

**UNIVERZITA KARLOVA**  
**Lékařská fakulta v Hradci Králové**

# **BENEFITY CT VYŠETŘENÍ V SOUDNÍM LÉKAŘSTVÍ**

**Štěpánka Pohlová Kučerová**

**Autoreferát disertační práce**  
**Doktorský studijní program: Patologie**

**Hradec Králové**  
**2020**

Disertační práce byla vypracována v rámci *kombinovaného* studia doktorského studijního programu Patologie na Fingerlandově ústavu patologie Lékařské fakulty v Hradci Králové a Fakultní nemocnice Hradec Králové.

Autor: MUDr. Štěpánka Pohlová Kučerová  
Ústav soudního lékařství  
Lékařská fakulta v Hradci Králové, Univerzita Karlova  
Fakultní nemocnice Hradec Králové

Školitel: prof. MUDr. Petr Hejna, Ph.D., MBA  
Ústav soudního lékařství  
Lékařská fakulta v Hradci Králové, Univerzita Karlova  
Fakultní nemocnice Hradec Králové

Školitel konzultant: ---

Oponenti: doc. MUDr. Miloš Sokol, Ph.D.  
Vojenský ústav soudního lékařství  
Ústřední vojenská nemocnice – Vojenská fakultní nemocnice Praha

doc. MUDr. Lubomír Straka, Ph.D.  
Ústav soudního lékařství a medicínských expertíz  
Jesseniova lékařská fakulta Univerzity Komenského v Martine  
Univerzitní nemocnice Martin

Obhajoba se bude konat před Komisí pro obhajoby OR Patologie dne 1. 2. 2021 na Fingerlandově ústavu patologie Lékařské fakulty v Hradci Králové a Fakultní nemocnice Hradec Králové od 10:00 hodin.

S disertační prací je možno se seznámit na studijním oddělení děkanátu Lékařské fakulty v Hradci Králové, Univerzity Karlovy, Šimkova 870, 500 03 Hradec Králové (tel. 495 816 134).

prof. MUDr. Aleš Ryška, Ph.D.  
Předseda komise pro obhajoby disertačních prací v doktorském studijním programu Patologie  
Garant studijního programu

## OBSAH

OBSAH .....	3
1. SOUHRN .....	4
2. SUMMARY .....	5
3. ÚVOD DO PROBLEMATIKY .....	6
4. CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE .....	8
5. MATERIÁL A METODIKA .....	9
6. VÝSLEDKY .....	11
7. DISKUZE.....	15
8. ZÁVĚR.....	19
9. POUŽITÁ LITERATURA.....	24
10. PŘEHLED PUBLIKAČNÍ ČINNOSTI AUTORKY .....	27

## 1. SOUHRN

### **Benefity CT vyšetření v soudním lékařství**

Radiologické zobrazovací metody představují v soudním lékařství vedle histologického, toxikologického, biochemického, mikrobiologického a serologického vyšetření jednu z komplementárních vyšetřovacích metod ke klasické pitvě. Výchozí, základní a běžně dostupnou radiodiagnostickou zobrazovací metodou v soudnělékařské praxi je RTG snímkování. S rozvojem moderních radiologických zobrazovacích metod (zejména výpočetní tomografie a nukleární magnetické rezonance) došlo k postupné aplikaci těchto moderních metod i do soudního lékařství. Post mortem CT (pmCT) vyšetření představuje dnes v nejvyspělejších státech světa (Švýcarsku, Dánsku, Austrálii, Japonsku, Německu, Itálii, Francii a dalších) již běžnou součástí forenzní diagnostické praxe a od r. 2015 je toto vyšetření dostupné i na dvou soudnělékařských pracovištích v ČR. Cílem disertační práce bylo zhodnotit benefity pmCT vyšetření v běžné soudnělékařské praxi ve třech ucelených souborech osob, které zemřely v důsledku utonutí, bodnořezného poranění nebo střelného poranění, u nichž bylo před klasickou pitvou provedeno pmCT vyšetření, a stanovení základní metodiky pmCT vyšetřování u těchto tří konkrétních diagnostických kategorií.

Na podkladě výsledků disertační studie bylo zjištěno, že pmCT vyšetření u utonutí, resp. u těl vytažených z vody umožňuje zobrazení skupiny typických morfologických diagnostických nálezů charakteristických pro utonutí, a to vodní rozedmu plic, přítomnost tekutiny ve vedlejších nosních dutinách, přítomnost tekutiny v dýchacích cestách, Wydlerovu známku a hemodiluci v levostranných srdečních oddílech.

V případě bodnořezných poranění je za pomoci pmCT možné zobrazit hrubé úrazové změny v oblasti kožního krytu, avšak drobné a povrchové úrazové změny (zejména zkusmé nářezy kůže) jsou ve většině případů pod rozlišovací schopností pmCT vyšetření. U této diagnostické kategorie je pmCT přínosné v diagnostice přítomnosti volné tekutiny v tělních dutinách (zejména v dutině hrudní), přítomnosti vzduchu (plynu) v měkkých tkáních a tělních dutinách, průkazu vzduchové (plynové) embolie, diagnostice poranění kostěných struktur a průkazu přítomnosti cizích těles (zalomených bodnořezných nástrojů) v těle zemřelého.

Z výsledků studie vyplývá, že pmCT vyšetření představuje cennou diagnostickou metodu u střelných poranění, díky níž lze bezpečně hodnotit přítomnost a počet střel v těle, diferencovat vstřel a výstřel, rekonstruovat průběh střelného kanálu a ve většině případů určit příčinu smrti. Omezenou výpovědní hodnotu přináší pmCT vyšetření při určování vzdálenosti střelby, pro které je nezbytné současné zhodnocení vstřelového defektu zevní prohlídkou. Obdobně je snižena diagnostická hodnota pmCT u případů, kde nejsou střelným poraněním zasaženy kostěné struktury. Vzhledem k absolutní indikaci zobrazovacího vyšetření u střelných poranění, lze v případě dostupnosti výpočetního tomografu na soudnělékařském pracovišti považovat pmCT vyšetření za metodu volby.

**Klíčová slova:** pmCT – soudní lékařství – forenzní radiologie – pitva – utonutí – bodnořezné poranění – střelné poranění

## 2. SUMMARY

### **The benefits of the computed tomography in the forensic medicine**

Radiological imaging methods represent one of the complementary examination methods supplementing conventional autopsy in addition to histological, toxicological, biochemical, microbiological, and serological examination in forensic medicine. The basic and commonly available radiological imaging method in forensic practice is X-ray imaging. With the development of modern radiological imaging methods (especially computed tomography and nuclear magnetic resonance), these modern methods have been gradually applied to the field of forensic medicine. The rapid development of radiological imaging methods in recent years (especially computed tomography and nuclear magnetic resonance) has caused the gradual application of these modern methods in the field of forensic medicine. Post mortem CT (pmCT) examination is now a common part of forensic medicine in the most developed world countries (Switzerland, Denmark, Australia, Japan, Germany, Italy, France and others) and since 2015 this examination has been available at two departments of forensic medicine in the Czech Republic. The primary aim of the study was to evaluate the benefits of pmCT examination in routine forensic practice in three comprehensive groups of individuals who died as a result of drowning, stab wound or gunshot injury, who underwent pmCT examination before a classic autopsy. Another goal was to determine the basic methodology of pmCT examination in these three specific diagnostic categories.

The results of the study showed that pmCT examination allows the display of a set of typical morphological diagnostic findings characteristic for drowning, namely water emphysema, the presence of fluid in the paranasal sinuses, the presence of fluid in the airways, Wydler's mark and hemodilution in the left heart compartments.

PmCT examination can show gross skin injuries in cases of stab wounds. Minor and superficial traumatic changes (especially hesitation marks) are in most cases below the resolution of pmCT. On the other hand, pmCT is useful in the detection of fluid in body cavities (especially in the thoracic cavity), the presence of air (gas) in soft tissues and body cavities, the diagnosis of air (gas) embolism, the recognition of bone injuries and imaging foreign bodies (broken sharp weapons) in the body of the deceased.

Based on the results of the study, it was found that pmCT examination is a valuable diagnostic method for gunshot injuries. PmCT allows to assess the presence and number of bullets in the body, differentiate the entry wound and the exit wound, reconstruct the bullet path, and in most cases determine the cause of death. PmCT examination provided a limited information in determining the range of firing (contact – intermediate – distant), and in cases where bone structures are not affected. Due to the absolute indication of imaging examination in cases of gunshot injuries, pmCT examination can be considered as the method of choice.

**Key words:** post mortem computed tomography – forensic medicine – forensic radiology – autopsy – drowning – stab wound – gunshot wound

### 3. ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Základní náplní oboru soudní lékařství je provádění zdravotních a soudních pitev s cílem stanovit příčinu smrti, detekovat možnou spoluúčast cizí osoby na smrti dotčené osoby a v případě úrazové smrti též ozřejmit mechanismus úrazového děje. Nejdůležitějším diagnostickým nástrojem soudních lékařů je především pitva, tj. zevní a vnitřní prohlídka těla zemřelého. Pitvu lze definovat jako odborný diagnostický medicínský výkon prováděný po smrti člověka, jehož účel a podmínky provádění se řídí obecně závaznými právními předpisy (Vojtíšek et al. 2016).

Tradiční „krvavá“ pitva je charakteristická eviscerací vnitřních orgánů ve čtyřech orgánových celcích (tzv. eviscerace dle Ghon a Zenkera) a jejich následnou detailní preparací (Hauser 1913). Tato hlavní vyšetřovací metoda však byla v průběhu vývoje oboru a medicíny doplněna o celé spektrum komplementárních veskrze laboratorních vyšetření, která napomáhají ke stanovení správné diagnózy (tj. určení příčiny smrti), k vyloučení úrazových změn, případně k objasnění mechanismu úrazu. Tato vyšetření doplňují morfologické makroskopické nálezy o mikroskopický pohled a ozřejmují nálezy pitvou obtížně zachytitelné či nediodagnostikovatelné. Mezi tato vyšetření patří histologické vyšetření orgánů a tkání, chemicko-toxikologický, biochemický a serologický rozbor tělních tekutin, mikrobiologická analýza orgánů, tkání či tekutin a genetická analýza. Od konce 19. století patří mezi nedílné součásti lékařské diagnostiky též zobrazovací vyšetření. Výchozí radiodiagnostickou zobrazovací metodou je rentgenové snímkování, které patřilo po dlouhá léta prakticky mezi jedinou zobrazovací metodu používanou v soudním lékařství (Eckert & Garland 1984, Kučerová et al. 2014). Rozvoj radiodiagnostických metod v druhé polovině 20. století, a jejich elementární diagnostické postavení v moderní medicíně, mělo za následek postupný, a zprvu poněkud opatrný, průnik i do soudního lékařství. Vzhledem k tomu, že metodologie pitvy nepodstoupila od 19. století prakticky žádnou transformaci, mají post mortem CT vyšetření a MRI potenciál stát se v současné době, a především v budoucnosti, podstatným, ne-li snad hlavním, diagnostickým prostředkem v soudním lékařství (Persson et al. 2008).

Použití výpočetní tomografie pro potřeby soudního lékařství bylo poprvé zaznamenáno v roce 1983 (Schumacher et al. 1983) a od roku 1990 je do post mortem zobrazování implementována také magnetická rezonance (Ross et al. 1990). Jejich aplikace na mrtvé tělo se označuje jako tzv. virtuální pitva (Thali et al. 2007). Duchovním otcem virtuální pitvy je rakouský soudní lékař a tehdejší přednosta soudnělékařského pracoviště v Bernu prof. Dr. Richard Dirnhof, který nechal v roce 1998 zaregistrovat ochranné označení VIRTOPSY – [www.virtopsy.com](http://www.virtopsy.com) (Dirnhof 2009).

Postupem času bylo především na výzkumném poli aplikováno k zobrazování forenzně významných nálezů celé spektrum dalších zobrazovacích metod (Frišhons et al. 2017). Mezi takové metody se řadí např. post mortem sonografie (Mimasaka et al. 2012), post mortem endoskopie (Avrahami et al. 1995, Denzer et al. 2013, Kučerová et al. 2016a), fotogrammetrie (Urbanová et al. 2015) či použití dronu k prohlídce těla v místě jeho nálezů (Urbanová et al. 2017).

První korelační studie post mortem CT nálezů s morfologickým pitevním nálezem byla provedena v Německu v roce 1983 u střelného poranění (Schumacher et al. 1983). Krátce poté následovaly další studie zaměřené na ranivou balistiku u střelných poranění hlavy (Schumacher

et al. 1985). Od roku 1998 se v rámci švýcarského projektu Virtopsy začala post mortem výpočetní tomografie diagnosticky prosazovat v širším měřítku (Thali et al. 2007). Post mortem CT (pmCT) vyšetření představuje v současné době v nejvyspělejších evropských státech (Švýcarsko, Německo, Rakousko, Dánsko, Francie, aj.) již běžnou součástí forenzní diagnostické praxe. V některých společnostech se silným multikulturním prostředím a multináboženským obyvatelstvem tvoří pmCT vyšetření dokonce alternativu ke standardní pitvě, především díky neinvazivnímu a nemutilujícímu zobrazení struktur a tkání bez nutnosti zásahu do integrity těla (Kučerová et al. 2014, Kružić et al. 2018).

V České republice je post mortem zobrazování pomocí výpočetní tomografie doposud výjimečné a použití této metody se spíše než do běžné diagnostické praxe řadí k vědecko-výzkumným technikám. „Zlatým standardem“ v post mortem zobrazování v soudním lékařství v ČR je rentgenové (RTG) vyšetření.

Výpočetní tomografie byla pro potřeby soudního lékařství v České republice poprvé využita v roce 1993 soudními lékaři MUDr. Radovanem Havlem a MUDr. Josefem Pleskotem z Ústavu soudního lékařství v Hradci Králové. Pracoviště tehdy vlastním CT přístrojem nedisponovalo a za účelem revize střelného poranění trupu u termicky poškozeného těla byl využit CT přístroj Radiologické kliniky Fakultní nemocnice Hradec Králové určený pro skenování živých pacientů (Hejna et al. 2015).

V současné době (podzim 2020) jsou na soudnělékařských pracovištích v České republice umístěny dva CT přístroje. První CT přístroj je k dispozici v Ústavu soudního lékařství Lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Hradci Králové a je v provozu od května 2015. Druhý CT přístroj typu Siemens Somatom Sensation 64 je od listopadu 2015 umístěn v nové budově Vojenského ústavu soudního lékařství Ústřední vojenské nemocnice – Vojenské fakultní nemocnice v Praze. Zbýlých 11 soudnělékařských pracovišť v ČR vlastním CT přístrojem nedisponuje, avšak ve zvlášť závažných případech je na některých z nich možné provést post mortem CT vyšetření za využití klinického CT přístroje (např. ÚSL v Plzni, ÚSL v Olomouci, aj.).

Ústav soudního lékařství v Hradci Králové disponuje vlastním CT přístrojem od května 2015, kdy byl na pracoviště umístěn vyřazený funkční CT přístroj Radiologické kliniky umístěný a sloužící do té doby na Neurochirurgické klinice. Přístroj je umístěn v samostatném skenovacím sále v přímé návaznosti na pitevni sály pracoviště. Jedná se o typ Siemens Somatom Emotion 6 s přesností snímání 6 x 0,5 mm a rotačním časem až 0,6 sekundy; celotělový protokol činí 1536 mm, výkon generátoru je 40 kW. Přístroj obsluhuje rentgenový laborant. Spektrum vyšetřovaných případů je na Ústavu soudního lékařství v Hradci Králové stanoveno vnitřními indikačními kritérii, mezi která jsou zařazena následující typy úmrtí: střelná poranění, bodnořezná poranění, dopravní úrazy, pády z výše, pracovní úrazy, poranění výbuchem, těla neznámé totožnosti, uhoření, strangulace, těla vytažená z vody, případy úmrtí dětí a mladistvých do 18 let věku, podezření na týrání, podezření na vzduchovou embolii, úmrtí v souvislosti s potápěním aj.

Indikace případu k CT vyšetření není v soudnělékařské praxi (podobně jako indikace RTG vyšetření) doposud vymezena žádnými obecně závaznými doporučeními (guidelines). Vyšetření se na ÚSL LF UK a FN Hradec Králové provádí rutinně u soudních pitev, v ostatních případech, tj. u zdravotních pitev, dle výše stanovených indikačních kritérií, případně dle indikace pitvářícího lékaře.

Pro indikaci pmCT vyšetření je nezbytná kategorizace typu úmrtí, tj. zařazení případu do výše vypsanych diagnostických kategorií. Toto zařazení vyplývá ze zprávy prohlížejího lékaře a z informací z místa úmrtí či nálezu těla poskytnutých Policií ČR. Výše zmíněné diagnostické kategorie jsou tudíž před vlastním CT vyšetřením, a zejména pak před provedením pitvy (a případně i před provedením doplňkových laboratorních vyšetření), pouze domnělé a nemusí se shodovat s konečnou diagnózou, resp. příčinou smrti. Teprve provedené pmCT vyšetření, pitva a případná doplňková laboratorní vyšetření určí definitivní diagnózu. Potřeba pmCT vyšetření tak může být před pitvou neurčitá a jeho indikace plně závisí na posouzení všech okolností případu a indikační rozvaze lékaře.

V té souvislosti je zcela zásadní, že pmCT vyšetření nelze „dodělat“ po pitvě, resp. jeho výpovědní hodnota po pitvě je minimální až nulová. V některých případech lze indikovat CT vyšetření v průběhu pitvy, např. po provedení zevní prohlídky těla, během které jsou zjištěny úrazové změny (např. krepitace skeletu obličeje), které ještě před otevřením a eviscerací těla signalizují potřebu provedení CT vyšetření. Následná pitva tak může být cílená na výpočetní tomografii detailně ozřejměná poranění vč. jejich topografických souvislostí. CT vyšetření lze tak hodnotit jako úkon unikátní, přičemž časový prostor pro jeho provedení je poměrně úzký, závislý na rozvaze lékaře, který je k jeho indikaci kompetentní.

Vzhledem k širokým indikačním kritériím, která jsou na ÚSL HK určena vlastními vnitřními standardy pracoviště, je pmCT vyšetření na ÚSL HK prováděno poměrně extenzivně. Podstatou předkládané disertační práce nebylo zhodnotit všechna pmCT vyšetření, která byla na Ústavu soudního lékařství od instalace CT přístroje až doposud provedena, jejichž komplexní detailní analýza by zdaleka přesahovala požadovaný rozsah disertační práce, ale zaměřit se na tři vybrané diagnostické kategorie a na základě jejich studie vymezit a objektivizovat využitelnost výpočetní tomografie na soudnělékařském pracovišti.

#### 4. CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

Cílem disertační práce bylo u tří vybraných diagnostických kategorií – utonutí, bodnořezných poranění a střelných poranění – provést analýzu pmCT obrazů se zaměřením na typické morfologické nálezy hodnocené při klasické pitvě a popisované v odborné literatuře jako diagnostické známky charakteristické pro daný typ úmrtí.

Hlavní cíle lze definovat takto:

1. Sestavit tři časově i místně konsekutivní retrospektivní studijní soubory osob, které zemřely v důsledku utonutí, bodnořezného poranění nebo střelného poranění (v časovém rozmezí let 2015–2020), u nichž bylo před pitvou provedeno pmCT vyšetření v Ústavu soudního lékařství LF UK a FN Hradec Králové.
2. Pro každou ze tří vybraných diagnostických kategorií sestavit soubor diagnostických známek, provést komplexní diagnostické zhodnocení těchto známek na pmCT zobrazení a v případech, kdy je to možné i jejich komparaci s nálezy popsány v pitevních protokolech (charakter a povaha výzkumu byla zaměřena na komparaci pitevních nálezů s radiologickými nálezy, nikoliv na srovnávání pmCT nálezů u různých typů úmrtí mezi sebou a validování objektivity a relevance hodnocené



známky ve vztahu k příčině smrti). Konkrétní hodnocené morfologické známky se v jednotlivých kategoriích podstatně odlišovaly, a proto je jejich bližší výčet s definovanými cíli popsán v jednotlivých kapitolách.

3. Zhodnotit diagnostický přínos a význam pmCT vyšetření u tří výše definovaných kategorií násilných úmrtí (utonutí, bodnořezná poranění a střelná poranění), vč. stanovení konkrétních diagnostických známek přínosných pro forenzní radiologickou diagnostiku.
4. Navrhnout optimální vyšetřovací techniku pmCT u třech výše definovaných diagnostických kategorií, jak pro potřeby dalšího výzkumu, tak i pro rutinní soudnělékařskou diagnostickou praxi.

## 5. MATERIÁL A METODIKA

Předmětem studia pro potřeby dizertační práce byly výstupy z provedeného pmCT vyšetření u zemřelých pitvaných na ÚSL HK od května 2015 do cca poloviny roku 2020 v rámci zdravotní či soudní pitvy. Vzhledem k heterogenitě případů vyplývající z širokých indikačních kritérií pracoviště byly na základě společenské závažnosti, forenzního významu a vysoké frekvence případů pro potřeby této dizertační práce vybrány 3 diagnostické kategorie, které byly blíže zkoumány, a to: **utonutí, bodnořezná poranění a střelná poranění.**

Vlastní technickou realizaci pmCT vyšetření prováděl RTG laborant, který zároveň následně dle požadavků pitvajícího lékaře provedl všechny požadované rekonstrukce. Všechna pmCT vyšetření byla realizována před pitvou. Těla byla skenována v poloze na zádech, v oděvu, ve kterém byla přivezena k pitvě, zabalena do igelitového vaku. Nálezy byly ihned po provedeném pmCT vyšetření (tj. před pitvou) demonstrovány radiologickým asistentem pitvajícímu lékaři. Detailní popis pmCT nálezů do pitevního protokolu provedl pitvající lékař až po skončení pitvy. Základní řezy i vytvořené rekonstrukce byly deponovány na CD nosiči, případně byly k dispozici v nemocničním systému JIVEX. Analýzu jednotlivých případů zařazených do studie v rámci dizertační práce prováděla řešitelka dizertační práce samostatně. Složitě či diagnosticky nejasné případy a nálezy byly konzultovány se školitelem, ev. konzultovány s radiologem. Výsledky byly zaznamenávány do tabulky v Microsoft Excel a dále statisticky zpracovávány.

### 5.1 Utonutí

Do studie bylo zařazeno celkem 27 případů těl vytažených z vody, ve všech případech se jednalo o utonutí ve sladké vodě. U těl bylo provedeno skenování hlavy, trupu a horní části dolních končetin. Těla poté již nebyla otáčena o 180° a nebylo prováděno skenování zbývajících částí dolních končetin. Na pmCT byly hodnoceny následující nálezy:

- vodní rozedma plic (hodnocena na základě následujících radiologických nálezů: 1. ložiska vzhledu mléčného skla v plicní tkáni (tzv. *ground glass patterns* či *ground glass opacities*); 2. přítomnosti tekutiny v pohrudničních dutinách; 3. výšky postavení bránice vzhledem k mezižebním prostorám (známka balónovitého rozepjetí plic); 4. kompletního překrytí perikardu plicními křídly),
- přítomnost tekutiny ve vedlejších nosních dutinách (Svěšnikova známka),

- přítomnost pěny u úst (tzv. pěnový hřib),
- přítomnost tekutiny v dýchacích cestách (dutině ústní, nosní, hrtanu, průdušnici a průduškách),
- Wydlerova známka,
- Sabinského příznak,
- Uenova známka,
- hemodiluce v levostranných srdečních oddílech,
- přítomnost exogenního materiálu (rozsivek) ve vnitřních orgánech či kostní dřeni,
- descendentní typ hniloby,
- otok mozku,
- prosáknutí stěny žlučníku,
- náplň dvanáctníku, ostatních částí tenkého střeva, tlustého střeva a konečníku,
- náplň močového měchýře.

## 5.2 Bodnořezná poranění

Do studie bylo zařazeno celkem 13 případů těl zemřelých osob s bodnořezným poraněním. Na pmCT byly hodnoceny následující morfologické nálezy:

- morfologická charakteristika vzhledu defektu (defektů) kůže,
- morfologická charakteristika známek obrany,
- bodný kanál,
- morfologické nálezy dle nichž je určena příčina smrti (zakrvácení velkých tělních dutin, průnik vzduchu do dutin, vzduchová embolie a aspirace krve),
- vitální známky – hodnoceno zakrvácení dutin, aspirace krve a vzduchová embolie (viz výše), nehodnoceno krevní výrony v měkkých tkáních v okolí poranění, jejichž zobrazení je na nativním CT nejednoznačné,
- poranění kostěných struktur,
- přítomnost části zraňujícího předmětu.

## 5.3 Střelná poranění

Do studie bylo zařazeno celkem 28 případů těl zemřelých osob se střelným poraněním. Na pmCT byly hodnoceny následující morfologické nálezy:

- typ střelného poranění (zástřel, průstřel),
- morfologická charakteristika vzhledu defektu (defektů) kůže (minus efekt, cípaté roztržení, kouřová dutina, everze okrajů, příp. další významné nálezy na kůži),
- morfologická charakteristika vzhledu defektu (defektů) na kosti v případě poranění kostěných struktur (beveling, průměr defektu v kosti, everze kostních úlomků),
- pozitivita zobrazení střelného kanálu vč. určení směru (hodnocena přítomnost kostěných sekundárních projektilů, fragmentů střely, příp. bublin plynu),
- přítomnost střely (střel) či jejích fragmentů v těle, vč. měření její (jejich) denzity,
- nálezy související s příčinou smrti (zakrvácení dutin, průnik vzduchu do dutin, přítomnost vzduchové embolie, průstřel a poranění životně důležitých orgánů).

## 6. VÝSLEDKY

### 6.1 Utonutí

Do studie bylo zařazeno celkem 27 případů těl vytažených z vody, 11 žen a 26 mužů. Věkový průměr zemřelých byl 48,1 let, nejmladšímu bylo 12 let, nejstaršímu 79 let.

Ve 22 případech (81,5 %) bylo pitvou stanovena bezprostřední příčina smrti utonutí (vlhká forma). Ve 3 případech (11,1 %) se jednalo o stav po tonutí s krátkodobým přežíváním ve zdravotnickém zařízení a jako příčina smrti byl stanoven otok mozku. V jednom případě (3,7 %) bylo bezprostřední příčinou smrti stanoveno zhmoždění mozku, jednalo se o pád motocyklisty do potoka. Ve zbývajícím jednom případě (3,7 %) nebyla bezprostřední příčina smrti určena pro pokročilé hnilobné změny. Ve 3 případech (11,1 %) byl případ ze strany PČR vyšetřován jako sebevražda, v 19 případech (70,4 %) jako nehoda a ve zbývajících 5 případech (18,5 %) nebylo o povaze skutku rozhodnuto.

Ve 23 případech (85,2 %) se jednalo o nález těla v exteriéru v přírodní sladké vodě (rybník, jezero, řeka, potok), v jednom případě (3,7 %) v exteriéru v menší betonové jínce a ve zbývajících 3 případech (11,1 %) se jednalo o utonutí v interiéru doma ve vaně.

Ve 4 případech (14,8 %) byla těla přivezena již v pokročilém stupni hnilobného rozkladu, ve zbývajících 23 případech (85,2 %) se jednalo o těla bez rozvinutých pozdních posmrtných změn.

Výsledky morfologických známek utonutí hodnocených na pmCT a při pitvě shrnuje tab. 1.

### 6.2 Bodnořezná poranění

Do studie bylo zařazeno celkem 13 případů těl s bodnořezným poraněním, 5 žen a 8 mužů. Věkový průměr zemřelých byl 48,0 let, nejmladšímu jedinci byly 2 roky, nejstaršímu jedinci 90 let.

V 8 případech (61,5 %) byla pitvou stanovena bezprostřední příčina smrti zevní vykrvácení, ve 2 případech (15,4 %) kombinace zevního a vnitřního vykrvácení, ve 2 případech (15,4 %) kombinace zevního vykrvácení a bodného poranění mozku a v 1 případě (7,7 %) žilní vzduchová embolie. V 5 případech (38,5 %) byl případ ze strany PČR vyšetřován jako vražda, v 7 případech (53,8 %) jako sebevražda a v 1 případě (7,7 %) jako nehoda (jednalo se o pád do skleněné výplně dveří).

V 11 případech byl řezným, resp. bodnořezným nástrojem nůž (84,6 %), v jednom případě motorová pila (7,7 %) a v jednom případě skleněné střepy (7,7 %).

Pouze v jednom případě bylo tělo přivezeno k pitvě již s makroskopicky patrnými rozvíjejícími se známkami hnilobného rozkladu, které se na pmCT snímcích projeví přítomností vzduchu v páteřním kanále, mozku a játrech. Ve zbývajících 12 případech se jednalo o těla bez makroskopicky patrných hnilobných změn. V 6 z těchto 12 případů byl na pmCT snímcích zjištěna ojedinělá ložiska bublinek hnilobného plynu v jaterních cévách.

Výsledky morfologických známek hodnocených na pmCT a při pitvě u bodnořezných poranění shrnuje tab. 2.

<b>MORFOLOGICKÁ ZNÁMKA UTONUTÍ</b>	<b>POZITIVNÍ – pmCT (počet případů)</b>	<b>NEGATIVNÍ – pmCT (počet případů)</b>	<b>NELZE HODNOTIT – pmCT (počet případů)</b>	<b>POZITIVNÍ – PITVA (počet případů)</b>
<b>obraz mléčného skla</b>	19	0	8	23 (vodní rozedma plic)
<b>přítomnost tekutiny v pohrudničních dutinách</b>	14	9	4	
<b>nízké postavení bránice</b>	22	2	3	
<b>kompletní překrytí perikardu plicními křídly</b>	20	5	2	
<b>přítomnost tekutiny ve vedlejších nosních dutinách (Svěšnickova známka)</b>	26	0	1	23
<b>přítomnost pěny u úst (tzv. pěnový hřib)</b>	0	27	0	1
<b>přítomnost tekutiny v dutině nosní</b>	18	8	1	1
<b>přítomnost tekutiny v dutině ústní</b>	2	23	2	14
<b>přítomnost tekutiny v dýchacích cestách</b>	14	10	3	16
<b>Wydlerova známka</b>	20	1	6	3
<b>Sabinského příznak</b>	nelze	nelze	nelze	11
<b>Uenova známka</b>	5 (+6)	14	2	11
<b>hemodiluce v levostranných srdečních oddílech</b>	12	8	7	16 (laboratorně)
<b>přítomnost exogenního materiálu (rozsivek) ve vnitřních orgánech či kostní dřeni</b>	0	27	0	0
<b>descendentní typ hniloby</b>	0	4	23	1
<b>otok mozku</b>	15	4	8	24
<b>prosáknutí stěny žlučníku</b>	0	0	27	1
<b>náplň tenkého střeva, tlustého střeva a konečníku</b>	2	19	6	-
<b>náplň močového měchýře</b>	17	4	6	-

**Tab. 1.** Morfologické známky utonutí hodnocené na pmCT (počet pozitivních, negativních a nehodnotitelných případů) v porovnání s počtem pozitivních případů při klasické pitvě.

<b>MORFOLOGICKÉ NÁLEZY U BODNOŘEZNÝCH PORANĚNÍ</b>	<b>POZITIVNÍ – pmCT (počet případů)</b>	<b>NEGATIVNÍ – pmCT (počet případů)</b>	<b>POZITIVNÍ NÁLEZ PŘI PITVĚ (počet případů)</b>
<b>morfoloická charakteristika vzhledu defektu (defektů) kůže</b>	4 (rozpoznána všechna bodnořezná poranění)	9 (nekompletní zobrazení všech bodnořezných poranění)	13 (popsáno celkem 189 bodnořezných poranění)
<b>obranná poranění</b>	1	12	3
<b>bodný kanál</b>	12	1	13
<b>zakrvácení dutin</b>	3	10	4
<b>průnik vzduchu do dutin</b>	12	1	2
<b>vzduchová embolie</b>	8	5	4
<b>aspirace krve</b>	5	8	9
<b>poranění kostěných struktur</b>	4	9	4
<b>přítomnost části zraňujícího předmětu</b>	0	14	0

**Tab. 2** Výsledky morfoloických nálezů charakteristických pro bodnořezná poranění na pmCT a při pitvě.

### 6.3 Střelná poranění

Do studie bylo zařazeno celkem 28 případů těl zemřelých osob se střelným poraněním, 27 mužů a 1 žena. Věkový průměr zemřelých byl 60,3 let, nejmladšímu bylo 18 let, nejstaršímu 86 let. Ve všech 28 případech souvisela bezprostřední příčina smrti se střelným poraněním.

Ve 26 případech (92,9 %) se jednalo izolované střelné poranění, ve 2 případech (7,1 %) se jednalo o vícenásobné střelné poranění. V obou případech vícenásobných střelných poranění šlo o trojnásobné střelné poranění. V prvním případě došlo ke střelnému poranění břicha, pravé horní a pravé dolní končetiny; ve druhém případě k dvojnásobnému střelnému poranění hrudníku a střelnému poranění hlavy.

Vyjma jednoho poranění hromadnou střelou (sebevražda brokovnicí) se ve všech ostatních případech jednalo o poranění jednotnou střelou.

Ve 24 případech (85,7 %) byl případ Policií ČR klasifikován jako sebevražda, ve 4 případech jako vražda (14,3 %).

Ve 21 případech (75,0 %) nebyly při pitvě ani na pmCT vyšetření shledány známky hniloby, v 6 případech (21,4 %) byly mírné známky hniloby (charakteru přítomnosti plynu v jaterních žilách) zjištěny na pmCT, zatímco při pitvě se tělo jevílo zcela bez hnilobných změn a ve zbývajícím jednom případě (3,6 %) bylo tělo již v pokročilém stupni hnilobného rozkladu. Výsledky hodnocených morfoloických nálezů na pmCT demonstruje tab. 3. Určení směru

a vzdálenosti střelby na základě vyhodnocení pmCT snímků v porovnání s pitvou ukazuje tab. 4.

<b>MORFOLOGICKÉ NÁLEZY U STŘELNÝCH PORANĚNÍ NA pmCT</b>		<b>POZITIVNÍ (počet případů)</b>	<b>NEGATIVNÍ (počet případů)</b>	<b>NELZE HODNOTIT (počet případů)</b>
<b>VSTŘEL</b>	minus efekt	20	12	0
	cípaté roztržení	19	13	0
	další validní nálezy na kůži	14	18	0
	kouřová dutina	18	12	2
	Beveling	18	7	7
<b>STŘELNÝ KANÁL</b>		24	8	0
<b>VÝSTŘEL</b>	absence minus efektu	12	4	16
	cípaté roztržení	7	9	16
	everze okrajů	20	5	7
	absence kouřové dutiny	8	8	16
	Beveling	21	4	7
<b>STŘELA</b>		17 (zástřel)	0	15 (průstřel)

**Tab. 3** Výsledky morfologických nálezů charakteristických pro střelné poranění na pmCT.

	<b>LZE URČIT DLE pmCT (počet případů)</b>	<b>NELZE URČIT DLE pmCT (počet případů)</b>	<b>LZE URČIT PŘI PITVĚ</b>
<b>SMĚR STŘELBY</b>	31	1	32
<b>VZDÁLENOST STŘELBY</b>	18	14	31

**Tab. 4.** Určení vzdálenosti a směru a vzdálenosti střelby na základě pmCT nálezu a při pitvě.

## 7. DISKUZE

### 7.1 Utonutí

Napříč recentně publikovanou literaturou je doporučováno u případů utonutí na pmCT hodnotit následující souhrn nálezů, které ve svém komplexu poskytují poměrně vysokou diagnostickou spolehlivost při stanovování diagnózy utonutí jako bezprostřední příčiny smrti u těl vytažených z vody (Kim et al. 2000, Levy et al. 2007, Christe et al. 2008, Christe et al. 2010, Kawasumi et al. 2012, Filograna et al. 2015, Van Hoyweghen et al. 2015, Vander Plaetsen et al. 2015, Gotsmy et al. 2019): přítomnost tekutiny ve vedlejších nosních dutinách, přítomnost tekutiny v dýchacích cestách, Wydlerovu známku a *ground glass patterns*.

Je třeba však upozornit, že některé výše uvedené nálezy mohou být nespecifické (především Wydlerova známka a *ground glass patterns*) a některé nemusí být vždy vitální – mohou být důsledkem imerze, tj. ponoření těla do tekutiny (především přítomnost tekutiny ve vedlejších nosních dutinách a v dýchacích cestách).

Provedenou analýzou pmCT nálezů u utonulých bylo zjištěno, že počítačová tomografie představuje užitečný diagnostický nástroj k průkazu tekutinových kolekcí. PmCT zobrazení obliterace jinak vzdušného průsvitu či dutiny je diagnosticky nesporná, navíc je pořízena před pitvou, tedy předtím, než je s tělem výrazněji mechanicky manipulováno. Kvalita zobrazení, společně s vysokou senzitivitou, je u průkazu tekutiny ve vedlejších nosních dutinách a v dýchacích cestách nejvyšší ze všech radiologicky hodnocených známek utonutí. Specifičnost průkazu volné tekutiny je však nižší, ovlivněná možnou přítomností hnilobné tekutiny, krve, edémové tekutiny, zánětlivé tekutiny, žaludečního obsahu aj.

Obdobně přináší velmi dobré výsledky zobrazení dalších tekutinových kolekcí v orgánech a tělních dutinách, např. přítomnost tekutiny v dýchacích cestách nebo v dutině hrudní (Levy et al. 2007). Velmi dobře lze za pomoci pmCT zobrazení ozřejmit sedimentaci obsahu žaludku v několik vrstev, typicky ve tři vrstvy (Wydlerova známka), bez nutnosti jímání žaludečního obsahu do nádoby v průběhu pitvy s nutností vyčkání jeho sedimentace (Levy et al. 2007, Christe et al. 2008, Christe et al. 2010, Van Hoyweghen et al. 2015, Gotsmy et al. 2019).

Morfologický obraz vodní rozedmy plic je na pmCT charakterizován mozaikovitě rozptýlenými ložisky konsolidace plicní tkáně, které jsou označovány jako ložiska vzhledu mléčného skla, tzv. *ground glass opacities* či *ground glass patterns* (Kim et al. 2000, Levy et al. 2007, Christe et al. 2008, Filograna et al. 2015, Vander Plaetsen et al. 2015, Van Hoyweghen et al. 2015). Provedenou analýzou případů utonutí bylo zjištěno, že mozaikovitě rozptýlená ložiska konsolidace plicní tkáně jsou poměrně subjektivně hodnotitelný nález, který lze snadno zaměnit za konsolidaci plicní tkáně z jiných, především patologických, příčin. Měření denzity konsolidovaných a vzdušných oblastí v plicích ukázalo signifikantně rozdílné hodnoty, které vypovídají o rozdílné vzdušnosti hodnocených oblastí, ovšem bez možnosti bližšího ozřejmění příčiny konsolidace plicní tkáně. Pro radiologický průkaz vodní rozedmy plic lze proto na základě našich zkušeností s odečítáním této známky na pmCT snímcích doporučit mimo nález tzv. *ground glass patterns* revidovat další tři známky, a to míru překrytí perikardu plicními křídly, výšku postavení bránice a přítomnost tekutiny v pohrudničních dutinách. Pozitivita minimálně tří známek je na základě naší studie diagnostická pro vodní rozedmu plic (u těl vytažených z vody).

Specifickou známkou utonutí je hemodiluce v levostranných srdečních oddílech. V této studii byla předpokládána spojitost mezi levostrannou hemodilucí a nižší densitou obsahu v levostranných srdečních oddílech oproti oddílům pravostranným. Ve studovaném souboru byla zjištěna průměrná denzita jak v aortě, tak v levé síni nižší, než ve kmeni plicnice, resp. pravé síni. Význam této radiologické známky však vzhledem k nízkému počtu zkoumaných případů bude třeba v budoucnu ověřit studií na větším souboru utonulých, a to vč. zahrnutí souboru pro negativní kontrolu. Pro průkaz hemodiluce doporučujeme nyní komparaci a usouvztažnění této radiologické známky s pitevním nálezem hemolytické imbibice kořene aorty a výsledkem laboratorního testu na utonutí (Gettlerova testu). Z dalších typických známek popisovaných při pitvě u případů utonutí, které byly revidovány na pmCT snímcích nebyly odpovídající nálezy nalezeny u těchto konkrétních známek: pěnový hřib u úst, Sabinského příznak, přítomnost rozsivek v kostní dřeni a vnitřních orgánech, prosáknutí stěny žlučníku a descendentní typ hniloby. Částečný překryv nálezů na pmCT a při pitvě byl shledán v případě hodnocení tzv. Uenovy známky. U některých známek bylo hodnocení omezeno nedostatečně velkým souborem případů (např. descendentní typ hniloby), u jiných nedostatečnou citlivostí metody (např. přítomnost rozsivek v kostní dřeni a vnitřních orgánech či prosáknutí stěny žlučníku).

Komplexní analýzu pmCT obrazů u skupiny těl vytažených z vody, u kterých bylo následně provedenou pitvou stanoveno utonutí jako bezprostřední příčina smrti, bylo zjištěno, že pouze některé z typických známek utonutí lze na výstupech z pmCT validně revidovat. Mezi diagnostické známky, které lze ekvivalentně nalézt a hodnotit na pmCT zobrazení patří: **vodní rozedma plic, přítomnost tekutiny ve vedlejších nosních dutinách (Svěšnikova známka), přítomnost tekutiny v dýchacích cestách (dutině ústní, nosní, hrtanu, průdušnici a průduškách), Wydlerova známka a hemodiluce v levostranných srdečních oddílech.** Mezi diagnostické známky, které lze hodnotit pouze při klasické pitvě patří: macerace kůže, husí kůže, přítomnost pěny u úst, Paltaufovy skvrny pod poplicnicemi, Sehrtovy trhliny ve sliznici žaludku, hemolytická imbibice kořene aorty, obecné známky dušení a přítomnost rozsivek v kostní dřeni a vnitřních orgánech, která je však hodnocena mikroskopicky. Dále jsou na pmCT zjišťovány radiologické nálezy, které jsou hodnoceny dle dostupné literatury jako známky utonutí, avšak při klasické pitvě jsou obtížně hodnotitelné: *ground glass patterns* či *ground glass opacities* (opacity vzhledu mléčného skla).

## 7.2 Bodnořezná poranění

Základním předpokladem soudnělékařského hodnocení bodnořezných poranění je detailní evaluace úrazových změn kůže. PmCT vyšetření je metoda umožňující kompletní zobrazení kožního krytu; toto zobrazení však nedosahuje kvality běžné fotografie z hlediska rozlišení detailů a barevnosti, ani kvality fotogrammetrie z hlediska detailního rozlišení struktury povrchu těla. Přesto pmCT poskytuje přehlednou vizualizaci zjištěných poranění, vč. názorného ozřejmění jejich anatomicko-topografické souvztažnosti vzhledem k dalším úrazovým změnám jak kožního krytu, tak vnitřních struktur. Nadto nabízí možnost měření velikosti, hloubky a vzájemné vzdálenosti zjištěných defektů kožního krytu. Přesto, že grafická kvalita těchto výstupů za klasickou fotografií zaostává, představuje znázornění anatomických souvislostí



a vztah poraněných povrchových a hlubokých struktur společně s možností měření reálných vzdáleností a rozměrů jednoznačnou a významnou předností oproti klasické fotografii.

Mimo zobrazení defektů kožního krytu přináší pmCT vyšetření u bodnořezných poranění výhodu znázornění vnitřních úrazových změn, které mohou již před začátkem pitvy poukázat na možnou příčinu smrti, ozřejmit nálezy standardně prováděnou pitvou obtížně zobrazitelné a navigovat tak soudního lékaře k modifikaci pitevního postupu. Mezi tyto nálezy lze zařadit přítomnost volné tekutiny v tělních dutinách, přítomnost vzduchu v měkkých tkáních či tělních dutinách (podkožní emfyzém, pneumothorax, pneumoperitoneum, pneumokranium), vč. průkazu vzduchové embolie a průkaz zalomených částí zraňujícího předmětu v průběhu bodného kanálu.

Zatímco diagnostika přítomnosti tekutinových kolekcí – v případě bodnořezných poranění především krve – v tělních dutinách je na pmCT poměrně snadná, představuje detekce zdroje krvácení na nativním pmCT výrazně obtížnější úkol. Možnost diferenciací konkrétního cévního kmene je téměř nemožná, vyjma hrubých úrazových změn charakteru hlubokých bodných kanálů, které pronikají např. do srdečních oddílů či do hloubky parenchymových orgánů. Pro detekci zdroje krvácení je doporučeno provádění postmortálního angiografického vyšetření počítačovou tomografií (pmCTA) a nezbytné je následné provedení konvenční pitvy (Palmiere et al. 2012, Moskała et al. 2012, Savall et al. 2015).

Průnik vzduchu do měkkých tkání představuje diagnosticky významný nález pro pmCT zobrazení bodného či bodnořezného kanálu. Vzhledem ke kolapsu měkkých tkání v okolí bodného kanálu je jeho zřetelné zobrazení v měkkých tkáních na pmCT téměř nemožné, a právě pronikající bubliny vzduchu toto zobrazení umožní. Jinou možností kvalitnějšího zobrazení bodného kanálu by mohl poskytovat nástřik jeho průběh kontrastním médiem. V případě pronikajícího (otevřeného) poranění pohrudniční dutiny může dále participovat na příčině smrti vznik pneumothoraxu s kolapsem jedné nebo obou plic. Dalším diagnostickým benefitem pmCT u bodnořezných poranění je průkaz vzduchové embolie. Přítomnost plynu v srdečních oddílech je snadno rozpoznatelný, nezaměnitelný a zadokumentovatelný nález, který je na rozdíl od zkoušky na vzduchovou embolii v čase neměnný, nezhodnotitelný a kdykoliv revidovatelný.

Zásadní limitací, která výrazně omezuje hodnocení plynové embolie i bodného kanálu na pmCT, byl sledován rozvoj hnilobných změn s tvorbou hnilobných plynů a jejich akumulací ve tkáních.

### **7.3 Střelná poranění**

Střelná poranění jsou ze soudnělékařského hlediska závažnou problematikou s významným forenzním přesahem. Z dostupných forenzně radiologických studií vyplývá nesporný přínos provedení pmCT vyšetření u střelných poranění (Thali et al. 2003, Sano et al. 2011, Makhoul et al. 2013, Usui et al. 2016, van Kan 2019). Zároveň je nezbytné zmínit, že pmCT plní bezesbýtku funkcionalitu RTG vyšetření, jehož indikace by měla být u střelných poranění absolutní. Doporučení provádět pmCT vyšetření standardně u všech střelných poranění se opírají o jednoznačný průkaz přítomnosti projektilů, a to nejen u zástřelů, ale především i u „domnělých“ průstřelů, určení počtu střel a znázornění případné fragmentace střely (střel). V některých případech lze více či méně přesně na základě velikosti, denzity a tvaru střely

stanovit i typ střeliva, případně vyloučit užití více typů střeliva u vícenásobných střelných poranění (Thali et al. 2003). PmCT vyšetření dále na základě lokalizace a distribuce fragmentů střely, sekundárních kostěných úlomků a mikrobublin plynu znázorní průběh střelného kanálu a částečně umožní diagnostikovat poranění vnitřních orgánů. Rozptyl fragmentů střely a sekundárních kostěných projektilů napomůže určení směru střelby, což lze s výhodou využít zejména u střelných poranění, která se vyhýbají kostěným strukturám (zejména střelná poranění trupu) a nelze v těchto případech využít beveling k určení směru střelby. V neposlední řadě pmCT vyšetření poskytne informace o anatomické lokalizaci střely či střel a umožní její následně snazší vyjmutí při pitvě vč. zvolení vhodného pitevního postupu (Thali et al. 2003, Sano et al. 2011, Peschel et al. 2013, Usui et al. 2016).

Esenciálním předpokladem soudnělékařského hodnocení střelných poranění je schopnost diferenciaci vstřelu a výstřelu, z níž vyplývá určení směru střelby; a dále určení vzdálenosti střelby (v kategoriích absolutní blízkost – relativní blízkost – střelba ze vzdálenosti). Vstřelový a výstřelový defekt jsou charakteristické typickými pitevními morfologickými nálezy, které ve většině případů a v kontextu ostatních morfologických nálezů, umožňují jejich vzájemné rozlišení. Jako možnou charakteristiku vstřelu, ekvivalentní makroskopické morfologii, lze na pmCT zobrazení považovat **minus efekt** a **cípaté roztržení kůže**. Obě známky byly ve studovaném souboru na pmCT nalézány v místě vstřelu ve více než polovině případů a zároveň absentovaly ve více než polovině případů v oblasti výstřelu. Výše uvedené markanty je však vždy nezbytné usouvztažnit s nálezy na kostěných strukturách. Zároveň je nutné v této souvislosti upozornit na fakt, že morfologie vstřelového i výstřelového defektu je velmi nekonstantní, odvislá od typu použité palné zbraně a střeliva a od vzdálenosti střelby vč. úplné či neúplné těsnosti kontaktu hlavně s kůží (Šafr & Hejna 2010b). Hodnocení vstřelu a výstřelu na pmCT výhradně na základě dvou výše uvedených známek je tak v praxi nemožné. Pro určení směru střelby se zdá být poněkud více určující nález **evertovaných kožních nebo kostěných okrajů** směrem zevně v oblasti výstřelu a směrem dovnitř v oblasti vstřelu. Tento nález doplňuje **přítomnost sekundárních kostěných projektilů, fragmentů střely a mikrobublin plynu** v průběhu střelného kanálu, které jsou vmeteny, resp. odprýštěny ze vstřelového defektu do střelného kanálu. Ve studovaném souboru byla jejich přítomnost ve střelném kanálu zjištěna v 75,0 % a jejich absence se omezovala prakticky výhradně na případy „čistého“ průstřelu (či zástřelu) měkkými tkáněmi, bez poranění kostěných struktur. Nejrobustnější známkou, která ve většině případů s vysokou mírou spolehlivosti umožnila odlišení vstřelu a výstřelu byl na základě provedené analýzy shledán **beveling** (pozitivní v 72,0 % v oblasti vstřelu a v 84,0 % v oblasti výstřelu), který byl rozpoznán nejen na plochých kostech (nejčastěji lebky), ale i na jiných kostěných strukturách (např. žebrech), byly-li zasaženy. Na základě provedené analýzy lze v souhrnu konstatovat, že diagnostika a diferenciaci vstřelu a výstřelu je na pmCT poměrně snadná při průstřelu kostěnými strukturami, avšak značně obtížná při průstřelu měkkými tkáněmi. Klíčovou diagnostickou markantou rozlišující vstřel výstřel byl shledán beveling. Nespornou výhodou je možnost využití této markanty i u kompletně skeletizovaných těl (Peschel et al. 2013).

Zatímco určení směru střelby je na základě pmCT nálezů ve většině případů možné – v našem souboru, kde dominovala střelná poranění hlavy, bylo možné určit směr střelby ve více než 90 % případů – představuje určení vzdálenosti střelby komplikovanou problematiku, která se v praxi neobejde bez korelace s nálezem při pitvě. Na základě námi provedeného studia souboru

střelných poranění byla jako jediná známka střelby z absolutní blízkosti shledána přítomnost kouřové dutiny, za jejíž pozitivitu byla považována přítomnost bublin plynu v podkoží či na zevní desce ploché kosti v okolí vstřelu.

Už samotná „diagnostická jistota“ tohoto nálezu na pmCT je však problematická z důvodu očividné komunikace střelného kanálu s vnějším prostředím a přítomnost vzduchových bublin v podkoží v okolí vstřelu tak nelze jednoznačně usouzvazovat s mechanismem vzniku kouřové dutiny (expanzí úst'ových plynů v podkoží), resp. nelze vyloučit jejich prosté pasivní proniknutí do dané anatomické lokality zevně. Tento fakt dokládá i přítomnost vzduchových bublin na zevní desce v okolí výstřelu u téměř poloviny (47,1 %) průstřelů. Dále je třeba upozornit, že rozvoj hnilobných změn je spjat s tvorbou mikrobublin hnilobného plynu v měkkých tkáních. Jejich nález v podkoží tak může mimo přítomnost kouřové dutiny demonstrovat rozvoj hniloby. Mimo to je možná tvorba mikrobublin plynu a jejich záchyt na pmCT i v okolí zlomenin (Ulano et al. 2017). Komplikovanost hodnocení kouřové dutiny a obtížná korelace tohoto nálezu se vzdáleností střelby souhrnně deklarují předkládané výsledky, dle kterých byla současná pozitivita na pmCT i při pitvě shledána pouze v 50,0 % případů a byly zaznamenány falešně pozitivní i falešně negativní nálezy. Obdobné závěry potvrzují i nečetné práce zabývající se určením vzdálenosti střelby na pmCT (Makhlouf et al. 2013).

## 8. ZÁVĚR

Výsledky disertační studie zaměřené na stanovení diagnostického významu výpočetní tomografie u tří diagnosticky ucelených skupin násilných úmrtí dovolují formulovat následující závěry, které samy o sobě zároveň představují naplnění výše definovaných cílů disertační práce (viz kapitola č. 4):

1. Byly sestaveny tři samostatné studijní soubory čítající celkem **68 osob**, které zemřely v důsledku **utnutí (27 osob)**, **bodnořezného poranění (13 osob)** nebo **střelného poranění (28 osob)**. U všech do studie zařazených jedinců bylo před pitvou provedeno pmCT vyšetření, po kterém následovala klasicky provedená pitva (zdravotní nebo soudní).
2. Pro každý studijní soubor byly definovány konkrétní diagnostické morfologické známky hodnocené na pmCT snímcích:

Pro studijní soubor zemřelých v důsledku **utnutí** bylo definováno celkem 14 diagnostických morfologických známek (**1. vodní rozedma plic**, **2. Svěšnikova známka**, **3. přítomnost pěny u úst**, **4. přítomnost tekutiny v dutině ústní, nosní a v dýchacích cestách**, **5. Wydlerova známka**, **6. Sabinského příznak**, **7. Uenova známka**, **8. hemodiluce v levostranných srdečních oddílech**, **9. přítomnost rozsivek**, **10. descendentní typ hniloby**, **11. otok mozku**, **12. prosáknutí stěny žlučníku**, **13. náplň střevního traktu a 14. náplň močového měchýře**), které byly analyzovány na pmCT snímcích. U všech výše popsaných diagnostických morfologických známek utnutí vyjma tří (přítomnosti rozsivek, náplň střevního traktu a náplň močového měchýře) byla provedena komparace s nálezy popsanými v pitevních protokolech.

Pro studijní soubor zemřelých v důsledku **bodnořezného poranění** bylo definováno celkem 10 diagnostických morfologických známek (**1. morfologická charakteristika vzhledu defektu kůže, 2. morfologická charakteristika známek obrany, 3. bodný kanál, 4. zakrvácení dutin, 5. průnik vzduchu do dutin, orgánů a tkání, 6. plynová embolie, 7. aspirace krve, 8. vitální známky, 9. poranění kostěných struktur a 10. přítomnost části zraňujícího předmětu**), které byly analyzovány na pmCT snímcích. Všechny výše popsané diagnostické morfologické známky byly komparovány s nálezy popsanými v pitevních protokolech.

Pro studijní soubor zemřelých v důsledku **střelného poranění** bylo definováno celkem 9 diagnostických morfologických známek (**1. typ a počet střelných poranění, 2. minus efekt (pro vstřel i výstřel), 3. cípaté roztržení kůže (pro vstřel i výstřel), 3. přítomnost kouřové dutiny (pro vstřel i výstřel), 4. everze okrajů rány, příp. další významné nálezy na kůži (pro vstřel i výstřel), 5. beveling (pro vstřel i výstřel), 6. everze kostěných úlomků (pro vstřel i výstřel), 7. střelný kanál, 8. přítomnost střely vč. rozměrů a denzity a 9. nálezy související s příčinou smrti**), které byly analyzovány na pmCT snímcích. Na základě analýzy těchto výše definovaných diagnostických morfologických známek bylo provedeno vyhodnocení a určení **směru střelby a vzdálenosti střelby**, které byly komparovány se závěry z provedené pitvy.

3. Na podkladě výsledků disertační studie je možné definovat diagnostický přínos pmCT vyšetření u tří výše vymezených kategorií násilných úmrtí (utonutí, bodnořezná poranění a střelná poranění) a stanovit spektrum konkrétních diagnostických známek přínosných pro forenzní radiologickou diagnostiku u dané diagnostické kategorie:

PmCT vyšetření u **utonutí**, resp. u těl vytažených z vody umožňuje zobrazení skupiny typických morfologických diagnostických nálezů charakteristických pro utonutí. Jedná se o:

- A. **vodní rozedmu plic** (pozitivita určena přítomností alespoň tří z těchto čtyř známek: *ground glass patterns*, **přítomnost tekutiny v pohrudničních dutinách, nízké postavení bránice a kompletní překrytí perikardu plicními křídly**),
- B. **přítomnost tekutiny ve vedlejších nosních dutinách (Svěšnikovu známku)**,
- C. **přítomnost tekutiny v dýchacích cestách (dutině ústní, nosní, hrtanu, průdušnici a průduškách)**,
- D. **Wydlerovu známku**,
- E. **hemodiluci v levostranných srdečních oddílech.**

Jako diagnostické známky, které lze hodnotit výhradně při klasické pitvě byly shledány macerace kůže, husí kůže, přítomnost pěny u úst, Paltaufovy skvrny pod poplicnicemi, Sehrtovy trhliny ve sliznici žaludku, hemolytická imbibice kořene aorty, přítomnost rozsivek v kostní dřeni a vnitřních orgánech a obecné známky dušení. Oproti tomu některé výše popsané radiologické pmCT nálezy hodnocené jako známky utonutí (konkrétně *ground glass patterns* či *ground glass opacities* – opacity vzhledu mléčného skla) nemají odpovídající morfologický pitevní obraz.

PmCT vyšetření u **bodnořezných poranění** umožňuje zobrazení pouze hrubých úrazových změn v oblasti kožního krytu, zatímco drobné a povrchové úrazové změny jsou ve většině případů pod rozlišovací schopností pmCT přístroje (v aktuální námi dosahované kvalitě obrazových výstupů). Doplnění pmCT vyšetření detailní zevní prohlídkou vč. extenzivní fotodokumentace je proto u případů bodnořezných poranění nezbytné. PmCT vyšetření však dominuje v diagnostice následujících nálezů:

- A. **přítomnost volné tekutiny v tělních dutinách (zejména v dutině hrudní),**
- B. **přítomnost vzduchu (plynu) v měkkých tkáních a tělních dutinách,**
- C. **vzduchová (plynová) embolie,**
- D. **poranění kostěných struktur,**
- E. **průkaz přítomnosti cizích těles (zejména zalomených ostrých nástrojů).**

PmCT vyšetření u **střelných poranění** představuje robustní diagnostickou metodu, kterou lze vzhledem k absolutní indikaci zobrazovacího vyšetření u této diagnostické kategorie v případě dostupnosti výpočetního tomografu pro potřeby soudního lékařství považovat za metodu volby. Nejznačnější nadstavbovou hodnotu ke klasicky provedené pitvě přináší pmCT vyšetření u těch střelných poranění, při kterých jsou zasaženy kostěné struktury. PmCT vyšetření umožňuje bezpečně hodnotit následující nálezy:

- A. **přítomnost a počet střel** vč. určení její/jejich velikosti, denzity, tvaru a integrity,
- B. **diferencovat vstřel a výstřel** na základě zhodnocení a porovnání následujících nálezů v oblasti vstřelu a výstřelu: minus efekt tkáně, lacerace kůže, everze kostěných či kožních okrajů, přítomnost kouřové dutiny, beveling,
- C. **demonstrovat průběh střelného kanálu** na základě lokalizace střely, rozptylu a lokalizace fragmentů střely, rozptylu sekundárních kostěných projektilů a rozložení mikrobublin plynu v měkkých tkáních,
- D. **určit příčinu smrti** na základě průkazu zakrvácení dutin, přítomnosti vzduchu v dutinách, průkazu vzduchové embolie a poranění vnitřních orgánů.

Omezenou výpovědní hodnotu přináší pmCT vyšetření v při určování vzdálenosti střelby, pro které je nezbytné současné zhodnocení vstřelového defektu zevní prohlídkou. Obdobně je snížený diagnostický přínos pmCT vyšetření zřejmý u případů, při kterých nejsou zasaženy kostěné struktury.

Napříč všemi hodnocenými diagnostickými kategoriemi byl shledán určité limity pmCT zobrazování, které představují především:

- rozvíjející se hnilobné změny,
- artefakty způsobené kovovými součástmi střel, případně jinými kovovými materiály v těle (např. zubními výplněmi),
- poranění kožního krytu, pro jejichž zobrazení není pmCT dostatečně citlivé,
- poranění a diskretní nálezy v měkkých tkáních, pro jejichž zobrazení není pmCT dostatečně citlivé.

Napříč všemi diagnostickými kategoriemi byly shledány následující benefity pmCT vyšetření:

- **zobrazení cizích předmětů v těle** (především střel či zalomených ostrých nástrojů) ještě před započetím pitvy,
  - **zobrazení zlomenin kostí, případně starších zhojených zlomenin (svalků)** ještě před započetím pitvy (významné především u pitev dětí a případů suspektního SIDS),
  - **zhodnocení nálezů v anatomických lokalitách, které jsou standardní pitvou obtížně přístupné, zcela nepřístupné, případně jsou přístupné pouze za cenu těžké destrukce a mutilace těla** (např. zlomeniny kostry obličeje, poranění v oblasti páteře, pánve či spodiny lební),
  - **dokumentace nálezů, kterou nejsou klasickou pitvou postižitelné** (např. plynových kolekcí),
  - možnost **základní antropologické identifikaci jedince**
  - zobrazení **identifikačních markant, které jsou využitelné v procesu individuální identifikace** osoby neznámé totožnosti,
  - možnost **predikce pitevního nálezu a volba optimální preparační strategie před zahájením pitvy,**
  - možnost **trojrozměrné vizualizace a rekonstrukce nálezů** za pomoci metody multiplanární reformace,
  - obrazové výstupy z pmCT vyšetření jsou **objektivní a umožňují na osobě nezávislou interpretaci** nálezů,
  - obrazové výstupy z pmCT vyšetření lze **po neomezeně dlouhou dobu archivovat,**
  - obrazové výstupy z pmCT lze kdykoliv **dodatečně editovat a analyzovat,**
  - pmCT vyšetření **nevede k mutilaci těla a dovoluje základní virtuální diagnostiku v případech, kde není možné provést klasickou pitvu,** případně je její provedení eticky hraniční (např. nesouhlas s pitvou, náboženské důvody, biologická či chemická kontaminace těla aj.),
  - kombinace zevní prohlídky a pmCT vyšetření (případně doplněné o odběr biologického materiálu pro laboratorní vyšetření) umožňuje dostatečně efektivní soudnělékařské vyšetřování v případech **hromadných neštěstí** (Sokol et al. 2010, Sokol 2017),
  - obrazové výstupy z pmCT slouží jako **efektivní a vizuálně přesvědčivý důkazní prostředek u soudu** u forenzně závažných kauz.
4. Pro každou z výše definovaných diagnostických kategorií byl na základě provedené disertační studie **navrhnut optimální vyšetřovací postup,** a to vč. **spektra diagnostických známek,** které je vhodné u dané diagnostické kategorie hodnotit na pmCT snímcích (viz tab. 5, tab. 6 a tab. 7). Navrhovaný postup krom zacílení na ideální zobrazení požadovaných diagnostických známek dále optimalizuje vyšetřovací techniku pmCT s ohledem na minimalizaci časové ztráty jak před samotnou pitvou, tak při následném odečítání nálezů, tak aby bylo **vyšetření dostupné a relativně nenáročné i v rutinní soudnělékařské praxi** a zacílené na objektivně diagnosticky přínosné nálezy.

POSTUP CT VYŠETŘENÍ	DOPORUČENÉ ZOBRAZENÍ	HODNOCENÉ NÁLEZY
<p>tělo v poloze na zádech minimální manipulace s tělem před vyšetřením</p> <p>CT hlavy a trupu</p> <p>(= nepodkročitelné minimum; celotělové pmCT lze doporučit při zvláštní indikaci – např. při poranění dolních končetin)</p>	základní topogram trupu	<ul style="list-style-type: none"> <li>výška postavení bránice</li> </ul>
	transverzální řezy hlavou	<ul style="list-style-type: none"> <li>přítomnost tekutiny ve vedlejších nosních dutinách</li> <li>přítomnost tekutiny v dýchacích cestách (dutině ústní, nosní, hrtanu, průdušnici)</li> </ul>
	transverzální řezy trupem	<ul style="list-style-type: none"> <li>přítomnost tekutiny v dýchacích cestách (průdušnici a průduškách)</li> <li>překrytí perikardu plicními křídly <ul style="list-style-type: none"> <li>Wydlerova známka</li> <li>hemodiluce v levostranných srdečních oddílech</li> </ul> </li> </ul>
	transverzální řezy trupem – plicní okno	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>ground glass patterns</i> (ložiska vzhledu mléčného skla)</li> </ul>

**Tab. 5** Navrhovaný postup pmCT vyšetření a hodnocené nálezy u utonutí.

POSTUP CT VYŠETŘENÍ	DOPORUČENÉ ZOBRAZENÍ	HODNOCENÉ NÁLEZY
<p>tělo v poloze na zádech</p> <p>CT hlavy a trupu (vždy)</p> <p>kompletní CT horních i dolních končetin v případě jejich poranění</p>	transverzální řezy hlavou, krkem, trupem, ev. končetinami	<ul style="list-style-type: none"> <li>defekty kůže</li> <li>bodný (bodnořezný) kanál</li> <li>vzduchová embolie v cévách</li> <li>vzduchová embolie v srdečních oddílech</li> <li>průnik vzduchu do dutin</li> <li>zakrvácení dutin</li> <li>známky aspirace</li> </ul>
	rekonstrukce povrchu těla	<ul style="list-style-type: none"> <li>defekty kůže (vč. obranných poranění)</li> </ul>
	rekonstrukce zaměřená na kovové materiály	<ul style="list-style-type: none"> <li>přítomnost zraňujícího předmětu či jeho části</li> </ul>
	rekonstrukce kostry	<ul style="list-style-type: none"> <li>poranění kostěných struktur</li> </ul>

**Tab. 6** Navrhovaný postup pmCT vyšetření a hodnocené nálezy u bodnořezných poranění.

POSTUP CT VYŠETŘENÍ	DOPORUČENÉ ZOBRAZENÍ	HODNOCENÉ NÁLEZY
<p>tělo v poloze na zádech</p> <p>oblečení ponecháno na těle</p> <p>CT hlavy a trupu</p> <p>CT končetin v případě jejich zasažení</p> <p>doporučeno: CT trupu v pronační poloze v případě průstřelu trupu</p>	základní topogram hlavy a trupu	přítomnost a počet střel zlomeniny kostí
	transverzální řezy hlavou a trupem	<u>vstřel / výstřel</u> : minus efekt, lacerace, everze kostěných či kožních okrajů, kouřová dutina, beveling <u>střelný kanál</u> : lokalizace střely, fragmentace střely, sekundární kostěné projektily, mikrobubliny plynu, směr střelného kanálu <u>střela</u> : velikost, denzita, tvar, integrita <u>další nálezy</u> : zakrvácení dutin, přítomnost vzduchu v dutinách, vzduchová embolie, zlomeniny kostí, zasažení vnitřních orgánů
	transverzální řezy dalšími zasaženými lokalitami	<u>vstřel / výstřel</u> : minus efekt, lacerace, everze kostěných či kožních okrajů
	3D rekonstrukce povrchu těla zasažených lokalit	
	3D rekonstrukce zasažených kostěných struktur	beveling

**Tab. 7** Navrhovaný postup pmCT vyšetření a hodnocené nálezy u střelných poranění.

**Závěrem lze shrnout, že aplikace virtuálních metod v soudním lékařství představuje další diagnostický pilíř, který vnáší do soudnělékařské diagnostiky novou (nadstavbovou) rovinu poznání („virtuální rozměr“), objektivizuje diagnostické výstupy oboru, nabízí alternativu ke klasické pitvě a jako důkazní prostředek významně posiluje forenzní přesahy oboru.**

## 9. POUŽITÁ LITERATURA

1. AVRAHAMI, R. et al. 1995., Endoscopic autopsies. *Am J Forensic Med Pathol.* **16**(2), s. 147–150.
2. DENZER, U. W., et al., 2013. Minimally invasive autopsies by using postmortem endoluminal and transluminal endoscopy and EUS. *Gastrointest Endosc.* **78**(5), s. 774–780.
3. DIRNHOFER, R., 2009. From autopsy to virtopsy: Oral description versus image: Value of evidence. In: THALI, M., DIRNHOFER, R. & VOCK P., eds., *The Virtopsy approach: 3D optical and radiological scanning and reconstruction in forensic medicine*. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis, s. 3–11. ISBN: 978-0849381782.



4. ECKERT, W. G. & GARLAND, N., 1984. The history of the forensic applications in radiology. *Am J Forensic Med Pathol.* **5**(1), s. 53–56.
5. FILOGRANA, L., et al., 2015. Freshwater drowning in a child: A case study demonstrating the role of post-mortem computed tomography. *Med Sci Law.* **55**(4), s. 304–311.
6. FRIŠHONS, J. et al., 2017. Makrodiagnostické trendy současné soudnělékařské praxe v České republice. *Čas Lék Čes.* **156**(7), s. 384–390.
7. GOTSMEY, W. et al., 2019. Layering of stomach contents in drowning cases in post-mortem computed tomography compared to forensic autopsy. *Int J Legal Med.* **133**(1), s. 181–188.
8. HAUSER, G., 1913. Die Zenkersche Sektionstechnik; eine Anleitung zur Vornahme von Sektionen für Studierende und Aerzte. Jena: Fischer Verlag, s. 100.
9. HEJNA, P. et al., 2015. První virtuální pitva v České republice usvědčila vraha ze lži. *Fol Soc Med Leg Slov.* **5**(1), s. 11–16.
10. CHRISTE, A. et al., 2008. Drowning--post-mortem imaging findings by computed tomography. *Eur Radiol.* **18**(2), 283–290.
11. CHRISTE, A. et al., 2010. Clinical radiology and postmortem imaging (Virtopsy) are not the same: Specific and unspecific postmortem signs. *Leg Med (Tokyo).* **12**(5), s. 215–222.
12. KAWASUMI, Y. et al., 2012. Assessment of the relationship between drowning and fluid accumulation in the paranasal sinuses on post-mortem computed tomography. *Eur J Radiol.* **81**(12), s. 3953–3955.
13. KIM, K. I. et al., 2000. Near drowning: thin-section CT findings in six patients. *Comput Assist Tomogr.* **24**(4), s. 562–566.
14. KRUŽIĆ, I. et al., 2018. Virtual autopsy in legal medicine: literature review and example of application on the mummified remains. *Medicine, Law & Society.* **11**(2), s. 67–90.
15. KUČEROVÁ, Š. et al., 2014. Využití RTG vyšetření v soudním lékařství. *Soud Lék.* **59**(3): 34–38.
16. KUČEROVÁ, Š. HEJNA, P. & DOBIÁŠ, M., 2016a. Význam otoskopie v soudnělékařské diagnostice: prospektivní studie. *Soud Lék.* **61**(2), s. 14–17.
17. LEVY, A. D. et al., 2007. Virtual autopsy: two- and three-dimensional multidetector CT findings in drowning with autopsy comparison. *Radiology.* **243**(3), s. 862–868.
18. MAKHLOUF, F. et al., 2013. Gunshot fatalities: correlation between post-mortem multi-slice computed tomography and autopsy findings: a 30-months retrospective study. *Leg Med (Tokyo).* **15**(3), s. 145–148.
19. MIMASAKA, S., OSHIMA, T. & OHTANI, M., 2012. Characterization of bruises using ultrasonography for potential application in diagnosis of child abuse. *Leg Med (Tokyo).* **14**(1), s. 6–10.
20. MOSKAŁA, A. et al., 2012. [Validity of post-mortem computed tomography angiography (PMCTA) in medico-legal diagnostic management of stab and incised wounds]. Article in Polish. *Arch Med Sadowej Kryminol.* **62**(4), s. 315–326.
21. PALMIERE C. et al., 2012. Detection of hemorrhage source: the diagnostic value of post-mortem CT-angiography. *Forensic Sci Int.* **222**(1–3), s. 33–39.
22. PERSSON, A., JACKOWSKI, C., ENGSTRÖM, E. & ZACHRISSON, H., 2008. Advances of dual source, dual-energy imaging in postmortem CT. *Eur J Radiol.* **68**(3), s. 446–455.
23. PESCHEL, O., SZEIMIES, U., VOLLMAR C. & KIRCHHOFF S., 2013. Postmortem 3-D reconstruction of skull gunshot injuries. *Forensic Sci Int.* **233**(1–3), s. 45–50.
24. ROSS, P. R., et al., 1990. Preautopsy magnetic resonance imaging: initial experience. *Magn Reson Imaging.* **8**(3), s. 303–308.

25. SANO, R. et al. 2011. Use of postmortem computed tomography to reveal an intraoral gunshot injuries in a charred body. *Leg Med (Tokyo)*. **13**(6), s. 286–288.
26. SAVALL, F. et al., 2015. An unusual homicidal stab wound of the cervical spinal cord: A single case examined by post-mortem computed tomography angiography (PMCTA). *Forensic Sci Int*. **254**, s. 18–21.
27. SCHUMACHER, M. et al., 1985. [Computer tomographic studies on wound ballistics of cranial gunshot injuries]. Article in German. *Beitr Gerichtl Med*. **43**, 95–101.
28. SCHUMACHER, M., OEHMICHEN, M., KÖNIG, H. G. & EINIGHAMMER, H., 1983. Intravital and postmortal CT examinations in cerebral gunshot injuries. *Rofo*. **139**(1), s. 58–62.
29. SOKOL, M., PILIN, A., BENDL, P. & ZIKMUND, P., 2010. Mimořádné události s větším počtem zemřelých a koncepce DVI v ČR. *Soud Lék*. **55**(3), s. 28–31.
30. SOKOL, M., 2017. Forenzní radiologie. In SOKOL, M. *Novinky v soudním lékařství: učební texty pro vysokoškolskou výuku*. Hradec Králové: Univerzita obrany, Studijní texty Fakulty vojenského zdravotnictví Univerzity obrany, s. 32. ISBN 978-80-7231-363-1.
31. ŠAFR, M. & HEJNA, P., 2010b. Vstřel – vstřelový otvor, vstřelový defekt. In: ŠAFR M. & HEJNA P. *Střelná poranění*. Praha: Galén, s. 25–36. ISBN: 9788072626960.
32. THALI, M. J. et al., 2007. VIRTopsy—the Swiss virtual autopsy approach. *Legal Medicine (Tokyo)*. **9**(2), s. 100–104.
33. THALI, M. J. et al., 2003. Image-guided virtual autopsy findings of gunshot victims performed with multi-slice computed tomography (MSCT) and magnetic resonance imaging (MRI) and subsequent correlation between radiology and autopsy findings. *Forensic Sci Int*. **138**(1–3), s. 8–16.
34. ULANO, A. C., VEDANTHAM, S. & TAKHTANI, D., 2017. Revisiting the indirect signs of a temporal bone fracture: air, air, everywhere. *Emerg Radiol*. **24**(5), s. 497–503.
35. URBANOVÁ, P., HEJNA, P. & JURDA, M., 2015. Testing photogrammetry-based techniques for three-dimensional surface documentation in forensic pathology. *Forensic Sci Int*. **250**, s. 77–86.
36. URBANOVÁ, P., JURDA, M., VOJTÍŠEK, T. & KRAJSA, J., 2017. Using drones for three-dimensional on-site body documentation. Poster. *AAFS 69th Annual Scientific Meeting*, New Orleans.
37. USUI, A. et al., 2016. Usefulness and limitations of postmortem computed tomography in forensic analysis of gunshot injuries: Three case reports. *Leg Med (Tokyo)*. **18**, s. 98–103.
38. VAN HOYWEGHEN, A. J., JACOBS, W., OP DE BEECK, B. & PARIZEL, P. M., 2015. Can post-mortem CT reliably distinguish between drowning and non-drowning asphyxiation? *Int J Legal Med*. **129**(1), s. 159–164.
39. VANDER PLAETSEN, S. et al., 2015. Post-mortem evaluation of drowning with whole body CT. *Forensic Sci Int*. **249**, s. 35–41.
40. VAN KAN, R. A. T. et al., 2019. Post-mortem computed tomography in forensic investigations of lethal gunshot incidents: is there an added value? *Int J Legal Med*. **133**(6), s. 1889–1894.
41. VOJTÍŠEK, T., KUČEROVÁ, Š., KYZLINK, P. & SOKOL M, 2016. Správný postup při indikaci a provádění pitev v České republice. *Čas Lék Čes*. **155**, s. 377–382.

## 10. PŘEHLED PUBLIKAČNÍ ČINNOSTI AUTORKY

### **Původní vědecké práce v impaktovaném časopise:**

1. JANÍK, M., UBLOVÁ, M., KUČEROVÁ, Š., HEJNA, P., 2017. Carbon monoxide-related fatalities: A 60-year single institution experience. *J Leg For Med.*, **48**: 23-29. (Q3; IF 1.302) – citace 11x.
2. TRLICA, J., KUČEROVÁ, Š., KOČOVÁ, E., KOČÍ, J., HABAL, P., RAUPACH, J., GUŇKA, I., NECHVÁTAL, L., PÁRAL, J., ŠIMEK, J., ŠMEJKAL, K., FRANK, M. a DĚDEK, T., 2019. Deceleration thoracic aortic ruptures in trauma center level I areas: a 6-year retrospective study. *Eur J Trauma Emerg Surg.* **45**(6), s. 943-949. (Q2; IF 1.781) – citace 1x.

### **Ostatní vědecké práce v impaktovaném časopise:**

3. KUČEROVÁ, Š., ZÁTOPKOVÁ, L., VOJTÍŠEK, T., UBLOVÁ, M. a HEJNA, P., 2019. An unplanned complex suicide by multiple blank cartridge gunshots and cutting. *J Forensic Sci.* **64**(2), s. 616–621. ISSN: 0022-1198. (Q2; IF 1.441) – citace 2x.
4. JANÍK, M., KUČEROVÁ, Š., UBLOVÁ, M., HEJNA, P., 2013. Giant Lambli's excrescence – a rare incidental finding at cardiac autopsy. *Forensic Sci Med Pathol.* **9**, s. 585-587. (Q2; IF 1.611).
5. JANÍK, M., UBLOVÁ, M., KUČEROVÁ, Š., STRAKA, L., HEJNA, P., 2013. An atypical impaling injury of the iliofemoral region. *Forensic Sci Med Pathol.* **9**, s. 607-610. (Q2; IF 1.611) – citace 3x.
6. VOJTÍŠEK, T., KUČEROVÁ, Š., KRAJSA, J., EREN, B., VYSOČANOVÁ, P., HEJNA, P., 2017. Post-mortem increase in body core temperature: how inaccurate we can be in time since death calculations. *Am J Forensic Med Pathol.* **38**(1), s. 21-23.
7. VOJTÍŠEK, T., POHLOVÁ KUČEROVÁ, Š., DUCHAŇOVÁ, S., KRAJSA, J., HEJNA, P., 2020. Traumatic decapitation of the fetus during birth: Criminalistic and forensic aspects. *Am J Forensic Med Pathol.* **41**(3), s. 234-237. ISSN: 0195-7910. (Q4; IF 0,785).

### **Původní vědecké práce v recenzovaném neimpaktovaném časopise:**

8. KUČEROVÁ, Š., HEJNA, P., ZÁTOPKOVÁ, L. a STRAKA, L., 2012. Primární a sekundární kombinovaná sebevražda. Retrospektivní studie let 1980-2009. *Soud Lék.* **57**(3), s. 51-55. ISSN: 1210-7875.
9. KUČEROVÁ, Š., HEJNA, P., DOBIÁŠ M., 2016. Využití otoskopie v soudnělékařské diagnostice: prospektivní studie. *Soud Lék.*, **61**, s. 14-17.

### **Ostatní práce v recenzovaném neimpaktovaném časopise:**

10. KUČEROVÁ, Š., VOJTÍŠEK, T., HEJNA, P., 2016. Atypical stab injury suggesting ritual suicide. *Arch Med Sadowej Kryminol.* **66**(2), s. 1-8.
11. KUČEROVÁ, Š., ŠAFR, M., UBLOVÁ, M., URBANOVÁ, P., HEJNA, P., 2014. Využití RTG vyšetření v soudním lékařství. *Soud Lék.* **59**, s. 34-38.
12. VOJTÍŠEK, T., KUČEROVÁ, Š., KYZLINK, P., SOKOL, M., 2016. Správný postup při indikaci a provádění pitev v České republice. *Cas Lek Cesk.* **155**(7), s. 377-382.
13. FRIŠHONS, J., KUČEROVÁ, Š., JURDA, M., SOKOL, M., VOJTÍŠEK, T., HEJNA P., 2017. Makrodiagnostické trendy současné soudnělékařské praxe v České republice. *Čas Lék Čes.* **156**, s. 384-390.

14. UBLOVÁ, M., KUČEROVÁ, Š., ŠAFR, M., 2013. Tělo vytažené z vody. *Urg med.* **1**, s. 20-23.
15. UBLOVÁ, M., JANÍK, M., HEJNA, P., KUČEROVÁ, Š., BOHNERT, M., 2013. Vražda kyanovodíkem – neobvyklý způsob aplikace. *Fol Soc Med Leg Slov.* **3**, 80-83.
16. UBLOVÁ, M., KUČEROVÁ, Š., ŠAFR, M., 2016. Oxid uhelnatý z pohledu soudního lékaře. *Plyn.* **96**, 4-7.
17. HYNEK, M., ŠAFR, M., POHLOVÁ KUČEROVÁ, Š., 2019. Dekapitace při sebevraždě oběšením. *Krim Sb.* **63**, s. 26-31.

#### Supplementa:

1. KUČEROVÁ, Š., ZÁTOPKOVÁ, L., MŽIK, M., ŠESTÁK, V., HEJNA, P. Cestování branou smrti tam a zpět: Zneužívání veterinárních léčiv s fatálním koncem. In: *100 rokov Ústavu súdneho lekárstva. 1919–2019*. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislavě, 2019. s. 283–287. ISBN 978-80-223-4715-0.
2. KREBSOVA, A., VOTYPKA, P., PELDOVA, P., RUCKLOVA, K., PILIN, A., KULVAJTOVA, M., POHLOVA KUCEROVA, S., BLANKOVA, A., TAVACOVA, T., PETRKOVA, J., TOMASEK, P., MACEK SR., M., MACEK JR., M., JANOUSEK, J., KAUTZNER, J., 2020. P1107. First results of molecular autopsy examinations in sudden cardiac death drawn from nationwide multidisciplinary and multicentric collaboration in the Czech Republic, *EP Europace*, **22**(Supplement\_1), euaa162.147, <https://doi.org/10.1093/europace/euaa162.147>.

#### Účast na řešení grantů:

1. JUSTeU – Juridical Standards for Clinical Forensic Examinations of Victims of Violence in Europe. EU project 4000009302. Spoluřešitel (2017/19).
2. RIVI – Rights of Victims of Survived Bodily Harm to Access Low-threshold Clinical Forensic Examinations. EU project 801707. Spoluřešitel (2019/20).

#### Přednášky typu „INVITED SPEAKER“:

1. KUČEROVÁ, Š., ZÁTOPKOVÁ, L., UBLOVÁ, M. Problematika resuscitačních poranění a resuscitačních artefaktů z pohledu soudního lékaře. Předatestační kurz Urgentní medicína. FN Hradec Králové. 16. 4. 2018.
2. KUČEROVÁ, Š., HEJNA, P. Možnosti postmortem CT vyšetření v soudním lékařství. Ústav súdneho lekárstva LF UPJŠ a UN L. Pasteura Košice 27. 6. 2018.
3. POHLOVÁ KUČEROVÁ, Š. a kol. Tupá poranění. Interní metodické zaměstnání PČR ve školicím středisku PČR. Kounov. 6. 11. 2018.
4. POHLOVÁ KUČEROVÁ, Š. a kol. Dekapitace. Interní metodické zaměstnání PČR ve školicím středisku PČR. Kounov. 10. 4. 2019.
5. POHLOVÁ KUČEROVÁ, Š. a kol. Sexuálně motivované vraždy. Interní metodické zaměstnání PČR ve školicím středisku PČR. Kounov. 31. 10. 2019.
6. POHLOVÁ KUČEROVÁ, Š. a kol. Určování doby smrti. Školení koronerů. Hradec Králové. 5. 11. 2019.
7. POHLOVÁ KUČEROVÁ, Š., HEJNA, P. Problematika oboru soudního lékařství a využití laboratorních metod a toxikologie v soudnělékařské praxi. Kurz Odborné zdravotnické laboratorní metody – Medicínský modul. Praha. 17. 5. 2019.
8. POHLOVÁ KUČEROVÁ, Š., ZÁTOPKOVÁ, L. Prohlídka těla zemřelého na místě. Předatestační stáž Intenzivní medicína. Hradec Králové. 14. 5. 2019.

9. POHLOVÁ KUČEROVÁ, Š. Diagnostika kardiomyopatií. Interpretace soudnělékařských diagnóz. FN Motol Praha – setkání řešitelů grantu. 25. 6. 2020.
10. POHLOVÁ KUČEROVÁ, Š. a kol. Využití post mortem CT vyšetření při úmrtí po dopravních nehodách. Národní kongres dopravní úrazy 2020. Mikulov. 3. – 4. 9. 2020.
11. POHLOVÁ KUČEROVÁ, Š. Náhlá srdeční smrt – možnosti soudnělékařské diagnostiky. Interpretace nálezů ve vztahu ke klinickým oborům. Specializační kurzu Soudní lékařství. Ústav soudního lékařství a toxikologie 1. LF UK. 18. 9. 2020.

*V seznamu uvedeny pouze přednášky, kde autorka prvním autorem. Dále spoluautorkou 8 dalších vyžádaných přednášek.*

#### **Přednášky v rámci odborných konferencí, sjezdů a školicích akcí:**

1. KUČEROVÁ, Š., HEJNA, P. a kol. Kombinované sebevraždy. X. soudnělékařský den ÚSL LF UK a FN HK, Hradec Králové, Kombinované sebevraždy. 13. 9. 2012.
2. KUČEROVÁ, Š. Kombinované sebevraždy. Přednáška pro ČLS JEP Patologie Havlíčkův Brod, Havlíčkův Brod. 25. 10. 2012.
3. KUČEROVÁ, Š., UBLOVÁ, M. Tělo vytažené z vody. RESCUE 2012. Akutní stavy spojené s vodními sporty. Trutnov. 1. 12. 2012.
4. KUČEROVÁ, Š., HEJNA, P., UBLOVÁ, M., DOBIÁŠ, M., JANÍK, M. Obrovský lamblův výrůstek – potencionálně smrtící primární nádor srdce. XVII. Rozmaričovy soudně lékařské pracovní dny, Kouty nad Desnou. 23.–25. 4. 2013.
5. KUČEROVÁ, Š. Konečná diagnóza nejistá. XI. soudnělékařský den ÚSL LF UK a FN HK, Hradec Králové. 12. 9. 2013.
6. KUČEROVÁ, Š. HEJNA, P., DOBIÁŠ, M. Srdce a amfetamin II. XXI. Ostravské dny forezních věd Ostrava. 8. – 10. 10. 2013.
7. KUČEROVÁ, Š. Devastující poranění elektrickým proudem. Přednáška pro ČLS JEP Patologie Havlíčkův Brod, Havlíčkův Brod. 31. 10. 2013.
8. KUČEROVÁ, Š., HEJNA, P., DOBIÁŠ, M., ŠAFR, M. Rutinní otoskopie v pitevní diagnostice. 4. Česko-slovenský sjezd soudního lékařství 15. – 16. 5. 2014
9. POHLOVÁ KUČEROVÁ, Š. a kol. Dekapitace. XII. soudnělékařský den ÚSL LF UK a FN HK, Hradec Králové. 11. 9. 2014.
10. KUČEROVÁ, Š. Sněžný hrob (kasuistika). Přednáška pro ČLS JEP Patologie Havlíčkův Brod, Havlíčkův Brod. 30. 10. 2014.
11. KUČEROVÁ, Š., ZÁTOPKOVÁ, L., VOŘÍŠEK, V., HEJNA, P. Fentanylová žvýkačka. XVIII. Rozmaričovy soudně lékařské pracovní dny, Kouty nad Desnou. 22.–24. 4. 2015.
12. KUČEROVÁ, Š. Někdy není lehké zemřít. Přednáška pro ČLS JEP Patologie Havlíčkův Brod, Havlíčkův Brod. 25. 2. 2016.
13. KUČEROVÁ, Š., HEJNA, P., REJTHÁREK, J., TOMÁŠEK, P., ZEMAN, M. Náhlá srdeční smrt – diagnostická spolupráce soudnělékařských pracovišť. Kurz IPVZ – Náhlá srdeční smrt. Praha. 12. 6. 2015.
14. KUČEROVÁ, Š. a kol. Smrt v lavině. XIII. soudnělékařský den ÚSL LF UK a FN HK, Hradec Králové, 10. 9. 2015.
15. KUČEROVÁ, Š. HEJNA, P., ŠAFR, M. a kol. Zemřít není někdy snadné. XXIII. Ostravské dny forezních věd Ostrava. 7. – 9. 10. 2015.
16. KUČEROVÁ, Š. a kol. Sexuálně motivované vraždy. XIV. soudnělékařský den ÚSL LF UK a FN HK, Hradec Králové, 23. 9. 2016.
17. KUČEROVÁ, Š. HEJNA, P., ŠAFR, M., RYŠKA, A. Tamponáda srdce – diagnóza za odměnu? XXIV. Ostravské dny forezních věd Ostrava. 5. – 7. 10. 2016.

18. KUČEROVÁ, Š., ZÁTOPKOVÁ, L., ŠAFR, M., HEJNA, P. Smrtící plynovka: More or Less Than Lethal? 5. Slovensko-Českého zjazdu súdneho lekárstva s medzinárodnou účasťou. Martin. 12. – 13. 10. 2016.
19. KUČEROVÁ, Š., ZÁTOPKOVÁ, L., NOVOTNÝ, V., UBLOVÁ, M., ŠAFR, M., HEJNA, P. LUCAS: „Safe and effective“. IX. Mezinárodní kongres úrazové chirurgie a soudního lékařství. Mikulov. 14. – 15. 9. 2017.
20. KUČEROVÁ, Š., UBLOVÁ, M., ZÁTOPKOVÁ, L., KOVAŘÍK, D., LACINA, P., ŠAFR, M., HEJNA P. Po stopách krve aneb krevní stopy na místě nálezu mrtvého těla. XV. soudnělékařský den pro orgány činné v trestním řízení ÚSL LF UK a FN HK, Hradec Králové. 19. 9. 2017.
21. KUČEROVÁ, Š., UBLOVÁ, M., ZÁTOPKOVÁ, L., KOVAŘÍK, D., LACINA, P., HEJNA, P. Diagnostický význam post-mortem CT u poranění elektrickým proudem. XXV. Ostravské dny forezních věd. Ostravice. 18. – 19. 10. 2017.
22. KUČEROVÁ, Š., ZÁTOPKOVÁ, L., a kol. Resuscitační artefakty ze soudnělékařské perspektivy. Přednáška pro ČLS JEP Patologie Havlíčkův Brod, Havlíčkův Brod. 26. 10. 2017.
23. KUČEROVÁ, Š., UBLOVÁ, M., ZÁTOPKOVÁ, L., HEJNA, P. Klinické forezní vyšetřování na soudnělékařských pracovištích v ČR. 6. česko-slovenský sjezd soudního lékařství s mezinárodní účastí. České Budějovice. 12. – 13. 4. 2018.
24. POHLOVÁ KUČEROVÁ, Š. a kol. Hypertermie. Dvojnásobné úmrtí při regeneraci. XVI. soudnělékařský den ÚSL LF UK a FN HK, Hradec Králové. 21. 9. 2018.
25. KUČEROVÁ, Š., ZÁTOPKOVÁ, L., ŠAFR, M., HEJNA, P. Dvojnásobné úmrtí při regeneraci aneb podomácku vyrobené peklo. XXVI. Ostravské dny forezních věd Ostrava. 10. – 12. 10. 2018.
26. POHLOVÁ KUČEROVÁ, Š. Dvojnásobné úmrtí při regeneraci aneb podomácku vyrobené peklo. Přednáška pro ČLS JEP Patologie Havlíčkův Brod, Havlíčkův Brod. 25. 10. 2018.
27. POHLOVÁ KUČEROVÁ, Š. Termické poranění vysokou teplotou – celkový účinek nadměrného tepla. Kurz IPVZ – Porušení zdraví a smrt v důsledku teplotních extrémů. Praha. 29. 11. 2018.
28. POHLOVÁ KUČEROVÁ, Š. Smrt v lavině. Kurz IPVZ – Porušení zdraví a smrt v důsledku teplotních extrémů. Praha. 29. 11. 2018.
29. POHLOVÁ KUČEROVÁ, Š., ŠAFR, M., KREBSOVÁ, A., ZEMAN, M., HEJNA, P. Genetická pitva. XX. Rozmaričovy soudně lékařské pracovní dny, Kouty nad Desnou. 24.–26. 4. 2019.
30. POHLOVÁ KUČEROVÁ, Š. a kol. Cestování branou smrti tam a zpět: Fatální vyústění zneužívání veterinárních léčiv. 52. Krsekova súdnolekárska konferencia s medzinárodnou účasťou. Bratislava. 29. 5 – 1. 6. 2019.
31. POHLOVÁ KUČEROVÁ, Š. a kol. Genetická pitva. XVII. Soudnělékařský den pro orgány činné v trestním řízení. Hradec Králové. 17. 9. 2019.

*V seznamu uvedeny pouze přednášky, kde autorka prvním autorem. Dále spoluautorkou dalších 42 přednášek.*

#### **Plakátová sdělení na odborných setkáních:**

1. KUČEROVÁ, Š., ŠAFR, M., HEJNA, P., UBLOVÁ, M., ZÁTOPKOVÁ, L. Pancéřové srdce. 4. Česko-slovenský sjezd soudního lékařství 15. – 16. 5. 2014.
2. KUČEROVÁ, Š., LACINA, P., ZÁTOPKOVÁ, L., UBLOVÁ, M., ŠAFR, M., HEJNA, P. Smrtné napadení domácím mazlíčkem aneb pes, nejlepší přítel člověka. XIII. soudnělékařský den ÚSL LF UK a FN HK, Hradec Králové, 10. 9. 2015.

3. KUČEROVÁ Š, ZÁTOPKOVÁ L, UBLOVÁ M, KOVAŘÍK D, LACINA P, ŠAFR M, HEJNA P. Utonutí. XV. soudnělékařský den pro orgány činné v trestním řízení ÚSL LF UK a FN HK, Hradec Králové, 19. 9. 2017.
4. KUČEROVÁ Š, ZÁTOPKOVÁ L, UBLOVÁ M, KOVAŘÍK D, LACINA P, ŠAFR M, HEJNA P. Benefity CT vyšetření v soudním lékařství. XVI. soudnělékařský den ÚSL LF UK a FN HK, Hradec Králové, 21. 9. 2018
5. POHLOVÁ KUČEROVÁ, Š., KOVAŘÍK, D., ZÁTOPKOVÁ, L., UBLOVÁ, M., LACINA, P., ŠAFR, M., HEJNA, P. Identifikace – vnitřní prohlídka. XVII. Soudnělékařský den pro orgány činné v trestním řízení. Hradec Králové. 17. 9. 2019.

*V seznamu uvedena pouze plakátová sdělení, kde autorka prvním autorem. Dále spoluautorkou dalších 8 plakátových sdělení.*