

CT angiografie tepen zásobujících mozek pro stanovení smrti mozku u dárců orgánů

CT Angiography of Cerebral Arteries in the Diagnosis of Brain Death in Organ Donors

Miroslav Heřman

Radiologická klinika LF UP a FN, Olomouc

Rukopis připomínkovali (v abecedním pořadí):

Andrea Burgetová,

Radiodiagnostická klinika 1. LF UK a VFN, Praha

Jan Daneš,

Radiodiagnostická klinika 1. LF UK a VFN, Praha

Pavel Eliáš,

Radiologická klinika LF UK a FN, Hradec Králové

Jiří Ferda,

Klinika zobrazovacích metod LF UK a FN, Plzeň

Martin Köcher,

Radiologická klinika FN a LF UP, Olomouc

Antonín Krajina,

Radiologická klinika LF UK a FN, Hradec Králové

Marek Mechl,

Klinika radiologie a nukleární medicíny LF MU a FN, Brno

Hynek Mírka,

Klinika zobrazovacích metod FN a LF UK, Plzeň

Eva Pokorná,

Oddělení odběrů orgánů a transplantačních databází, Transplantacentrum IKEM, Praha

Miloslav Roček,

Klinika zobrazovacích metod 2. LF UK v Praze a FN v Motole, Praha

Pavel Ryška,

Radiologická klinika LF UK a FN, Hradec Králové

Miroslava Skovajsová,

Mamma centrum BUP Opatov a Hradčanská, Praha

Jiří Tesař,

Oddělení zobrazovacích metod Nemocnice Tomáše Bati, Zlín

Vladislav Třeška,

Chirurgická klinika FN a LF UK, Plzeň (za výbor České transplantační společnosti)

Jiří Weichet,

Radiodiagnostická klinika 3. LF UK a FNKV, Praha

Přijato: 15. 12. 2020

Korespondenční adresa:

prof. MUDr. Miroslav Heřman, Ph.D.
Radiologická klinika LF UP a FN
I. P. Pavlova 6, 779 00 Olomouc
e-mail: herman@fnol.cz

Konflikt zájmů: žádný.

Hlavní stanovisko práce

Zdůvodnění a popis metodiky provedení CT angiografie mozkových tepen pro stanovení smrti mozku u dárců orgánů.

SOUHRN

Heřman M. CT angiografie tepen zásobujících mozek pro stanovení smrti mozku u dárců orgánů

Zahraniční studie ukázaly, že CT angiografie (CTA) může být použita k průkazu zástavy intracerebrální cirkulace. V zákoně č. 285/2002 Sb. je CTA uvedena jako jedna z metod, kterou lze prokázat nevratnost smrti mozku. K jejímu rozšíření zatím bránila především chybějící metodika provedení a hodnocení. Proto byla tato metodika vypracována a popsána v metodickém pokynu.

Klíčová slova: smrt mozku, CT angiografie, metodický pokyn.

Major statement

The rationale and methodology description of CT angiography of cerebral arteries in the diagnosis of brain death in organ donors.

SUMMARY

Heřman M. CT Angiography of cerebral arteries in the diagnosis of brain death in organ donors

Foreign studies have shown that CT angiography (CTA) can be used to confirm cerebral circulatory arrest. The Czech Act No. 285/2002 Coll., lists CTA as one of the methods which can be used to confirm brain death. However, lacking methodology has limited its spread so far. That is why methodological guidance has been developed and is presented here.

Key words: brain death, CT angiography, methodological guidance.

ÚVOD

CT angiografie (CTA) je standardní diagnostická metoda umožňující posouzení průtoku krve mozkem. Proto je možné její využití i pro stanovení zástavy mozkové cirkulace.

Postavení zobrazovacích metod v diagnostice smrti mozku se v různých zemích liší. Ve většině států není jejich použití nezbytné, jsou používány pouze v případě klinických diagnostických

nejasností (např. intoxikace). U nás ale zákon nařizuje provést instrumentální metodu povinně a mezi průkaz zástavy mozkové cirkulace některou v zákoně vyjmenovaných zobrazovacích metod patří i CTA.

Zahraniční studie prokázaly možnost použití CTA v diagnostice smrti mozku (1–4). Jde o vyšetření dostupné ve většině nemocnic, nezávislé na vyšetřujícím, minimálně invazivní, s příznivou cenou (1). Od roku 1998 bylo

CT ANGIOGRAFIE MOZKOVÝCH TEPEN PRO STANOVENÍ SMRTI MOZKU – METODICKÝ POKYN

Rizika indikace CTA k průkazu smrti mozku

Rizika, která je třeba vzít v potaz, jsou zejména manifestní hypertyreóza (tyreotoxická krize); předchozí alergoidní reakce na kontrastní látky obsahující jód; u nemocných s existujícím poškozením ledvin kontrastní nefropatie způsobená podáním kontrastní látky a léčba antidiabetiky obsahujícími metformin.

Podmínky provedení CTA

Na žádance k CTA musí být jasné vyjádření, že „pacient splňuje klinické známky smrti mozku“.

CTA musí být provedena při středním arteriálním tlaku minimálně 60 mmHg.

Lékař provádějící vyšetření potvrzující nevratnost smrti mozku možného dárce pomocí CTA mozkových tepen musí mít specializovanou způsobilost v oboru radiologie a zobrazovací metody a musí být přítomen při provádění vyšetření.

Protokol CTA

Akviziční protokol vyšetření musí být uložen v ovládací stanici CT.

Nativní sken: spirální sken od báze lebky k vertexu, rekonstruované axiální obrazy šíře 4–6 mm a stejné šíře jako obrazy následující CTA. (Nativní skeny mohou být důležité pro srovnání denzity tepen před a po aplikaci kontrastní látky.)

CTA: podání bolu 70 ml neiontové kontrastní látky o koncentraci minimálně 350 mg J/ml následované 30 ml fyziologického roztoku tlakovou stříkačkou do zavedené kanyly v periferní žíle, do centrálního žilního katétru nebo do CT-portu, rychlost podání 3,5 ml/s. Spuštění spirální série od úrovně 6. krčního obratle po vertex kalvy určené pomocí funkce bolus tracking 15 sekund po vzestupu denzity v arteria carotis communis o alespoň 150 Hounsfieldových jednotek (HU). Rekonstrukce axiálních skenů šíře maximálně 0,8 mm.

Provádí se jedno CTA vyšetření.

Dokumentace musí obsahovat minimálně výše uvedené axiální skeny. Je-li to možné, tak také průkaz času spuštění série CTA po uvedeném vzestupu koncentrace kontrastní látky v arteria carotis communis a záznam o způsobu a množství podané kontrastní látky a fyziologického roztoku.

U dětských pacientů se množství a rychlost podávané kontrastní látky a fyziologického roztoku a expoziční parametry upraví podle místního radiologického standardu pro CT angiografii mozkových tepen.

Hodnocení nálezu

Potvrzením smrti mozku je průkaz zástavy mozkové cirkulace. CTA potvrzuje smrt mozku, naplní-li se kontrastní látkou maximálně nejdálší úsek A1 arteria cerebri anterior a úsek M1 arteria cerebri media, v zadní mozkové cirkulaci se může nejdálší naplnit proximální úsek arteria basilaris bez náplně arteria cerebelli inferior anterior (AICA) a arteria cerebelli inferior posterior (PICA). Přitom musí být patrná kontrastní náplň v obou arteriae carotides communes, arteriae carotides externae a jejich větvích, zejména arteriae temporales superficiales (kontrola kvality správné aplikace kontrastní látky).

Jiné

U nemocných se ztrátovým poraněním kalvy nebo po kraniektomii může zůstat průtok mozku nebo jeho částí zachován. Průnik kontrastní látky do některé mozkové tepny dále, než je uvedeno, smrt mozku nevyklučuje, ale u těchto nemocných nelze CT angiografií smrt mozku potvrdit.

V případech, že není smrt mozku potvrzena, doporučuje se zopakovat vyšetření nejdříve za 12 hodin, pouze v případě nestability pacienta lze CTA na žádost ošetřujícího lékaře opakovat i v kratším intervalu.

Vzor popisu CTA

CTA k průkazu smrti mozku.

Provedeno nativní CT vyšetření mozku a CTA ke stanovení smrti mozku. Při středním arteriálním tlaku ... mmHg podán bolus 70 ml kontrastní látky o koncentraci ... mg J/ml následovaný 30 ml fyziologického roztoku rychlostí 3,5 ml/s. Spirální série od úrovně 6. krčního obratle po vertex kalvy byla spuštěna pomocí funkce bolus tracking 15 sekund po vzestupu denzity v arteria carotis communis o ... HU.

Na CTA je oboustranně patrná kontrastní náplň větví ACE. Naplnila se ACI vpravo po její větvení a úsek M1 ACM k jejímu větvení, ACI vlevo se naplnila po sifon. V zadní cirkulaci bez náplně intrakraniálních úseků tepen. (Popis náplně jednotlivých tepen upravit podle skutečnosti.)

Závěr:

Byla zjištěna absence náplně cerebrálních úseků mozkových tepen.

Další nálezy:

Uvést jiné zobrazené hlavní nálezy.

Používané zkratky: ACC – arteria carotis communis, ACE – arteria carotis externa, ACI – arteria carotis interna, ACA – arteria cerebri anterior, ACM – arteria cerebri media, A1, M1 – úseky ACA, ACM, AV – arteria vertebralis, AB – arteria basilaris, AICA – arteria cerebelli inferior anterior, PICA – arteria cerebelli inferior posterior

publikováno několik větších studií a na jejich základě byly v některých státech (Francie, Rakousko, Švýcarsko, Holandsko, Kanada, Německo...) vytvořeny národní standardy provedení a hodnocení CTA (5, 6).

V České republice jsou lékaři provádějící stanovení smrti mozku povinni řídit se zákonem č. 285/2002 Sb., Zákon o darování, odběrech a transplantacích tkání a orgánů a o změně některých zákonů (transplantační zákon), a nařízením vlády č. 436/2002 Sb. a dalšími předpisy, kterými se tento zákon provádí. Z pohledu radiologie a možnosti provedení CTA jsou nejvýznamnější následující body:

V zákoně 285/2002 Sb. je v § 10, bodě (3) uvedeno:

Smrt se zjišťuje prokázáním:

- a) nevratné zástavy krevního oběhu
- b) nevratné ztráty funkce celého mozku, včetně mozkového kmene v případech, kdy jsou funkce dýchání nebo krevního oběhu udržovány uměle

Příloha C k zákonu č. 285/2002 Sb., bod 1 uvádí:

Vyšetřeními potvrzujícími nevratnost smrti mozku jsou:

- a) angiografie mozkových tepen
- b) mozková perfuzní scintigrafie
- c) počítačová tomografická angiografie
- d) transkraniální dopplerovská ultrasonografie nebo
- e) vyšetření sluchových kmenových evokovaných potenciálů (BAEP)

Ve vyhlášce 115/2013 Sb. je v § 3, bodě (1) uvedeno:

Lékař provádějící vyšetření potvrzující nevratnost smrti mozku možného dárce pomocí angiografie mozkových tepen nebo počítačové tomografické angiografie musí mít specializovanou způsobilost v oboru radiologie a zobrazovací metody.

Z těchto ustanovení tedy vychází možnost provedení CTA mozkových tepen ke stanovení smrti mozku a vyhodnocení tohoto vyšetření radiologem se specializovanou způsobilostí. CTA je ale pouze jednou z metod, kterou lze použít. Která metoda bude použita, záleží na místních podmínkách a domluvě.

Žádná zákonná norma neuvádí, jakým konkrétním způsobem má být CTA provedena. Na základě iniciativy výboru Radiologické společnosti ČLS JEP proto vznikl metodický pokyn upravující technickou stránku provedení CTA a její hodnocení. Technika vyšetření vychází zejména z postupu vydaného Německou lékařskou komorou (7), způsob hodnocení CTA kopíruje stanovení smrti mozku popsané v metodickém pokynu tohoto vyšetření pomocí digitální subtrakční angiografie Českou společností intervenční radiologie ČLS JEP (8). Obecný princip provedení CTA vychází z národních radiologických standardů pro CT vyšetření a je upraven pro požadovaný typ vyšetření (9).

Uvedený metodický pokyn byl opo- nován, upravován a poté schválen členy výboru Radiologické společnosti ČLS JEP,

připomínkovali jej i další odborníci (viz úvodní strana).

DISKUSE

Nejde o obvyklou diskusi – k vlastnímu metodickému pokynu diskutovat nejde, snažili jsme se jej vytvořit co nejjednoznačnější – jde spíš o několik vysvětlení a upozornění.

Metodický pokyn neřeší, jaké vyšetření se bude provádět – zda angiografie, CTA nebo mozková perfuzní scintigrafie. Je to „návod“ jak CTA provést a vyhodnotit, pokud se pro tuto metodu pracoviště rozhodne. Neříká ani, v jaké nemocnici se vyšetření má provést.

Malé uklidnění pro ty, kteří se bojí představy, že oni budou těmi, kdo stanoví, že pacient je mrtvý. My radiologové nestanovujeme smrt – pouze provádíme jedno z vyšetření potvrzující nevratnost klinických známek smrti mozku. A nejen na jeho základě potom dva lékaři v předpisech vyjmenovaných odborností podepíší, že: „Na základě uvedených vyšetření byla zjištěna smrt“.

Ještě jednou trochu jinak. Dnes z angiografického pracoviště, v budoucnu i z CT odjíždí stále „živý“ pacient. Za zemřelého je prohlášen až poté a nejen na základě zobrazovacího vyšetření. Je ale třeba počítat s tím, že radiolog, který CTA provedl, musí podepsat ve II. části odst. 3 „Protokolu o zjištění smrti“ formulaci: „Byla zjištěna absence náplně cerebrálních úseků mozkových cév“.

LITERATURA

1. Welschhold S, Boor S, Reuland K, et al. CT angiography as a confirmatory test in brain death. *Acta Neurochir Suppl* 2012; 114: 311–316. doi: 10.1007/978-3-7091-0956-4_60
2. MacDonald D, Stewart-Perrin B, Shankar JJS. The role of neuroimaging in the determination of brain death. *J Neuroimaging* 2018; 28: 374–379. doi: 10.1111/jon.12516
3. Frampas E, Videcoq M, de Kerviler E, et al. CT angiography for brain death diagnosis. *AJNR Am J Neuroradiol* 2009; 30: 1566–1570. doi: 10.3174/ajnr.A1614
4. Welschhold S, Kerz T, Boor S, et al. Detection of intracranial circulatory arrest in brain death using cranial CT-angiography. *Eur J Neurol* 2013; 20: 173–179. doi: 10.1111/j.1468-1331.2012.03826.x
5. Sawicki M, Bohatyrewicz R, Walecka A, et al. CT angiography in the diagnosis of brain death. *Pol J Radiol* 2014; 79: 417–421. doi: 10.12659/PJR.891114
6. Taylor T, Dineen RA, Gardiner DC, et al. Computed tomography (CT) angiography for confirmation of the clinical diagnosis of brain death. *Cochrane Database Syst Rev* 2014; 2014: CD009694. doi: 10.1002/14651858.CD009694.pub2
7. *Deutsches Ärzteblatt* 30. März 2015. doi: 10.3238/arztebl.2015.rl_hirnfunktionsausfall_01
8. Angiografie mozkových tepen pro stanovení smrti mozku – metodický pokyn [cit. 5.11.2020]. Dostupné z: http://www.csir.cz/files/documents/ag_mozkovych_tepen_pro_stanoveni_smrti_mozku.pdf
9. Národní radiologické standardy – výpočetní tomografie. Soubor doporučení a návod pro tvorbu místních radiologických standardů na pracovištích výpočetní tomografie v České republice. *Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky, ročník 2016, částka 2.*