proLékaře.cz | 2.11.2026

Bodnořezná poranění: Postmortem CT angiografie

Petr Handlos[1,2], Matěj Uvíra[1,2,3], Vladimír Vojtek[4], Martina Smutná[4], Jana Mertová[1]

[1] Ústav soudního lékařství FN Ostrava
[2] Ústav soudního lékařství LF Ostravské univerzity
[3] Fingerlandův ústav patologie LF UK Hradec Králové
[4] Ústav radiodiagnostický FN Ostrava

SOUHRN

V článku autoři popisují způsob zavedení postmortem CT angiografie do praxe na Ústavu soudního lékařství Fakultní nemocnice Ostrava v případech bodnořezných poranění končetin. Detailně je popsána nezbytná příprava cévního řečiště před provedením samotné angiografie, způsob aplikace kontrastní látky do cévního řečiště i praktické tipy usnadňující následné provedení konvenční pitvy. Stručně je uveden rovněž souhrn publikovaných prací zabývající se problematikou postmortem CT angiografie, popisující nejen její nesporné výhody, ale také limity a úskalí, která s sebou tato metoda přináší.

Klíčová slova: bodnořezná poranění – forenzní radiologie – postmortální angiografie – pitva – soudní lékařství

Sharp-force injuries: Postmortem CT angiography

SUMMARY

This article describes a method of introducing postmortem CT angiography into daily forensic medicine practice involving cases of limb stab wounds investigated at the Department of Forensic Medicine, University Hospital Ostrava. The essential preparation of the vessels as well as practical tips facilitating the subsequent performance of a classic autopsy are described in detail. Article also includes brief review of published papers dealing with PMCT angiography related issues, advantages which brings CT angiography into forensic routine work, but also its limits and pitfalls.

Keywords: sharp force injuries – forensic radiology – postmortem CT angiography – autopsy – forensic medicine

Soud Lek 2024; 69(3): 34–36

Provádění postmortem CT (PMCT) vyšetření se v posledních letech stalo na většině pracovišť soudního lékařství rutinní záležitostí. Limitací uvedené metody je hodnocení poranění měkko-tkáňových struktur, včetně poranění velkých cévních kmenů. Právě z těchto důvodů se u PMCT začaly po vzoru klinické radiologie používat kontrastní látky (1,2). Tyto byly zprvu do cévního řečiště aplikovány selektivně v místě poranění či cévních anomálií, posléze došlo k rozvoji metod umožňující provedení celotělové angiografie. Pro rutinní využití zobrazovacích technik v soudním lékařství je třeba, aby byly metody standardizované a získané snímky byly správně interpretovány (3). V současné době je pravděpodobně nejpoužívanější technikou tzv. vícefázová postmortální CT-angiografie (MPMCTA) představující standardizovanou metodu pro vyšetřování cév hlavy, hrudníku a břicha (2,4). Pro vyšetřování cévního řečiště horních a dolních končetin nejsou aktuálně vytvořeny žádné standardizované protokoly. Technika MPMCTA umožňuje vyplnění pouze končetinových tepen, zatímco žilní systém končetin zůstává nenaplněn či vyplněn pouze neúplně (5). Na Ústavu soudního lékařství Fakultní nemocnice Ostrava (ÚSL FNO) jsme se vydali cestou rozvoje PMCT angiografie u poranění cévních struktur končetin způsobených ostrými nástroji.

✉ ***Adresa pro korespondenci:***
MUDr. Bc. Jana Mertová
Ústav soudního lékařství FN Ostrava
17. listopadu 1790/5, 708 52 Ostrava-Poruba
Tel.: +420 597 371 713
Fax: +420 597 371 706
E-mail: jana.mertova@fno.cz

Delivered: June 24, 2024
Accepted: July 24, 2024

MATERIÁL A METODY

U osob s bodnořeznými poraněními horních končetin byla provedena preparace cévního řečiště nad místem zranění a do tepenného i žilního řečiště byl zaveden umělohmotný vícecestný katetr. Následně bylo propláchnuto cévní řečiště fyziologickým roztokem a provedeno nativní CT snímkování poraněné končetiny na přístroji Siemens Somatom Force (parametry skenování 120 kV, 400 mAs). Poté byla aplikována do cévního řečiště kontrastní jodová látka Omnipaque 350 (koncentrace 350 mg I/ml). V některých případech byla použita směs jodové kontrastní látky s agarem v poměru 1:15, případně 1:10 podle potřeby odlišení kontrastu tepenného a žilního řečiště. Před samotnou aplikaci kontrastní směsi bylo provedeno zahřátí agaru, což vedlo k jeho zkapalnění. Poté byla směs tekutého agaru a kontrastní látky aplikována do cévního řečiště pomocí injekční stříkačky a vícecestné kanyly. Pro odlišení tepenného a žilního řečiště při následně provedené pitvě byla v některých případech kontrastní směs dobarvena potravinářských barvivem. Po provedení PMCT angiografie byly vytvořeny MPR (multiplanární rekonstrukce) a VRT (volume rendering technique) rekonstrukce pro přehledné zobrazení cévního řečiště a jeho lézí.

VÝSLEDKY

PMCT angiografie byla provedena celkově u 10 osob s bodnořeznými poraněními horních i dolních končetin. U 7 osob došlo

proLékaře.cz | 2.11.2026



Obr. 1. Mnohočetné řezné rány a nářezy kůže v oblasti přední plochy levého zápěstí způsobené plochým bodnořezným nástrojem (**A**). Pitva předloktí s preparací arteria radialis, jejíž lumen je dilatováno, vyplněno agarem; modrá šipka zobrazuje nářez v arteria radialis (**B**). Únik kontrastní látky z poraněné arteria ulnaris (**C**). Červená šipka zobrazuje méně denzní arteria tibialis anterior; modrá šipka zobrazuje únik kontrastní látky z poraněného varixu na bérci (**D**).

k poranění jedné z horních končetin, u 2 osob byly poraněny obě horní končetiny a u 1 osoby byla zraněna dolní končetina. Po fotografickém zadokumentování poranění a zajištění biologického materiálu pro toxikologické vyšetření byla provedena PMCT angiografie a následně pitva včetně preparace cévního systému s komparací jednotlivých nálezů (obr. 1A-D).

DISKUZE

Ve většině případů bodných či řezných poranění nečiní určení příčiny úmrtí významné potíže. Větší výzvou jsou však odpovědi na otázky týkající se poranění konkrétních anatomických struktur, určení průběhu, délky a orientace bodných kanálů apod. Některé z těchto problémů se v minulosti podařilo vyřešit zavedením nativního PMCT vyšetření do praxe, které však pouze v ojedinělých případech umožnilo prokázat poranění velkých cévních struktur včetně srdce, jelikož jeho největší slabinou je omezený kontrast měkkých tkání a nízká schopnost vizualizace cévního systému (2,6).

Teprve až zavedení PMCT angiografie umožnilo významně zlepšit diagnostické možnosti detekce zdrojů krvácení, a to díky doplňkové vizualizaci poraněných cévních struktur (3,5). Na rozdíl od konvenční pitvy je možno detekovat i poranění menších cév, které je makroskopicky diagnostikováno zpravidla pouze dle anatomické znalosti a současné přítomnosti prokrvácení a krevních podlitin v okolí jednotlivých otevřených poranění kožního krytu (3,7). V porovnání s klinickou „antemortem" CT angiografii nastává při PMCT angiografii problém s distribucí kontrastního média v těle, jehož transport je u živých pacientů zajištěn krevním oběhem. Při provádění PMCT angiografie by proto mělo být vždy provedeno alespoň jedno nativní CT vyšetření a tři angiografické fáze, aby se předešlo chybné interpretaci radiologických nálezů (3).

Dle odborné literatury může být PMCT angiografie rovněž použita jako nástroj pro vizualizaci trajektorie střelných i bodných kanálů (2,8,9). Moskała et al. poukazuje na přínos PMCT angiografie jako doplňku ke konvenční pitvě pro získání důležitých dat u poranění ostrým předmětem především v lokalitách těla, které jsou běžnými pitevními technikami jen obtížně dostupné (oblast baze lební, páteře či páteřního kanálu) (10). Jednotliví autoři se však shodují, že v případech bodných a řezných poranění nemůže PMCT angiografie zcela nahradit konvenční pitvu (11).

Ve srovnání s konvenční pitvou či PMCT bez kontrastní látky přináší PMCT angiografie lepší výsledky pro získání zásadních forenzních nálezů (12). Porovnáním výsledků PMCT angiografie a konvenční pitvy byla u PMCT angiografie zaznamenána mnohem vyšší citlivost při identifikaci zdroje krvácení (3). Kombinace konvenční pitvy a PMCT angiografie pak pomáhá odhalit i většinu drobných poranění (12). Srovnáním PMCT angiografie s klinickou „antemortem" CT angiografii bylo prokázáno, že

proLékaře.cz | 2.11.2026

PMCT angiografie je při detekci poškozených cév ještě citlivější než klinická CT angiografie (2). PMCT angiografie má však i své nedostatky, a to zejména v případech vícečetných bodných poranění, kdy se jednotlivé bodné kanály sumují a není tak možné jednoznačně určit trajektorii jednotlivých kanálů (5,13). Další komplikace může vyvstat u stanovení délky bodného kanálu, kdy i přes určení anatomických struktur, které byly poškozeny, nelze vždy s jistotu určit konec bodného kanálu. Bodný kanál často končí v měkkých tkáních a není zcela kontrastně vyplněn, což znemožňuje spolehlivé posouzení jeho délky (11).

Na ÚSL FNO jsme PMCT angiografie začali provádět při poranění cévního řečiště končetin, což je technicky méně náročně a nejsou kladeny velké nároky na množství použité kontrastní látky. Zpočátku provádění tohoto vyšetření jsme se potýkali s problémem, kdy po aplikaci kontrastní látky do cévního řečiště docházelo k jeho kolapsu, což při následně provedené pitvě ztěžovalo a místy až znemožňovalo objektivizaci poranění zejména drobných tepenných i žilních větví. Tento problém jsme vyřešili vytvořením směsi kontrastní látky a agaru, který v cévním řečišti při poklesu pod 40 °C ztuhnul a zabránil kolapsu vyšetřovaných cév. Vzájemný poměr kontrastní látky a agaru pak ovlivňoval i denzitu vyšetřovaných cévních struktur. Pro snadnou orientaci při pitvě jsme v některých případech obarvili agar potravinářským barvivem, čímž jsme dosáhli vizuálního odlišení žilního a tepenného řečiště. Problematické u uvedené metody bylo rychlé tuhnutí agaru v cévním řečišti, což při špatně propláchnutých cévách mělo za výsledek, že se v některých případech kontrastní látka nedostala až do periferních cévních větví. Aplikace agaru proto musí být provedena velmi rychle a ve velkém objemu. Jako nejvýhodnější postup se nám tedy osvědčilo nejprve propláchnout cévní řečiště fyziologickým roztokem, což by mělo zajistit jeho dobrou průchodnost, poté aplikovat samotnou kontrastní látku a CT vyšetřením ověřit, že se kontrast dostal až do periferních větví cévního řečiště a až následně do cévního řečiště aplikovat obarvenou směs agaru a kontrastní látky a opět provést CT vyšetření.

Velkým přínosem PMCT angiografie byla znalost anatomických poměrů, variability cévního řečiště i jednotlivých poranění ještě před provedením samotné pitvy. Tyto znalosti pak umožnily zvolení a přizpůsobení vhodné pitevní techniky u jednotlivých zemřelých. Uvedená metoda rovněž umožňuje přezkoumatelnost jednotlivých nálezů, zvláště pak v případech navazujícího znaleckého zkoumání pro potřeby trestního řízení. Při provádění PMCT angiografie je třeba také pamatovat na to, že před pitvou dochází k aplikaci kontrastní látky do cévního řečiště. Před provedením PMCT angiografie by proto měl být zajištěn materiál pro toxikologické vyšetření. Při hodnocení postmortálního histopatologického vyšetření musí být rovněž brány v úvahu i možné změny způsobené aplikací kontrastní látky (11).

ZÁVĚR

Naše zkušenosti s prováděním PMCT angiografie potvrdily již publikované závěry, a to zejména její schopnost podrobně zobrazit anatomické poměry a jednotlivá poranění cévních struktur. Použití obarvené směsi agaru s kontrastní látkou navíc zvyšovalo přehlednost cév při provedení samotné pitvy. Limitace této metody spatřujeme zejména ve vytíženosti CT přístroje, který je ve FNO rutinně používán pro klinické pacienty a nutnosti financovat tato vyšetření formou grantů, jelikož provedení PMCT angiografie není v současné době hrazeno zdravotními pojišťovnami.

PROHLÁŠENÍ

Autor práce prohlašuje, že v souvislosti s tématem, vznikem a publikací tohoto článku není ve střetu zájmů a vznik ani publikace článku nebyly podpořeny žádnou farmaceutickou firmou. Toto prohlášení se týká i všech spoluautorů.

Podpořeno MZ ČR – RVO (FNOs/2023).

LITERATURA

1. **Grabherr S, Doenz F, Steger B, et al.** Multi-phase post-mortem CT angiography: development of a standardized protocol. *Int J Legal Med* 2011; 125: 791–802.
2. **Grabherr S, Grimm J, Dominguez A, Vanhaebost J, Mangin P.** Advances in post-mortem CT-angiography. *Br J Radiol* 2014; 87: 20130488.
3. **Palmiere C, Binaghi S, Doenz F, et al.** Detection of hemorrhage source: the diagnostic value of post-mortem CT-angiography. *Forensic Sci Int* 2012; 222: 33–39.
4. **Woźniak K, Moskała A, Rzepecka-Woźniak E, Kluza P, Romaszko K, Lopatin O.** Post-mortem imaging in sudden death cases due to arterial or cardiac hemorrhage. *Rechtsmedizin* 2017; 27: 427–432.
5. **Grabherr S, Grimm JM, Heinemann A.** Atlas of postmortem angiography. Springer; 2016.
6. **Saunders SL, Morgan B, Raj V, Rutty GN.** Post-mortem computed tomography angiography: past, present and future. *Forensic Sci Med Pathol* 2011; 7: 271–277
7. **Heinemann A, Vogel H, Heller M, Tzikas A, Püschel K.** Investigation of medical intervention with fatal outcome: the impact of post-mortem CT and CT angiography. *Radiol Med* 2015; 120: 835–845.
8. **Ruder TD, Ross S, Preiss U, Thali MJ.** Minimally invasive post-mortem CT-angiography in a case involving a gunshot wound. *Leg Med* 2010; 12: 154–156.
9. **Vester ME, Nolte KB, Hatch GM, Gerrard CY, Stoel RD, van Rijn RR.** Postmortem computed tomography in firearm homicides: a retrospective case series. *J Forensic Sci* 2020; 65: 1568–1573.
10. **Savall F, Dedouit F, Mokrane FZ, Rougé D, Saint-Martin P, Telmon N.** An unusual homicidal stab wound of the cervical spinal cord: A single case examined by post-mortem computed tomography angiography (PMCTA). *Forensic Sci Int* 2015; 254: e18–e21.
11. **Moskała A, Woźniak K, Kluza P, et al.** Validity of post-mortem computed tomography angiography (PMCTA) in medico-legal diagnostic management of stab and incised wounds. *Arch Med Sadowej Kryminol* 2012; 62: 315–326.
12. **Grabherr S, Heinemann A, Vogel H, et al.** Postmortem CT angiography compared with autopsy: a forensic multicenter study. *Radiology* 2018; 288: 270–276.
13. **Ross SG, Bolliger SA, Ampanozi G, Oesterhelweg L, Thali MJ, Flach PM.** Postmortem CT angiography: capabilities and limitations in traumatic and natural causes of death. *Radiographics* 2014; 34: 830–846.