.6.0863.
- POWERS B, MILLER MD, KRAMER RS, a kol.: Traumatic anterior atlanto-occipital dislocation. *Neurosurgery.* 1979 Jan;4(1):12-7. doi: 10.1227/00006123-197901000-00004.
- LEE C, WOODRING JH, GOLDSTEIN SJ, a kol.: Evaluation of traumatic atlantooccipital dislocations. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1987 Jan-Feb;8(1):19-26.
- HARRIS JH Jr, CARSON GC, WAGNER LK.: Radiologic diagnosis of traumatic occipitovertebral dissociation: 1. Normal occipitovertebral relationships on lateral radiographs of supine subjects. *AJR Am J Roentgenol.* 1994 Apr;162(4):881-6. doi: 10.2214/ajr.162.4.8141012.
- HARRIS JH Jr, CARSON GC, WAGNER LK.: Radiologic diagnosis of traumatic occipitovertebral dissociation: 2. Comparison of three methods of detecting occipitovertebral relationships on lateral radiographs of supine subjects. *AJR Am J Roentgenol.* 1994 Apr;162(4):887-92. doi: 10.2214/ajr.162.4.8141013
- PANG D, NEMZEK WR, ZOVICKIAN J.: Atlanto-occipital dislocation: part 1--normal occipital condyle-C1 interval in 89 children. *Neurosurgery.* 2007 Sep;61(3):514-21; discussion 521. doi: 10.1227/01.NEU.0000290897.77448.1F.
- PANG D, NEMZEK WR, ZOVICKIAN J.: Atlanto-occipital dislocation--part 2: The clinical use of (occipital) condyle-C1 interval, comparison with other diagnostic methods, and the manifestation, management, and outcome of atlanto-occipital dislocation in children. *Neurosurgery.* 2007 Nov;61(5):995-1015; discussion 1015. doi: 10.1227/01.neu.0000303196.87672.78.
- GIRE JD, ROBERTO RF, BOBINSKI M, a kol.: The utility and accuracy of computed tomography in the diagnosis of occipitocervical dissociation. *Spine J.* 2013 May; 13(5):510-9. doi: 10.1016/j.spinee.2013.01.023.
- THEODORE N, AARABI B, DHALL SS, a kol.: The diagnosis and management of traumatic atlanto-occipital dislocation injuries. *Neurosurgery.* 2013 Mar;72 Suppl 2:114-26. doi: 10.1227/NEU.0b013e31827765e0.
- HADLEY MN, WALTERS BC, GRABB PA, a kol.: Diagnosis and management of traumatic atlanto-occipital dislocation injuries. *Neurosurgery.* 2002 Mar;50(3 Suppl):S105-13. doi: 10.1097/00006123-200203001-00018.
- AHMED R, TRAYNELIS VC, MENEZES AH.: Fusions at the craniovertebral junction. *Childs Nerv Syst.* 2008 Oct;24(10):1209-24. doi: 10.1007/s00381-008-0607-7.

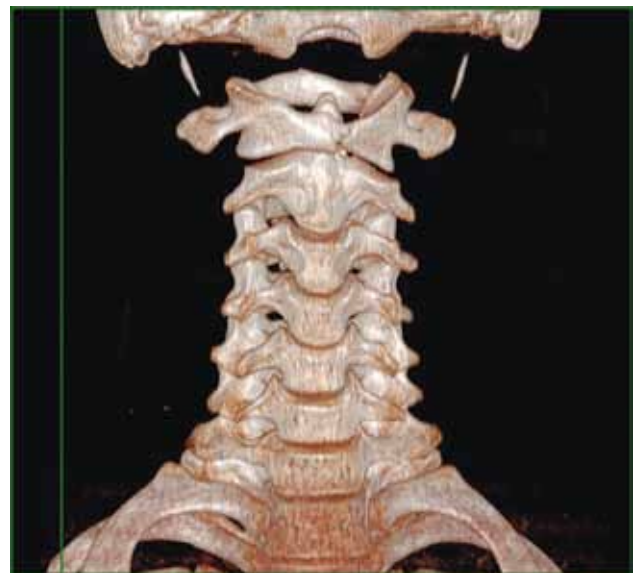
## Obrazová príloha



Obr. 1. Anatómia cerviko-kraniálneho spojenia <https://insightsimaging.springeropen.com/articles/10.1007/s13244-016-0530-5/figures/1>



**Obr. 2.** CT vyšetrenie mozgu, natívne, hemoragický obsah v perimezencefalickej cisterne, zaniknuté parakmeňové cisterny infratentoriálne.



**Obr. 3.** Multiplanárne 3D rekonštrukcie krčnej chrbtice s obrazom AOD, A, Sag rovina, B, Cor rovina



**Obr. 4.** Sag CT vyšetrenie, kostné okno, Traynelisova metóda.



**Obr. 5.** Sag CT vyšetrenie, kostné okno, Powersov pomer



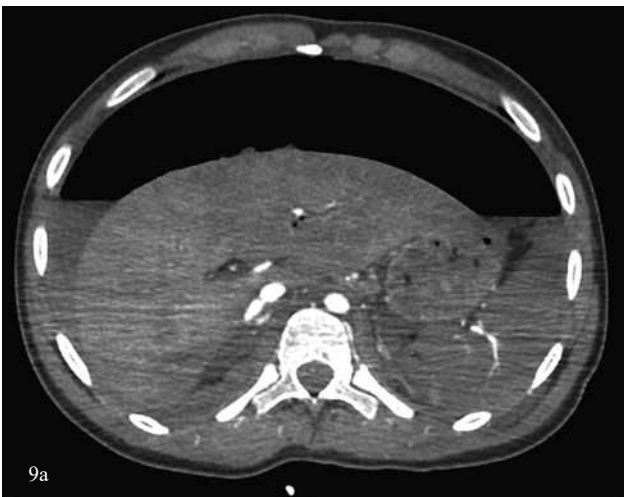
**Obr. 6.** Sag CT vyšetrenie, kostné okno, Harrisova metóda



Obr. 7. Cor CT vyšetrenie, kostné okno, metóda CCI

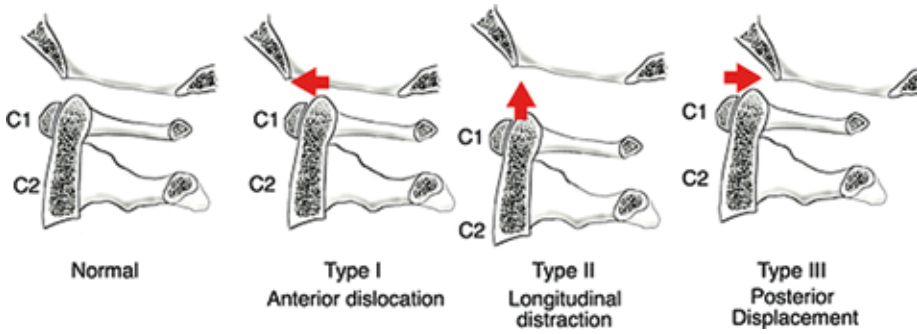


Obr. 8. Sag CT vyšetrenie, mäkké okno, rozsiahly prevertebrálny hematóm zasahujúci do spinálneho kanála.

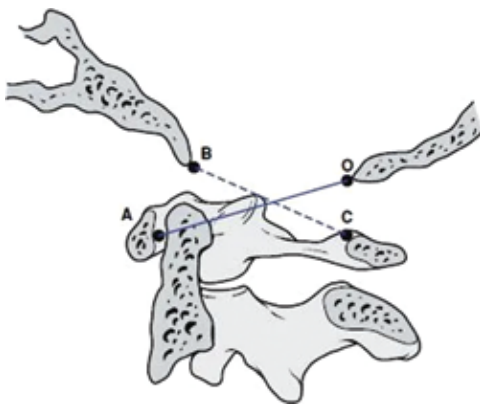


Obr. 9. A-B, CT vyšetrenie brucho postkontrastne, KL iv., A, axiálna rovina, pneumoperitoneum s hladinkou hemoperitonea, B, coronárna rovina MIP, centralizovaný krvný obeh s nehomogénne vysýtenými orgánmi dutiny brušnej.

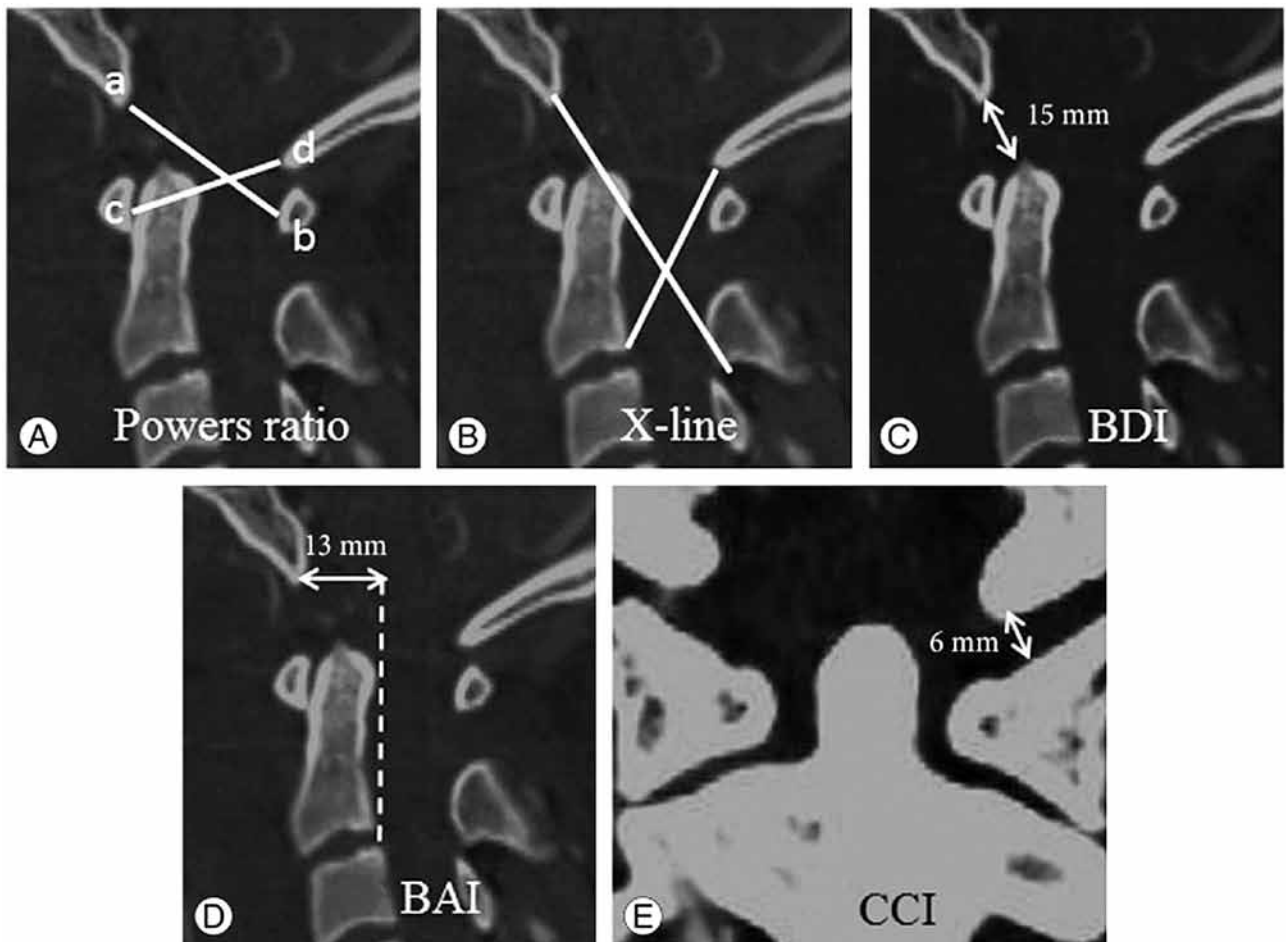




**Obr. 10.** Traynelisova metoda  
[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4471-6572-9\\_41](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4471-6572-9_41)



**Obr. 11.** Powersov pomer  
<https://musculoskeletalkey.com/cervical-spine-injuries-in-children/>



**Obr. 12.** A-E, A, Powersov pomer, B, X line metoda, C, Harrisova metoda BDI, D, Harrisova metoda BAI, E, CCI metoda  
[https://www.asianspinejournal.org/journal/Figure.php?xn=asj-9-465.xml&id=F4-asj-9-465&number=786&p\\_name=0425\\_786](https://www.asianspinejournal.org/journal/Figure.php?xn=asj-9-465.xml&id=F4-asj-9-465&number=786&p_name=0425_786)