



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Zobrazování těl zemřelých pomocí výpočetní tomografie

Imaging Dead Bodies Using Computed Tomography

Bakalářská práce

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Radiologický asistent

Autor bakalářské práce: Tereza Filipková

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Ondřej Krahula, MBA

Kladno 2021



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Filipková** Jméno: **Tereza** Osobní číslo: **487459**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Specializace ve zdravotnictví**
Studijní obor: **Radiologický asistent**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Zobrazování těl zemřelých pomocí výpočetní tomografie

Název bakalářské práce anglicky:

Imaging Dead Bodies Using Computed Tomography

Pokyny pro vypracování:

Předmětem bakalářské práce bude zpracování problematiky provádění zobrazení těl zemřelých pomocí výpočetní tomografie pro potřeby vykonání soudní pitvy. V teoretické části bakalářské práce bude popsáno soudní lékařství, přehled zobrazovacích metod a v neposlední řadě úloha radiologického asistenta při vyšetřeních. V praktické části budou rozebrány minimálně 3 kazuistiky a následně porovnán sběr dat z provedených vyšetření za poslední 2 roky získaný na dvou pracovištích soudního lékařství v ČR, které disponují CT přístrojem. Statisticky budou zpracovány indikace provedení zobrazení, korelace CT nálezu a výsledku soudní pitvy z pohledu příčiny úmrtí, výtěžnost zobrazení a počty prováděných zobrazení v rámci celkové vytíženosti pracoviště.

Seznam doporučené literatury:

- [1] MALÍKOVÁ, Hana, Základy radiologie a zobrazovacích metod, Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2019, ISBN 978-80-246-4036-5
- [2] HIRT, Miroslav a František VOREL, Soudní lékařství, ed. Grada Publishing, Praha, 2016, ISBN 978-80-247-5680-6
- [3] Peter Mygind Leth, Computed Tomography in Forensic Medicine, Danish Medical Journal, ročník 62, číslo 6, 2015

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

Mgr. Ondřej Krahula, MBA

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **15.02.2021**

Platnost zadání bakalářské práce: **18.09.2021**

doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) katedry

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
podpis děkana(ky)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Vyšetřování těl zemřelých pomocí výpočetní tomografie vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Praze dne 11.05.2021

.....
Tereza Filipková

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych ráda poděkovala svému vedoucímu práce, Mgr. Ondřeji Krahulovi, MBA, za jeho trpělivost, ochotu a odborné vedení. Také děkuji prim. MUDr. Václavu Horákovi, MUDr. Zděnce Sladké a MUDr. Pavlovi Paškovi za jejich cenné rady a poskytnutí podkladů pro praktickou část. Za vstřícnost a spolupráci děkuji také Haně Amslerové z Ústřední vojenské nemocnice – Vojenské fakultní nemocnice v Praze.

V neposlední řadě mé díky patří také prof. MUDr. Petrovi Hejnovi, Ph.D., MBA za umožnění realizace praktické části na pracovišti soudního lékařství v Hradci Králové, rovněž MUDr. Štěpánce Pohlové Kučerové, Ph.D. za její ochotu a poskytnutí podkladů k praktické části a Václavu Novotnému za jeho vstřícnost a veškerý věnovaný čas při zpracování mé bakalářské práce.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá problematikou zobrazování těl zemřelých pomocí výpočetní tomografie v oboru soudního lékařství. Téma je velice aktuální vzhledem k relativně rychlému vývoji zobrazovacích modalit a jejich následné aplikaci nejen v oblasti radiodiagnostiky.

Teoretická část obsahuje seznámení se soudním lékařstvím, popisuje modalitu využívané ve forenzní radiologii a charakterizuje úkony prováděné radiologickým asistentem na pracovišti.

V praktické části je hlavním cílem shromáždění a analýza dat z posledních dvou let získaných ze dvou pracovišť soudního lékařství v České republice, která disponují samostatnou výpočetní tomografií pro vlastní účely. Rozebrány jsou tři kazuistiky zaměřené na různé typy smrtelného poranění. Všechny případy prošly vyšetřením pomocí výpočetní tomografie, aby bylo možno určit, zda je tato modalita dostatečným přínosem k následnému provedení surové pitvy.

Výstupem práce je zjištění, že využití výpočetní tomografie v oboru forenzní radiologie má smysl ve všech indikovaných případech. Díky dokonalejšímu rozlišení výsledných snímků a možnosti trojrozměrné rekonstrukce jsou soudní lékaři schopni naplánovat provedení pitvy se smysluplnějším postupem a určit předběžný výsledek pitevního nálezu ještě před prvotním řezem. Jediným nedostatkem však zůstává finanční stránka věci a nemožnost tak rozšíření modalit na více pracovištích soudního lékařství.

Klíčová slova

Post mortem; výpočetní tomografie; soudní lékařství; radiologický asistent; zobrazování; indikace

ABSTRACT

This bachelor thesis is discussing the issue of displaying dead bodies with a help of computed tomography in forensic medicine. It is a current topic due to a relatively rapid development of imaging modalities and their use not only in the field of radiodiagnostics.

The theoretic part includes the introduction to forensic medicine, describes modalities that are being used in forensic radiology and characterizes all the tasks that are being made by the radiologic assistant in the work field.

The main goal of the practical part is collecting and analazing all data from last two years, straight from two workplaces of forensic medicine in the Czech Republic that have their own computed tomography for their own purpose. There are three case studies that are focusing on different types of fatal injuries. All cases were examined with the help of computed tomography, in order to determine if this modality has a sufficient benefit with the dissection that is following up.

The output of this bachelor thesis is a determination that usage of computed tomography in the field of forensic radiology is useful in all indicated cases. Thanks to better image resolution of the final pictures and the possibility of 3D reconstruction, the doctors are able to plan the steps ahead with a meaningful approach and determine a preliminary result of the dissection finding even before the first cut. The only negative remaining is the financial side of this method, which causes that is it not possible to use it in more workplaces of forensic medicine.

Keywords

Post mortem; computed tomography; forensic medicine; radiologic assistant; imaging; indication

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Cíle práce.....	10
3	Přehled současného stavu	11
3.1	Soudní lékařství	11
3.1.1	Postup při úmrtí	12
3.1.2	Druhy pitev	12
3.1.3	Indikace k použití zobrazovacích modalit v soudním lékařství ..	13
3.1.4	Smrt	14
3.1.5	Posmrtné změny	15
3.2	Zobrazovací metody.....	19
3.2.1	Rentgenové záření.....	19
3.2.2	Mobilní RTG přístroj a C-rameno	21
3.2.3	Výpočetní tomografie	23
3.3	Historie CT	23
3.4	Princip snímání CT přístrojem	24
3.5	Nastavení parametrů	27
3.6	Rekonstrukce CT obrazu	27
3.7	Vyšetření pomocí CT v konkrétních případech	28
3.7.1	Identifikace	28
3.7.2	Střelná poranění	29
3.7.3	Ostrá poranění silou.....	30
3.7.4	Tupá poranění.....	30
3.7.5	Zlomeniny	30
3.7.6	Popáleniny.....	31

3.7.7	Patologické hromadění plynů	31
3.8	Úloha radiologického asistenta při vyšetření.....	31
4	Metodika.....	36
5	Výsledky.....	38
5.1	Indikace k pmCT vyšetření	38
5.2	Počet provedených pmCT vyšetření.....	40
5.3	Počet pmCT zobrazení v rámci celkové výtěžnosti pracoviště.....	43
5.4	Kazuistika 1 (letecká nehoda).....	45
5.4.1	Výtěžnost pmCT zobrazení	45
5.4.2	Korelace CT nálezu a výsledku soudní pitvy	46
5.5	Kazuistika 2 (teroristický útok)	50
5.5.1	Výtěžnost pmCT zobrazení	50
5.5.2	Korelace CT nálezu a výsledku soudní pitvy	50
5.6	Kazuistika 3 (polytrauma).....	55
5.6.1	Výtěžnost pmCT zobrazení	55
5.6.2	Korelace CT nálezu a výsledku soudní pitvy	55
6	Diskuze	61
7	Závěr	66
8	Seznam použitých zkratk.....	67
9	Seznam použité literatury	69
10	Seznam použitých obrázků	72
11	Seznam použitých tabulek.....	73

1 ÚVOD

Využití zobrazovacích metod nachází v oboru soudního lékařství stále větší uplatnění. Nelze předpokládat, že by v blízkých letech byly schopny plně nahradit pitvu „krvavou“, ale již teď můžeme konstatovat, že forenzní radiologie je nezastupitelným pomocníkem při provádění běžných pitev v konkrétních případech. Ve světě je využití post mortem výpočetní tomografie (dále jen pmCT) běžné, a dokonce je známo pod vlastním názvem „Virtopsy“. Do roku 2015 bylo v České republice provedení virtuální pitvy raritou. V současnosti u nás disponují samostatným CT přístrojem pouze dvě soudnělékařská pracoviště – Ústav soudního lékařství Hradec Králové a Vojenský ústav soudního lékařství Ústřední vojenské nemocnice – Vojenské fakultní nemocnice Praha (dále jen ÚSL HK a VÚSL ÚVN-VoFN). Postupně zcela nahrazují výchozí konvenční skiografický přístroj, a to právě díky své možnosti trojrozměrného (dále jen 3D) zobrazení sloužícího k lepší orientaci lékaře před provedením pitvy, případně díky kvalitnějšímu snímku pro potvrzení trestného činu. Aplikace magnetické rezonance (dále jen MR) na oddělení soudního lékařství v ČR je prozatím nedostupná zejména z důvodu vysokých nákladů pro samotnou realizaci.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je objasnění přínosu CT přístroje pro potřeby provedení soudní pitvy na oddělení soudního lékařství v ČR.

Teoretická část vysvětluje obor soudního lékařství, představuje zobrazovací modalitu využívané ve forenzní radiologii a popisuje postup všech prováděných výkonů radiologického asistenta (dále jen RA) při vyšetřeních. Popis zobrazovacích modalit věnuje větší část zejména provozu CT přístroje a jeho využití v konkrétních případech.

Praktická část je zaměřená na srovnání dvou pracovišť soudního lékařství v ČR, která disponují samostatným CT přístrojem. Porovnávány jsou především indikace k pmCT vyšetření, počty prováděných pmCT vyšetření a výtěžnost pmCT zobrazení v rámci celkové výtěžnosti pracovišť. Všechna data jsou shromážděna a statisticky zpracována za poslední dva roky, tedy za roky 2019 a 2020. Dále jsou v praktické části bakalářské práce rozebrány tři kazuistiky, které se orientují na tři různé typy smrtelného poranění. U všech případů je popsána výtěžnost pmCT zobrazení a korelace pmCT nálezu a výsledku soudní pitvy z pohledu příčiny úmrtí.

3 PŘEHLED SOUČASÉHO STAVU

3.1 Soudní lékařství

Soudní lékařství je samostatný lékařský obor, který je úzce propojen s orgány činnými v trestním řízení, státními zastupitelstvími a soudy. Nezaobírá se pouze medicínskými problémy, nýbrž i forenzními, jak již z názvu vyplývá. Díky jeho interdisciplinárnímu charakteru, který hojně využívá i laboratorních postupů, se zvyšuje úspěšnost při odhalování trestných činů a prevence kriminality. Byť je obecně známo, že s rozvojem společnosti stoupá i počet trestních stíhání. Mezi základní úkony soudního lékařství patří:

- Zjištění příčiny náhlého úmrtí, násilného úmrtí či sebevraždy
- Vykonání soudní pitvy dle zákona o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování č. 372/2011 Sb. v novelizovaném znění, zejména zákona č. 147/2016 Sb.
- Určení míry zdravotního postižení živých osob
- Analýza toxikologických a biologických vzorků a následné určení postupu léčby, nebo zda zavdává okolnost, která má být zohledněna při rozhodování o vině a trestu
- Posouzení správného lékařského postupu při úmrtí pacienta apod.

Vzhledem k variabilitě tohoto oboru je soudně-lékařské pracoviště ještě rozděleno do několika sektorů:

- pitevní,
- toxikologické laboratoře,
- histologické laboratoře,
- fotodokumentace a radiodiagnostická (dále jen RDG) dokumentace,
- antropologie,
- genetiky,

- sérologie.

Mimo jednotlivé sektory je důležité, aby pracoviště disponovalo místností pro komunikaci s pozůstalými, místností sloužící k vyšetřování živých osob a prostory pro identifikaci zemřelých [1, 2].

3.1.1 Postup při úmrtí

Kdokoliv nalezne tělo bez známek života je ze zákona povinen oznámit tuto skutečnost na jednotné evropské číslo tísňové linky 112. Přivolaný lékař po konstatování smrti okamžitě informuje Policii České republiky (dále jen PČR) v následujících případech:

- úmrtí způsobené sebevraždou nebo trestným činem;
- smrt osoby neznámé identity;
- úmrtí z neznámé příčiny.

Následně přivolaný lékař provede prohlídku těla tak, aby co nejméně porušil případné důkazy, určí přibližné datum a čas smrti, předpokládanou příčinu úmrtí a indikuje provedení pitvy. Dále vyplní tzv. list o prohlídce zemřelého a informuje rodinu nebo osoby blízké o této události. Je také povinen jim poskytnout informace o druhu a poskytovateli pitvy [3, 4].

3.1.2 Druhy pitev

Zdravotní pitva je indikována, pokud:

- osoba zemřela náhle a není známá její příčina smrti;
- ke smrti došlo násilím nebo osoba spáchala sebevraždu;
- existuje podezření, že ke smrti došlo selháním zdravotnického personálu;
- při podezření na úmrtí vlivem požití návykových látek;

- u osob zemřelých ve vazbě [4].

Soudní pitva se provádí stejně jako pitva zdravotní na oddělení soudního lékařství a je předepsaná vždy, pokud nastane podezření, že smrt osoby byla způsobena trestným činem. Existují výjimečné případy, ke kterým může dojít během pitev zdravotních, patologicko-anatomických nebo anatomických, kdy lékař nabývá jakýchkoliv pochybností, že smrt osoby nenastala samovolně nebo vlivem působící nemoci. Lékař je povinen pak tuto skutečnost oznámit PČR, která následně rozhodne o přerušení takovéto pitvy a přehodnocení na pitvu soudní, anebo o pokračování v jedné z výše zmíněných druhů pitev. Po ukončení pitvy vydá soudní lékař tzv. znalecký posudek. Ten obsahuje nález a vlastní posudek, které jsou doplněny znaleckou doložkou opatřené pečeti a vlastním podpisem znalce. Takto kompletní znalecký posudek pak slouží jako důkazní prostředek v trestním řízení. Nález popisuje průběh pitvy a všechny výsledky laboratorních testů. Vlastní posudek zodpovídá na dotazy zadavatele a nesmí se odlišovat od faktů zmíněných v nálezu. Veškeré finanční náklady soudní pitvy hradí orgán činný v trestním řízení včetně převozu těla [1, 2, 4, 5].

3.1.3 Indikace k použití zobrazovacích modalit v soudním lékařství

Rozvoj forenzní radiologie výrazně ulehčil práci soudním lékařům. Zobrazovací modalit jsou indikovány v případech:

- identifikace neznámé osoby (hromadné katastrofy, nalezené tělo bez dokladů totožnosti);
- objasnění příčiny úmrtí;
- lokalizace cizího tělesa nebo potvrzení jeho přítomnosti;
- střelná a bodnořezná poranění;
- tupé úrazy hlavy;
- dopravní nehody;

- letecké nehody;
- pády z výšek;
- výbušná poranění;
- uhořelá těla;
- uškrcení;
- vyšetření dětí a mladistvých do 18 let;
- hniloby;
- těla vytažená z vody [7].

3.1.4 Smrt

Smrt definuje zákon č. 285/2002 Sb. o darování, odběrech a transplantacích tkání a orgánů jako „*nevratnou ztrátu funkce celého mozku včetně mozkového kmene nebo nevratnou zástavu krevního oběhu.*“ Základním principem je *zástava dodávky kyslíku*“ [1, str. 33].

Ke smrti může docházet bezprostředně při zraněních neslučitelných se životem nebo postupně např. při dlouhé těžké nemoci. Typickým znakem umírání je selhání jedné nebo kombinací všech tří soustav – dýchací, oběhové a centrální mozkové (dále jen CNS). Podle druhu selhání soustavy pak můžeme smrt rozdělit na:

- a) **klinickou** – zástava dýchání a krevního oběhu, CNS funkce je zachována
- b) **biologickou** – dochází k nevratnému poškození CNS včetně zástavy dýchání i selhání krevního oběhu.

Ovšem nefunkčnost i jakékoliv jiné orgánové soustavy může způsobit smrt, či nemoc, vlivem které následně dochází k selhání celého organismu [1].

Určování smrti je v některých případech obtížné a je snadné jej zaměnit s tzv. zdánlivou smrtí (*vita minima*), ke které dochází při zásahu elektrickým proudem

nebo bleskem, při otravě (obzvláště hypnotiky), při těžkém podchlazení, utonutí či kómatu. Velkou pozornost musíme věnovat především jasným a nejasným známkám smrti. Pro nejasnou smrt jsou hlavními příznaky zejména nehmatný pulz, slabý srdeční rytmus, bledost kůže, pokles teploty, areflexie, neslyšitelné dýchání, případně Tonelliho příznak (ten však vymizí přibližně za 1 – 2 hodiny a nelze ho diagnostikovat u oběšených, utopených či osob s glaukomem). Při takovýchto příznacích je nutné okamžité zahájení resuscitace, a to do doby, dokud se znovu neobnoví činnost srdečního rytmu, anebo dokud se neobjeví další typické známky smrti. Naopak jasné známky smrti můžeme rozdělit na časné a pozdní a dále pak chemické či fyzikální (viz Tab. 1) [1, 2].

Posmrtné změny	Časné	Pozdní
Fyzikální	bledost chladnutí posmrtné skvrny difúze tekutin a plynů zasychání	mumifikace
Chemické	autolýza ztuhlost	hniloba adipocire

Tab. 1 – Přehled posmrtných změn [1]

3.1.5 Posmrtné změny

Bledost (palor mortis) je jedna z nejčastějších známek smrti, kterou jsme schopni pozorovat pouhým okem. Velice výrazná je u osob, které zemřely v důsledku velké ztráty krve, a naopak hůře se hodnotí u lidí, kteří mají vysoké

hladiny melaninu, karotenu a hemoglobinu. „Vzniká posmrtnou kontrakcí (stažením) arteriol (tepének) na periferii kožního cévního řečiště. Krev je vytlačena z arteriálního do žilního řečiště, odkud pak klesá působením gravitace do níže položených částí těla“ [1, str. 35]. Pokud organismu chybí kyslík a živiny v životně důležitějších orgánech, než je kůže, může dojít k jejich transportu za současného zblednutí kůže ještě u živého organismu [1, 2].

Posmrtné chladnutí těla (algor mortis) se vyskytuje z počátku hlavně v periferních částech těla, jako jsou konce prstů na ruce a nohou. Průměrná teplota zdravého organismu se pohybuje okolo 37 °C. Při smrti dochází k přizpůsobení teploty mrtvého těla okolnímu prostředí. Logicky se dá říct, že v letním období tělo chladne pomaleji než v zimě, ale existuje mnoho dalších faktorů, které ovlivňují rychlost chladnutí zemřelého. Při určování doby smrti hraje chlad těla důležitou roli, ale rozhodně není klíčovým faktorem. Teplotu měříme v konečníku (rektu) teploměrem v hloubce cca 10 cm. Měření probíhá celkem třikrát s půlhodinovými rozestupy a současně měříme i teplotu okolí. Obecně tělesná teplota klesá přibližně o 1 °C za hodinu, z počátku pomaleji a postupně zrychluje. Nicméně toto tvrzení je sporné, neboť musíme brát v úvahu i počet vrstev oblečení, celkovou váhu zemřelého, proudění okolního vzduchu, příčinu úmrtí, aj. [1, 2].

Posmrtné skvrny (livore mortis) se začínají projevovat za cca 2 – 3 hodiny a zcela vyvinuté bývají po 6 hodinách od smrti. Jsou zapříčiněny působením zemské gravitace, kdy krev klesá do nejnižší položených částí těla. Zprvu mohou lehce zanikat pouhým tlakem prstů, postupně je tlak nutné zvyšovat až nakonec po zhruba dvou dnech k jejich vymizení vlivem jakékoliv síly nedojde vůbec. Jejich tvar je zpočátku ostrůvkovitého typu, postupně vytváří souvislé plochy. Při poloze mrtvolky na zádech se posmrtné skvrny objeví na zadní části těla, zejména v krajině šíjové, a při poloze na břicho je tomu naopak. Příčinu smrti

můžeme posuzovat i podle barvy skvrn, která se pohybuje v rozsahu sytě červené až po tmavě modrofialovou. Kupříkladu intoxikace oxidem uhelnatým nebo zmrznutí značí třešňově červená až rybízová červená barva skvrn, protože v krvi dochází k pevné vazbě kyslíku na hemoglobin. Při udušení mají skvrny tmavě modrofialovou barvu v důsledku velké spotřeby kyslíku i z venózní krve a krev zůstává tekutá [1, 2].

Posmrtná ztuhlost (rigor mortis) je ztráta napětí jak v hladkém, tak v příčně pruhovaném svalstvu. Do 2 hodin od smrti je viditelná pouze na některých částech těla, ale úplnou posmrtnou ztuhlost můžeme pozorovat již za 6 – 12 hodin od selhání základních životních funkcí. Je zapříčiněna poklesem kyseliny adenosintrifosforečné (dále jen ATP) ve svalstvu pod 85 % základní hodnoty. Ztuhlost svalstva závisí zejména na celkové stavbě svalů mrtvého a teplotě okolního prostředí. Trvá zpravidla dva dny, načež postupně ustupuje až vymizí úplně. Začíná i mizí podle tzv. Nystenova pravidla, kdy dochází k tuhnutí svalů nejdříve v obličejové části těla, následuje oblast šíje, trupu, horních končetin a končí na dolních končetinách. Mrtvole nelze otevřít ústa, má pevně sevřené prsty, které nelze běžnou lidskou silou narovnat, má ohnuté končetiny v kloubech a občas se může vyskytovat i husí kůže. K potlačení ztuhlosti dochází při manipulaci s mrtvým tělem. To je však možné pouze do 6 – 8 hodin, poté je ireverzibilní. Velmi vzácně se setkáváme s tzv. kataleptickou ztuhlostí charakteristickou okamžitým ztuhnutím svalstva v době smrti. K tomuto typu ztuhlosti dochází zvláště při násilné smrti, hlavně při úrazech mozku nebo při zásahu elektrickým proudem [1, 2].

Autolýza (autolysis) je proces, kdy se samovolně rozpadají buňky a tkáně v důsledku porušení intracelulárního metabolismu. Nastupuje ihned po smrti primárně ve tkáních, které obsahují trávicí enzymy. Můžeme ji pozorovat pouze pod mikroskopem [1, 2].

Hniloba je rozklad těla způsobený bakteriemi, plísněmi a jinými nižšími živočichy pocházejícími primárně ze střev a je doprovázen hnilobnými plyny (např. H_2S , NH_2 , CH_4). Tento proces je ovlivněn vlhkostí a teplotou okolního prostředí, popřípadě se pravděpodobnost zvyšuje s přítomností sepsy mrtvého. Nejčastěji se setkáváme s tzv. ascendentním typem hniloby, pro které je typické zelené zbarvení kůže na pravém segmentu břicha postupující na celé tělo. Opakem je descendentní typ hniloby, který se šíří od hlavy a horní části trupu. Ten se vyskytuje zejména u zemřelých zahalených po krk nebo u utopených. Kromě zbarvení kůže dochází také k nafouknutí šourku a pyje u mužů, prsou u žen, břicha, rtů či k vystoupení očních bulbů. Vznikají puchýře vyplněné hnilobnou tekutinou, které lze občas zaměnit s popáleninami. Přibližně za 2 – 3 týdny dochází k samovolnému vypadávání vlasů a nehtů a následně proces hniloby přechází ve tlení, kdy z těla vymizí veškeré tekutiny a tělo vysychá [1, 2].

Mumifikace je vyschnutí těla způsobené odpařením veškeré tekutiny z organismu, které zapříčiní, že výsledná váha těla se pohybuje okolo 5 – 10 kg. Vlivem vyschnutí těla kůže nasedá těsně na kostru, je velmi tvrdá a má tmavě hnědou až černou barvu. Očekává se nejčastěji u zemřelých nalezených v teplém a suchém prostředí, kde volně proudí vzduch [1, 2].

Adipocire (zmýdelnění) nebo-li rozklad těla pozorujeme, když se lidský tuk vlivem enzymů anaerobních bakterií rozloží na mastné kyseliny a následně se díky hydrogenaci hořecnatých a vápenatých iontů mění na voskovitou hmotu. Je typická pro vlhké prostředí bez přístupu vzduchu, stojaté vody nebo jílové půdy. Prvním signálem je macerace začínající na konečcích prstů. Následné zmýdelnění postupuje od tváří (přes prsa u žen) až po plosky nohou směrem z povrchu do hloubky. Kůže je bílá, mazlavá a intenzivně zapáchá. Po vytažení těla na vzduch kůže vyschne, ztvrdne a začne se drolit [1, 2].

3.2 Zobrazovací metody

Ve forenzní radiologii jsou nejhojněji využívány dvě zobrazovací metody. Mezi ně patří skiografie pomocí mobilního rentgenového (dále jen RTG) přístroje (případně C-rameno) a CT. Je možno využít i MR, ale ta najde uplatnění zejména v západních či skandinávských zemích. Použití MR pro účely soudní pitvy vyžaduje obrovské finanční náklady, včetně požadavku na prostory pro umístění přístroje. Celková doba vyšetření oproti CT snímání je značně delší. Výhodou při volbě MR pro soudní účely, je lepší kontrast měkkých tkání, což v praxi není stěžejní informací k finálnímu závěru pitvy [6, 7].

3.2.1 Rentgenové záření

Pro diagnostické zobrazení RTG a CT přístrojem se využívá RTG záření. Jedná se o pronikavé elektromagnetické vlnění s vysokou frekvencí o vlnové délce $10^{-8} - 10^{-12}$ m. Toto záření je pojmenováno podle svého objevitele, Wilhelma Conrada Röntgena, z roku 1895 [8, 9, 10].

Podle způsobu vzniku rozeznáváme dva druhy RTG záření – brzdové a charakteristické. K brzdovému záření dochází při prudkém zabrždění urychlených elektronů a charakteristické vzniká přestupem elektronů ve vnitřních obalech atomu [11, 12].

Principem RTG záření je jeho odlišná absorpce při průchodu látkami, kde dochází k ionizaci a excitaci. Určitá část záření se při průchodu tělem absorbuje, zbytek se rozptýlí nebo projde objemem úplně. Čím je záření měkčí (tzn. čím větší má vlnovou délku), tím více je pohlceno. Uvádí se, že intenzita záření klesá se čtvercem vzdálenosti od zdroje. Výhodou u forenzní radiologie je fakt, že není nutné dbát na ionizační zátěž ozářené osoby narozdíl od živého pacienta, kde apelujeme na diagnostický přínos ozáření na rozdíl od radiační zátěže [6, 10, 12].

Rentgenka

RTG záření vzniká v rentgence, kterou představuje vakuová skleněná trubice chlazená olejem, připojená v obvodu střídavého vysokofrekvenčního napětí. Je uložena ve stínícím obalu s kolimátorem sloužícím k usměrnění RTG svazku. Nezbytnými komponenty každé rentgenky jsou dvě elektrody – záporná katoda a kladná anoda, mezi nimiž neustále proudí vysoké napětí v řádech desítek kilovoltů. Tyto dvě elektrody jsou umístěny v evakuované baňce rentgenky udržující vakuum ve skleněné trubici a odstiňuje záření vzniklé po dopadu elektronů mimo terčík (anodu) [8, 11].

Katoda

Katoda je tvořena nažhaveným wolframovým vláknem připojeným na elektrický proud. Tím dochází ke zvýšení teploty vlákna a následně k termoemisi elektronů z něj. Množství emitovaných elektronů závisí na výšce teploty nažhaveného vlákna. Je důležité, aby urychlené elektrony byly usměrněny do úzkého svazku a dopadaly na anodu. Regulace elektronů docílíme použitím fokusačních mističek, které eliminují odpudivost elektronů vylétajících z katody. Jejich uplatněním získáme výsledný snímek s lepším prostorovým rozlišením [8, 11].

Anoda

Anoda je vyrobena z kovu s vysokým atomovým číslem, nejčastěji z wolframu. Slouží jako terčík pro dopadající elektrony prostupující obaly atomů diody, se kterými interagují a tím uvolňují velkou část své kinetické energie. Tato energie je následně přeměněna pouze na 1 % potřebného RTG záření a na 99 % tepla. Díky vysoké produkci tepla je nutné, aby byla anoda ochlazována a byla vyrobena z vhodného materiálu z důvodu prevence jejího poškození [11].

3.2.2 Mobilní RTG přístroj a C-rameno

Pojízdné skiagrafické přístroje doplňují soudní pitvy již od 70. let minulého století. Ve forenzní radiologii se můžeme setkat nejčastěji se dvěma typy mobilních RTG přístrojů. Avšak s postupným vývojem technologií začínají být nahrazovány CT. Přístrojovou rekonstrukcí se nijak zásadně neliší od těch klasických, kterými snímujeme živé pacienty. Naopak je zde kladen větší požadavek na schopnosti RA, který si často musí poradit s nestandardními projekcemi vzhledem k devastaci těla zemřelého [6].

Typický pojízdný skiagrafický přístroj se skládá z pohyblivého ramene umožňující rotační pohyb o 360°, na kterém je umístěna rentgenka. Systém filtrů nacházejících se pod rentgenkou je využíván k odfiltrování měkkého RTG záření zvyšujícího radiační zátěž pacienta (v našem případě nepotřebné). Dalšími důležitými komponenty jsou primární a sekundární clony. Primární clona ohraničuje velikost ozářeného pole a je umístěna mezi rentgenkou a pacientem, naopak sekundární clona snižuje existenci rozptýleného sekundárního záření a je umístěna mezi pacientem a detektorem záření. Důležitým prvkem přístroje je ovládací panel, kde nastavujeme jak základní informace o vyšetření, tak i expoziční parametry a celý ovládací systém včetně expozičního ovladače. Přístroj funguje po zapojení kabelem do klasické 220 V zásuvky nebo je možno u některých typů využívat baterie, které navíc usnadňují manipulaci s přístrojem [8, 13].

Lehce netypickou skiagrafickou modalitou je tzv. C-rameno. Odlišuje se hlavně svou konstrukcí, kdy rentgenku i detektor najdeme na společném pohyblivém C-rameni. Mezi další součásti přístroje patří zesilovač obrazu a monitor, který je součástí přístroje nebo ho lze připojit navíc. Díky němu jsme schopni vidět výsledný snímek na obrazovce téměř okamžitě po expozici. Větší

využití má ovšem spíše na operačních sálech, kde je lůžko pacienta rentgen transparentní oproti vyšetřovacímu stolu na pitevním sále [14].

Snímkuje se zásadně vždy před zahájením soudní pitvy. Pokud to situace dovolí, volíme snímkování vleže a ve dvou projekcích na sebe kolmých – předozadní (dále jen AP) a bočné (dále jen LAT). Finální snímky slouží lékařům jako navigace následného provedení pitvy jako takové [6, 13].

Konstrukčně je důležitá především snadná manipulace s přístrojem, aby RA omezil pohyb s tělem mrtvého na co nejmenší možnou míru. Expoziční parametry se u každého vyšetření liší a závisí tedy na fázi rozkladu, ve které se mrtvé tělo nachází. Obecně ale platí, že čím dříve po smrti je osoba vyšetřena, tím menší nároky jsou kladeny na nastavení expozičních parametrů. Mezi přední veličiny, kterých si všímáme a jsme schopni díky nim získat lepší výsledný snímek, patří v první řadě expoziční čas a vzdálenost mezi rentgenkou a vyšetřovacím stolem s tělem. Změnu vzdálenosti využíváme zejména v případě, pokud chceme dosáhnout zeslabení svazku při vyšetření mumifikovaných nebo snímkování kostí. Naopak centrací a cloněním není potřeba se nijak zásadně zabývat. U post mortem vyšetření není důležité, jakou dávku záření aplikujeme a k pohybu těla v tomto případě již také nedochází [6].

3.2.2.1 Přímá a nepřímá digitalizace

Obě zařízení umí využívat nepřímé i přímé digitalizace a výsledný snímek je pak odeslán přes celonemocniční systém PACS z oddělení radiodiagnostiky na oddělení soudního lékařství [13].

Přímá digitalizace, jak již název vypovídá, přímo převádí RTG záření na digitální signál ve flat panel detektoru a díky tomu odpadá nutnost používání vyvolávacích kazet. Naopak nepřímá digitalizace, která je v oboru forenzní

radiologie využívána častěji, používá pro detekci RTG záření kazetu s paměťovou fólií. Celá kazeta se po expozici vkládá do tzv. vyvolávací čtečky, kde je oskenována laserem, výsledek je převeden na digitální snímek, a nakonec je fólie znovu skenována laserem pro vymazání dat a možnost dalšího použití [8].

3.2.3 Výpočetní tomografie

Vyšetření pomocí CT v oboru forenzní radiologie se využívá zhruba od 90. let 20. století. Tento typ zobrazení existuje pod názvem „virtuální pitva“ (virtopsy), který vznikl spojením dvou anglických slov „virtual“ (virtuální) a „autopsy“ (pitva). Jak je již výše zmíněno, v soudní radiodiagnostice postupně plně nahrazuje konvenční skiagrafický přístroj využívaný pro tytéž účely.

Použitím CT nijak nenarušíme tělo zemřelého a zároveň získáme dostatečně užitečná data pro další postup vyšetřování. To je značná výhoda oproti standartní pitvě, kde lékař do těla přímo zasahuje nebo oproti konvenční skiografii, kde je potřeba tělo manuálně nastavit do požadované polohy pro kvalitně diagnostický snímek. Druhou velkou výhodou jsou možnosti postprocessingového zpracování obrazu, kde velkým přínosem pro zjištění mechanismu příčiny smrti jsou 3D rekonstrukce zobrazené části těla případně celého těla. Avšak tímto nelze tvrdit, že virtuální pitva je schopna plně nahradit pitvu reálnou. Neudává přesná data o hodině smrti, ale její výsledky ho mohou značně přiblížit, což hraje obrovskou roli v následujícím forenzním řízení [14, 15].

3.3 Historie CT

Vůbec první použití pmCT na oddělení soudního lékařství proběhlo v Německu v roce 1983. V ČR se tato modalita využívá od roku 1993, kdy byla poprvé použita v Královehradecké fakultní nemocnici při vyšetření ohořelého trupu se střelným poraněním. Samostatné CT vyhrazeno pouze pro soudně

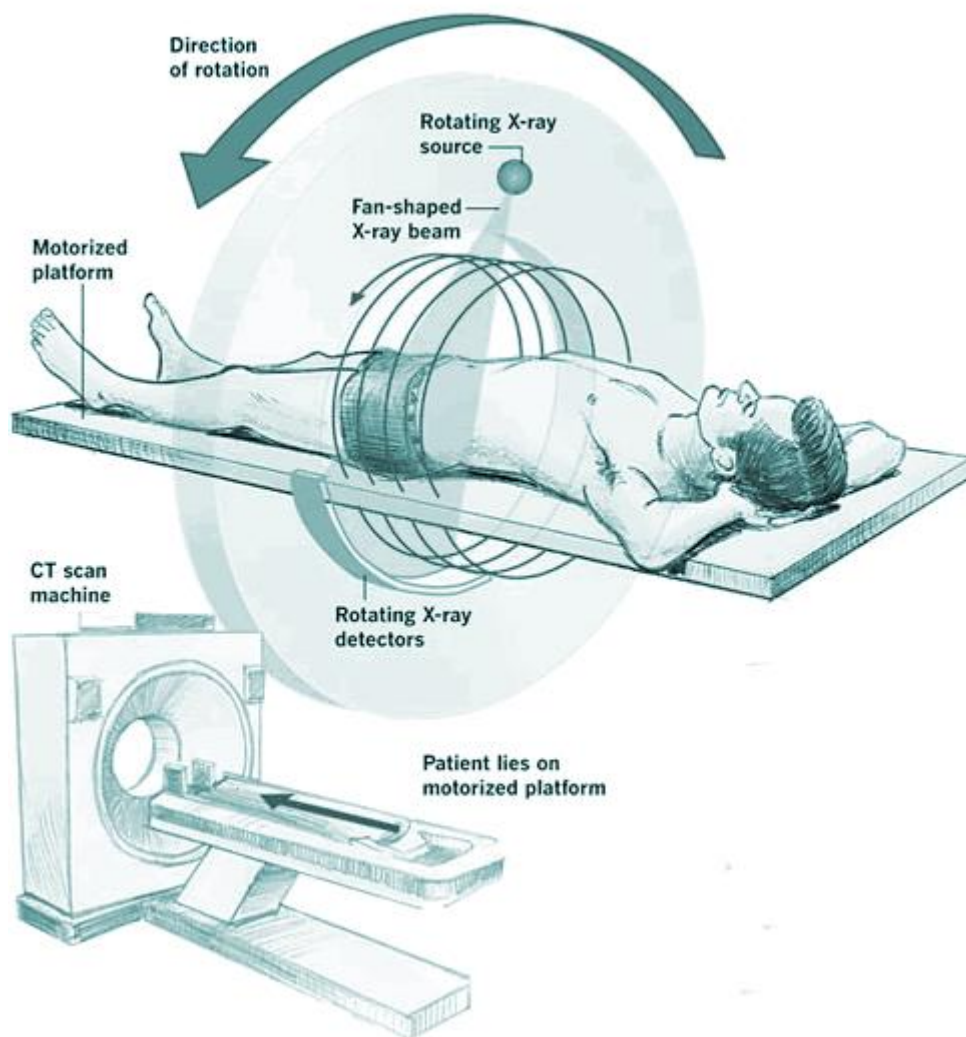
lékařskou diagnostiku však bylo v ÚSL HK a VÚSL ÚVN-VoFN instalováno až v roce 2015 [7].

3.4 Princip snímání CT přístrojem

Nejčastěji využívaným typem této modalit je multidetektorová výpočetní tomografie (dále jen MDCT) zvláště díky svému dokonalému rozlišení a rychlému skenování. Má hned několik výhod oproti běžné skiografii, jejímž výstupem je sumace 3D prozářeného objemu do dvojrozměrné (dále jen 2D) roviny. Během jedné statické expozice se rentgenka ani vyšetřovaný objekt nijak nepohybují a velkou nevýhodou je možné překrytí tkání či orgánů. Naproti tomu rentgenka u MDCT přístroje rotuje kolem pacienta po celou dobu vyšetření a tím dostáváme 3D obraz s vysokým rozlišením nekontrastních měkkých tkání bez jakékoliv sumace vrstev. Principem vyšetření pomocí CT je zobrazení jednotlivých vrstev (řezů) těla. Detektory jsou umístěny naproti rentgence a otáčejí se zároveň s ní ve spirále. Tímto pohybem přístroj s každou rotací získá určitý počet snímků – 4, 8, 16, 64, 128 atd. V drtivé většině případů využíváme ve forenzní radiologii celotělový protokol. Paprsek centrujeme zhruba na temeno hlavy a snímáme až po palce u nohou. Zde nastává problém, kdy některé typy přístrojů nejsou dostatečně vybaveny délkou stolu, aby bylo umožněno vyšetření celého těla na jeden sken. Dříve existoval pouze jeden typ skenování, nazývaný jako sekvenční skenování, pro který je typická rotace rentgenky a detektoru bez pohybu vyšetřovacího stolu. Jednotlivé vrstvy (řezy) jsou tedy snímány postupně za sebou. Dalším typem je tzv. helikální CT, které značně urychluje celkový čas vyšetření a poskytuje lepší kvalitu snímku. To je způsobeno souběžným posunem stolu a otočením rentgenky. V odborné literatuře známo pod názvem pitch faktor udávaný v jednotkách mm [8, 16].

Nezbytnými prvky CT přístroje jsou výkonný počítač pro zpracování a rekonstrukci nasbíraných dat, vyšetřovací stůl pro uložení pacienta a gantry. Ta

obsahuje rentgenku napájenou generátorem, řadu scintilačních detektorů umístěných naproti rentgence, bow-tie filtr a protirozptylovou mřížku. Gantry má kruhový tvar s otvorem uprostřed, kterým prochází stůl s pacientem během skenování a zároveň se po celou dobu vyšetření otáčí kolem své osy díky pohonu elektromotorku. Během jednoho kontinuálního otočení je schopna pořídit 1000 – 3000 projekcí za cca 0,2 – 0,5 sekundy. Rentgenka s výkonem 100 – 120 kW produkuje vějířovitý svazek RTG záření o úhlu 50 – 60°. Její vysoký výkon je důležitý k umožnění velice krátkého expozičního času. Rozmístění detektorů v několika řadách po celém obvodu gantry umožňuje snímání z více úhlů současně a tím následně získáváme řezy ve všech třech rovinách – transverzální, sagitální i koronární. Ty se pak matematickou rekonstrukcí obrazu počítačově přemění na finální snímek. CT detektory využívají pevného scintilačního materiálu sloužícího k převedení energie dopadajících RTG fotonů na fotony viditelného světla. Jedná se zpravidla o keramické krystaly Gd_2O_2S , LSO atd., které musí splňovat dostatečné zeslabení dopadajících RTG fotonů, odolnost proti záření ve smyslu výdrže materiálu a dostatečně rychlou odezvu. Na výstupní straně scintilátoru se nachází fotodiody převádějící fotony viditelného světla na elektrický signál. Jednotlivé scintilátory od sebe musí být odděleny stínícím materiálem, abychom eliminovali zaznamenání interakce v sousedních scintilátorech. Bow-tie filtr je vyroben většinou z hliníku a jeho přední funkcí je tvarování RTG paprsku. Ve většině případů CT přístroj disponuje dvěma filtry určenými pro zobrazení samostatné hlavy a zbytku těla. Protirozptylová mřížka je vyrobená naopak z wolframu a je umístěna ještě před detektorem. Jejím hlavním úkolem je zachycení rozptýleného záření a propuštění záření ve směru původního svazku [8, 11, 12, 17].



Obr. 1 – Výpočetní tomografie [18]

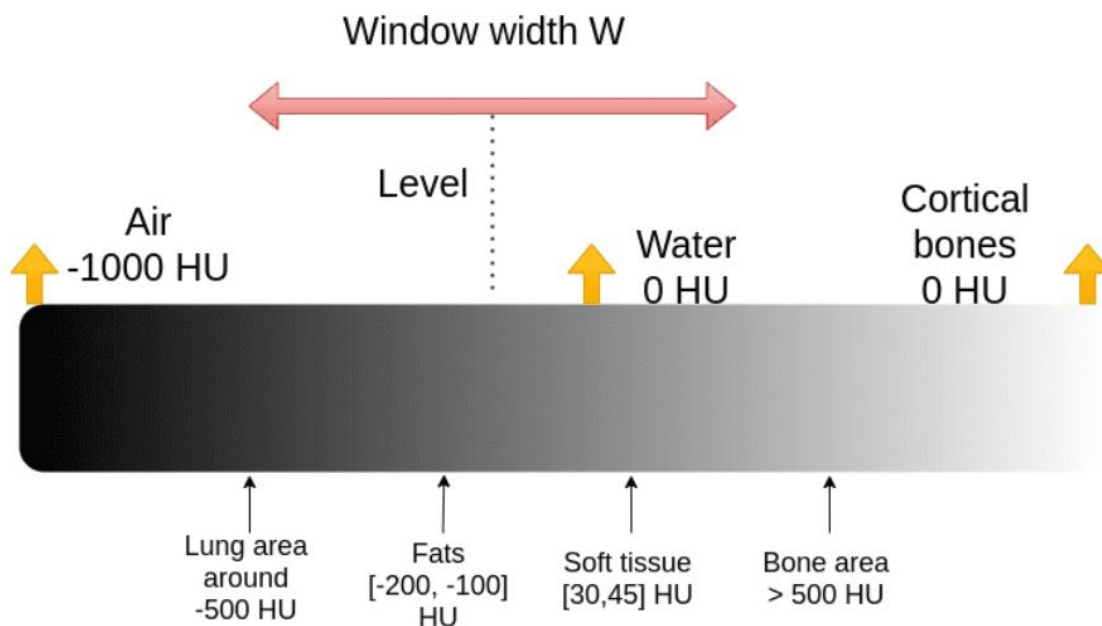
Direction of rotation – směr otáčení; *rotating X-ray source* – rotující rentgenový zdroj; *fan-shaped X-ray beam* – rotující rentgenový paprsek; *motorized platform* – pohyblivý stůl; *rotating X-ray detectors* – rotující rentgenové detektory; *CT scan machine* – CT skenovací stroj; *patient lies on motorized platform* – pacient leží na pohyblivém stole

3.5 Nastavení parametrů

Neexistuje přesně normovaný zobrazovací protokol pro jednotlivá konkrétní vyšetření využívaná při zobrazení pro virtuální pitvu. Nově však přibyla výjimka z února roku 2019, kdy Evropská společnost pro pediatriickou radiologii (dále jen ESPR) a Mezinárodní společnost pro forenzní radiologii a zobrazování (dále jen ISFRI) zveřejnily doporučený protokol pro posmrtné zobrazování těl dětí. Práce s přístrojem začíná právě vybráním přednastaveného protokolu podle oblasti těla, kterou budeme skenovat. Většina současných CT přístrojů snímá jednotlivé řezy s rozlišením 0,5 – 0,6 mm. Ve forenzní radiologii volíme většinou řezy o šířce 0,6 – 3 mm. Širší řezy získané zprůměrováním tenkých řezů z úzkých detektorů nejsou dostatečně diagnosticky výtěžné. Nastavit je možno i nízký nebo vysoký kernel filtr, přičemž u vysokých hodnot je potřeba brát v úvahu i zvýšení šumu, a to zejména u multiplanárních rekonstrukcí (dále jen MPR) kostí. Následně vytvoříme topogram, na základě kterého nastavíme rozsah a oblast skenování. Za běžných podmínek se zhotovují dva – v rovině sagitální a koronární. Tyto kroky slouží jako stavební základ postprocessingu. Nejhojněji využívanými jsou bezpochyby MPR, VRT, a dále 3D a 4D kostní a cévní rekonstrukce [7, 19, 21].

3.6 Rekonstrukce CT obrazu

Finální obraz vzniká shromážděním objemových dat po naskenování těla. Počítač z nich pomocí matematických postupů vytvoří tzv. voxely. Ty slouží jednak jako souřadnice každého bodu v prostoru a zároveň poskytují hodnoty zeslabení prošlého RTG svazku. Každá hodnota zeslabení je definována na Hounsfieldově stupnici a udává odstín šedi na výsledném snímku. Její škála začíná na hodnotě 1000 HU a končí hodnotou 3096 HU (viz Obr. 2) [14].



Obr. 2 – Hounsfieldovy jednotky [22]

Window width – šířka okna; *level* – úroveň; *air* – vzduch; *water* – voda; *cortical bones* – kortikální kosti; *lung area* – oblast plic; *fats* – tuky; *soft tissue* – měkká tkáň; *bone area* – oblast kostí

3.7 Vyšetření pomocí CT v konkrétních případech

3.7.1 Identifikace

Obrovský přínos má CT při potvrzení nebo naopak vyloučení identity osob u hromadného neštěstí nebo u osob nalezených bez jakýchkoliv dokladů totožnosti. Plně nahrazuje dentální RTG snímky i konvenční RTG přístroj v případech, kdy je tělo natolik zdevastované, že by jakákoliv manipulace do různých projekcí, způsobila znehodnocení dalšího šetření. Dokáže rozpoznat různé druhy implantátů počítaje umělých srdečních chlopní a tyto snímky je pak možné porovnávat se snímky pořízenými ante mortem. Z hrubých dat umožňuje provádět dodatečné rekonstrukce i po ukončení pitvy. Je schopno objasnit nebo alespoň přiblížit, zda osoba zemřela vlivem traumatického poškození, případně

s následnou vnitřní hemoragií nebo poškozením orgánů, vlivem asfyxie apod. [15].

3.7.2 Střelná poranění

Vyšetření pomocí CT je vynikající volbou pro zobrazení střelných poranění, kde hledáme kovové broky, případně projektil nebo jeho část a popisujeme jejich střelný kanál od místa vstřelu po výstřel, popřípadě zástřel. Pro tento typ zranění by se zdálo, že postačí běžný skiagrafický přístroj, ovšem CT výslednému snímku dává zcela jiný rozměr. Díky 3D zobrazení jsme schopni lépe zaznamenat celý průběh střelného kanálu a určit lokalizaci cizího tělesa. Při střetu projektilu s kostí jsou na snímku viditelné úlomky prostřelené kosti podél dráhy střely. Střela do plic a mozku se vyznačuje zakrvácením postižené oblasti. CT přístroj musí být technicky dobře vybaven. Musí si umět poradit s možnými kovovými artefakty v podobě výše zmíněných broků, v dalších případech i zubních náhrad. Ty pak zhoršují orientaci v okolní měkké tkáni. K tomu slouží zejména 2D MPR a 3D rekonstrukce. Ovšem při hodnocení povrchových ran nenahradí fyzické přezkoumání [15, 20].

Díky výsledku tohoto vyšetření společně s běžnou pitvou je možné zrekonstruovat alespoň přibližný nákres události. Dá se určit typ zbraně, vzdálenost, ze které střela vyšla a přibližný popis místa činu.

Mimo střelná poranění zobrazujeme i střepinová poranění, ke kterým dochází použitím výbušnin obsahující ostré předměty jako jsou např. hřebíky. CT v takovém případě prokáže rozsah vnitřního poranění od prostého krvácení, přes perforace orgánů po fraktury kostí a jejich linie [20].

3.7.3 Ostrá poranění silou

MDCT dokáže rozeznat bodné poranění od střelného, pokud se v ráně nenachází cizí těleso. Nezkreslená detekce se uplatňuje zejména u maločetných bodných zásahů. Bodné rány na snímku si všimneme, pokud vidíme kolem místa vstupu vzduch. Díky MPR můžeme definovat hloubku a směr rány. K tomu nám také může dopomoci doprovodné poranění kostí, které vypovídá o vyvinuté síle působení použitým předmětem. Bodné rány na krku jsou charakterizovány vzduchovou kapsou v jakékoliv žíle umožňující vstup vzduchu do žilního řečiště [20].

3.7.4 Tupá poranění

Řadí se mezi nejčastější smrtelná poranění. MDCT dokáže odhadnout typ předmětu, který způsobil smrtelné zranění a 3D rekonstrukce hrubých dat pak může objasnit mechanismus vzniku poranění. Díky MDCT je lékař schopen rozlišit i různé typy krvácení, které mohou výrazně ovlivnit výsledek pitvy. Tupá poranění ve většině případů doprovází subarachnoidální krvácení. Studie potvrdily zhoršení diagnostiky subarachnoidálního krvácení u zvyšujícího se stupně rozkladu těla. U tupého poranění hrudníku má CT větší výhodu oproti klasické pitvě v dřívějším prokázání pneumotoraxu nebo pneumomediastinu. Plicní kontuze je zobrazena konsolidací v místě úderu. Pokud je natržená aorta, na snímku ji vidíme s jinou konturou a změnou běžné polohy [16].

3.7.5 Zlomeniny

Diagnosticky velice výtěžné jsou 3D snímky u fraktur lebky, páteře a pánve i u anatomické stavby páteře v celé její délce. V sagitálních řezech se nám nejlépe zobrazuje komprese obratlů a různé typy překrývajících se abnormalit. Naopak z axiálních řezů těžšíme zobrazení pediklů a zadních těl obratlů [16, 20].

3.7.6 Popáleniny

Většina ohořelých těl je těžké podrobit kvalitní pitvě kvůli nesoudržnosti těla. Využití CT v takovém případě může odhalit i traumatické poranění ještě před samotným uhořením osoby. V případě neznámé identity zemřelého, lokalizujeme pomocí CT vhodnou oblast tkáně pro odebrání vzorku DNA. Popáleniny se na snímku zobrazují typicky nepravidelným tvarem a zatažením kosterního svalu. U těžce uhořelých mohou kosti na snímcích evokovat mnohočetné fraktury a dislokace vlivem svalových kontrakcí při hoření těla. Avšak v některých případech není schopna ani tato modalita rozlišit traumatickou frakturu od termické [16, 20].

3.7.7 Patologické hromadění plynů

Ze stupnice Hounsfieldových jednotek známe, že je vzduch na snímku zobrazen tmavě. Tato skutečnost se výborně aplikuje při potvrzení na smrt v důsledku přítomnosti plynu v cévním řečišti nebo srdečních komorách. Je zde viditelné množství nahromaděného plynu i jeho distribuce v dalších částech orgánu. Šíření plynu může ujasnit, zda se jedná o vzduchovou embolii (způsobenou utopením, střelným a bodným poraněním nebo traumatickým pneumotoraxem) nebo je plynatost způsobena hnilobným procesem [16].

3.8 Úloha radiologického asistenta při vyšetření

RA je jedním z nepostradatelných článků na půdě forenzní radiologie, kde úzce spolupracuje se soudním lékařem, radiologem a kriminální PČR, případně s orgány činnými v trestním řízení a soudy. Indikace k využití některé ze zobrazovacích modalit při soudní pitvě není ve všech případech nutná, ale pokud nastane, je nezbytné, aby RA vyhověl okamžitě. Oddálení vyšetření by způsobilo prodloužení celkové vyšetřovací doby kriminalistům, což je nežádoucí a je nutné brát v úvahu i záležitosti pozůstalých týkající se především realizace

pohřbu, pozůstalosti a dědictví. Je potřebné si uvědomit, že ne každý RA je psychicky zdatný této náplně práce. Prostředí, ve kterém je nutné práci vykonat, není ničím pozitivní a nedodá tomu ani reálný fakt doprovázejícího zápachu a vzhledu „pacientů“. Nicméně pokud se k tomu pracovník odhodlá i přes tyto nemilé poměry, získává nové možnosti, jak obohatit svoje zkušenosti při konvenční skiografii na běžném radiodiagnostickém oddělení, nehledě na prospěch, který výsledek jejich práce pro kriminální policii má [6].

Práce RA začíná vždy ještě před samotnou fyzickou pitvou po obdržení žádanky od soudního lékaře. Ten také určí, jaká modalita a která část těla, případně části těla, jsou nejvhodnější pro zobrazení. Žádanka musí obsahovat základní údaje o zemřelém – jméno, příjmení, pohlaví, rodné číslo, číslo pojišťovny, datum narození, datum úmrtí; dále pak informaci, zda se jedná o pitvu soudní nebo zdravotní a v neposlední řadě zahrnuje i datum, razítko a podpis indikujícího lékaře. Tyto základní informace je nutné zadat do počítačového programu speciálně určeného pro oddělení forenzní radiologie, společně s přednastavenými parametry přístroje pro konkrétní vyšetření. Co se týče nastavení expozičních parametrů, zde RA volí dle možnosti každého skiografického přístroje, a navíc musí brát také v potaz, v jaké fázi rozkladu se mrtvé tělo nachází. Podle toho zvyšuje nebo naopak snižuje hodnoty všech nastavitelných parametrů pro co nejlepší výsledný kontrast obrázku. Výhodou ovšem je, že nemusí dbát na velikost dávky a artefakty pohybu. Po ukončení snímkování a následném postprocessingu odesílá finální snímky do PACS systému, kde si je soudní lékař může znovu a důkladněji prohlédnout. PACS výrazně ulehčuje a zrychluje komunikaci mezi radiology a soudními lékaři. Systém je ošetřen proti úniku informací, a to obzvláště zaheslovaným přístupem osob. Konkrétně se jedná o lékaře ÚSL, spolupracujícího lékaře RDG kliniky, vedoucího lékaře RDG kliniky a RA určených pro práci na oddělení ÚSL. Kromě výše zmíněného jsou do PACS systému odesíláni zemřelí označeni pouze

identifikačním číslem pitvy, což znemožňuje zpětné určení totožnosti cizí osobou. Dalším krokem je bezpochyby dodržení všech hygienických opatření. RA je povinen využívat veškerých ochranných hygienických pomůcek jako jsou igelitové zástěry, rukavice, roušky, operační čepice, návleky na boty nebo jiná sálová obuv. Stejně tak jako pracovníci, i přístroje a jejich přídatné příslušenství – kazety, CR panely a detektory C-ramene musí být povlečeny ochrannými igelitovými obaly z důvodu zamezení případné kontaminace prostředí. Dodržení hygienických zásad nekončí ani po ukončení vyšetření. Důležité je omytí a dezinfekce celé RDG vyšetřovny, která přišla do kontaktu ať už s tělem nebo jakýmkoliv sekretem zemřelého. Samotnému vyšetření předchází prohlídka těla zemřelého, eventuálně úprava polohy těla pro kvalitnější a čitelnější snímek či fotodokumentace. Všechn tento postup probíhá za přítomnosti soudního lékaře nebo příslušného člena PČR. Ideální snímkování probíhá v zapečetěném vaku, ale pokud poloha zemřelého nedovolí udělat diagnosticky výtěžný snímek, RA je nucen provést manipulaci s tělem do výhodnější polohy pro zobrazení. To ovšem v okrajovém případě zahrnuje i narušení zapečetěného vaku a nastavení těla dle požadavku lékaře pro provedení uspokojivého výsledku. Tento úkon však nikdy nesmí provádět bez dozoru a svolení druhé osoby (soudního lékaře/PČR) a v žádném případě není možné, aby bylo jakkoliv manipulováno s předměty nacházejícími se na těle zemřelého nebo s jeho oděvem. Projekce konkrétních částí těla se nijak neliší od snímkování živého pacienta, nicméně jsou ztíženy možnou a spíše pravděpodobnou devastací mrtvého, kterého ve všech případech doprovází minimálně posmrtná ztuhlost. V této situaci je pak nezbytná improvizace a určitá zkušenost RA [15].

Některé polohy si vyžadují použití mnoha různých fixačních pomůcek, jako jsou např. podložky, válce, kvádry, klíny, případně i pomoc dalšího RA. Pro snadnější orientaci na snímku je vhodné označení stran písmenkem na kazetu

nebo detektor. Tohoto kroku popisující rentgenolog ocení zvláště při různých devastacích končetin nebo jiných částí těla. Průběh snímkování je klasický s rentgenkou 100 cm od vyšetřované oblasti, centrální paprsek míří na střed detektoru a následuje expozice. Pokud je využito C-ramene, výsledný snímek vidíme okamžitě na přídavné obrazovce, pokud využíváme kazety, vkládáme je do čtečky. Po naskenování filmu laserem se nám načte finální snímek, který je možno konzultovat s radiologem či soudním lékařem. Ti rozhodnou, zda je snímek vyhovující pro následnou pitvu nebo jako doplněk k finální pitevní zprávě, anebo naopak požádají RA o opakovanou expozici např. z jiného úhlu nebo v jiné poloze těla [15].

I přestože využití konvenční skiografie upadá, stále existují situace, kdy je její použití pro doplnění soudní pitvy dostačující. Mezi tyto případy se řadí některé typy střelných poranění, která jsou ve většině případů lokalizována v oblasti hlavy. RA tedy provádí dva základní snímky lebky – AP a LAT. Pokud se střela nachází na jiné části těla – krk, hrudník, břicho, pánev, končetiny, snímkuje se pouze v základní projekci – AP. Méně častá využití skiografie jsou při podezření na škrčení, kde je nutné prokázat frakturu jazyky, dále pak řezná poranění, snímkování kosterních ostatků či vyjmutých vnitřních orgánů. Toto zobrazení se provádí pouze u hledání cizího tělesa, a to na kazetách pro nepřímou digitalizaci formátu 35 x 45 cm [6].

Oproti tomu využití CT ve forenzní radiologii zažívá v posledních letech obrovský „boom“. Díky lepší prostorové orientaci a mnohem kvalitnějším rozlišení měkkotkáňových struktur najde tato modalita uplatnění zejména při výše zmíněných indikacích. Příprava RA k vykonání své práce je totožná jako u skiografie. Jedinou možnou nevýhodou může být velikost zemřelého, která by neumožňovala průchod těla gantry, a pak by CT muselo být nahrazeno pojízdným skiografickým přístrojem nebo C-ramenem. Její průměr se pohybuje

okolo 65 cm, závisí na typu přístroje. Opět RA zadává do počítačového programu všechny potřebné údaje o zemřelém a hodnoty přístroje. V drtivé většině případů využíváme u této modality přednastavený celotělový protokol. RA ukládá vak s tělem na vyšetřovací stůl hlavou do gantry a zaměřovacím paprskem najíždí zhruba na temeno hlavy. Z ovladovny vytvoří první snímek zájmové oblasti, který se nazývá topogram. Na topogramu označí hranici co největšího zájmového rozpětí, většinou v délce 1500 – 1850 mm. Jestliže je požadováno snímkování celého těla a zemřelý se „nevleze“ na jeden topogram, skenuje se nejprve oblast od hlavy zhruba po pánev, poté se vak otočí směrem nohama do gantry a oskenuje se zbytek těla. Následuje snímání této oblasti ve třech rovinách – sagitální, koronární a axiální. Pokud nejsou tato tři zobrazení dostačující, pokračuje RA v úpravě snímků různými dalšími rekonstrukcemi zaměřenými např. na kosti, měkké tkáně či 3D snímky [7, 15].

Bohužel ne každá nemocnice disponuje RTG/CT přístroji určenými pouze pro forenzní účely. V tomto případě se nabízejí dvě možnosti – zemřelý je převezen do nejbližší nemocnice těmito přístroji vybavenými, anebo RA provádí snímkování na běžném oddělení radiodiagnostiky. Druhá možnost má pochopitelně svá pevně daná pravidla. První podmínkou, aby bylo možné radiodiagnosticky vyšetřit zemřelou osobu, je ukončení všedního provozu pracoviště čistě z etických důvodů. Druhá podmínka spočívá v umístění mrtvoly do dvou vaků, z nichž jeden musí splňovat předpoklady vodotěsného zipu. Po ukončení všech úkonů na pracovišti je nezbytný důkladný úklid a dezinfekce celé místnosti včetně použitých pomůcek a přístroje [15].

4 METODIKA

Sběr dat pro tuto bakalářskou práci probíhal na pracovištích VÚSL ÚVN – VoFN a ÚSL HK. Obě pracoviště se liší od ostatních soudních ústavů tím, že jako jediná dvě v ČR disponují samostatným CT přístrojem přímo na oddělení soudního lékařství. Jediným shledaným rozdílem mezi nimi je fakt, že VÚSL ÚVN-VoFN neindikuje pmCT pro účely zdravotní pitvy. K tzv. virtuální pitvě dochází na obou pracovištích vždy před surovou pitvou, vyšetření trvá zhruba 30 minut a je nutné přísné dodržení všech hygienických zásad.

VÚSL ÚVN-VoFN využívá přístroj typu Siemens Somatom Sensation 64. Téměř ve všech případech je vybírán celotělový protokol, který činí 1550 mm. Snímání probíhá pomocí dvojité spirály a RA následně provádí MPR a 3D VRT rekonstrukce.

ÚSL HK vyšetřuje na přístroji typu Siemens Somatom Emotion 6. Taktéž jako VÚSL ÚVN-VoFN využívá ve většině případů celotělový protokol, ovšem zde činí 1536 mm. Jeho přesnost snímání je 6 x 0,5 mm a jeho rotační čas dosahuje 0,6 sekund. Na tomto pracovišti provádí RA rekonstrukce na základě požadavků pitvajícího lékaře. Ve valné většině jsou požadovány 3D rekonstrukce.

Data byla shromážděna za roky 2019 a 2020 během osobní přítomnosti na pracovištích a díky povolenému přístupu do archivního systému. VÚSL ÚVN – VoFN pro archivaci snímků používá systém PACS, oproti ÚSL HK, kde je využíván nemocniční systém JIVEX. Vybrané tři kazuistiky byly záměrně orientovány na tři různé příčiny úmrtí, aby bylo možno poukázat na význam pmCT v konkrétních případech.

Výsledky byly zapsány do tabulek v Microsoft Office Excel 2016 a dále statisticky zpracovány pomocí grafů. K vybraným kazuistikám byly přiloženy pmCT snímky získané z výše zmíněných archivních systémů.

5 VÝSLEDKY

Všechny informace jsou zpracovány přehledně do tabulek a grafů sloužících k porovnání shromážděných dat z VÚSL ÚVN-VoFN a ÚSL HK za poslední dva roky. Analyzované kazuistiky doplňují pmCT snímky získané z archivních systémů PACS a JIVEX.

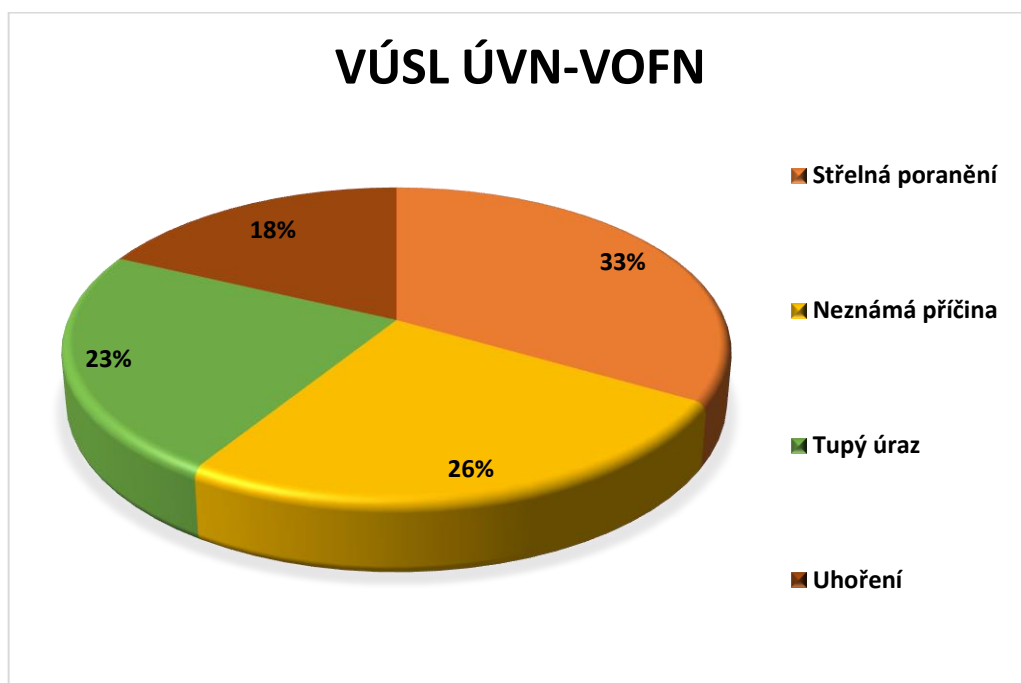
5.1 Indikace k pmCT vyšetření

Pracoviště	VÚSL ÚVN-VoFN		ÚSL HK	
	2019	2020	2019	2020
Dopravní nehoda	1	5	43	30
Hniloba	0	0	5	2
Neznámá identita	1	2	0	0
Neznámá příčina	7	3	3	4
Oběšení	0	0	1	2
Otrava	0	0	1	1
Střelná poranění	3	10	8	6
Tupý úraz	0	9	10	4
Uhoření	3	4	3	2
Úmrtí kojence	0	0	3	0
Utonutí	1	1	2	0
Jiné	3	9	6	11

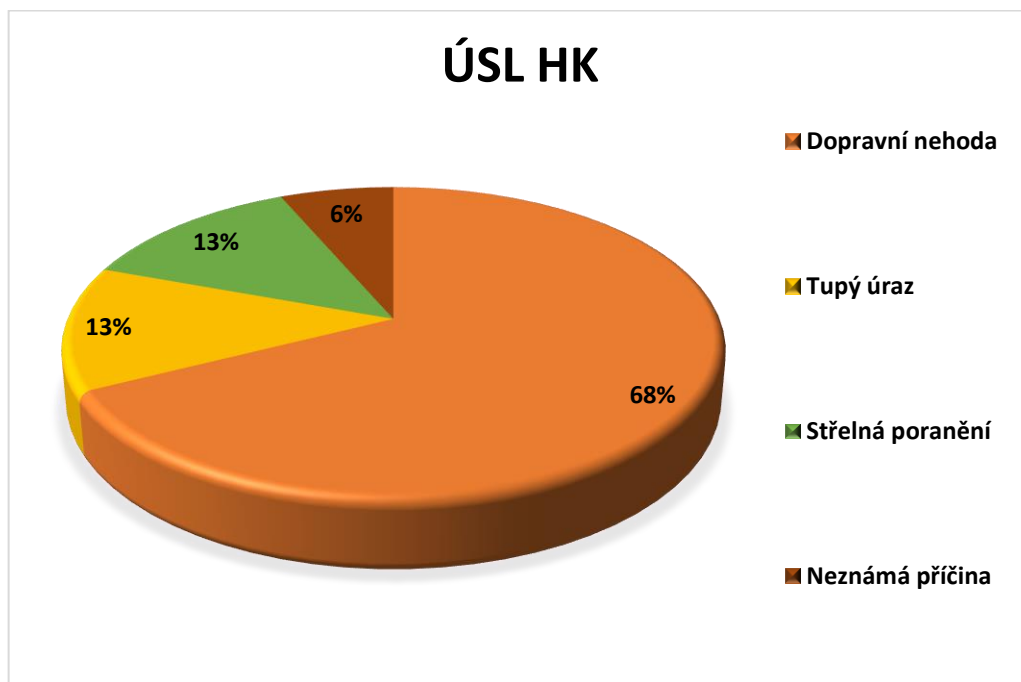
Tab. 2 – Indikace k pmCT vyšetření

Přehled a počty nejčastějších indikací k pmCT vyšetření pro účely soudní pitvy znázorňuje Tab. 2. Pracoviště ÚSL HK se během posledních dvou let neseťkalo s vyšetřením neznámé identity pitvané osoby. Ve VÚSL ÚVN-VoFN nebylo provedeno pmCT s indikacemi hniloby, oběšením, otravou ani s úmrtím kojence. Mezi „jiné“ indikace jsou zařazeny především podezření na zanedbání lékařské péče, sebepoškození, smrt způsobená zlisováním osoby

zemědělským strojem a řezná či bodnořezná poranění. Zejména v roce 2020 se do této kategorie ve VÚSL ÚVN-VoFN řadí konkrétních 7 případů úmrtí na virové onemocnění COVID-19.



Obr. 3 – Grafické znázornění nejčastějších indikací k pmCT ve VÚSL ÚVN-VoFN v letech 2019 - 2020



Obr. 4 - Grafické znázornění nejčastějších indikací k pmCT v ÚSL HK v letech 2019 – 2020

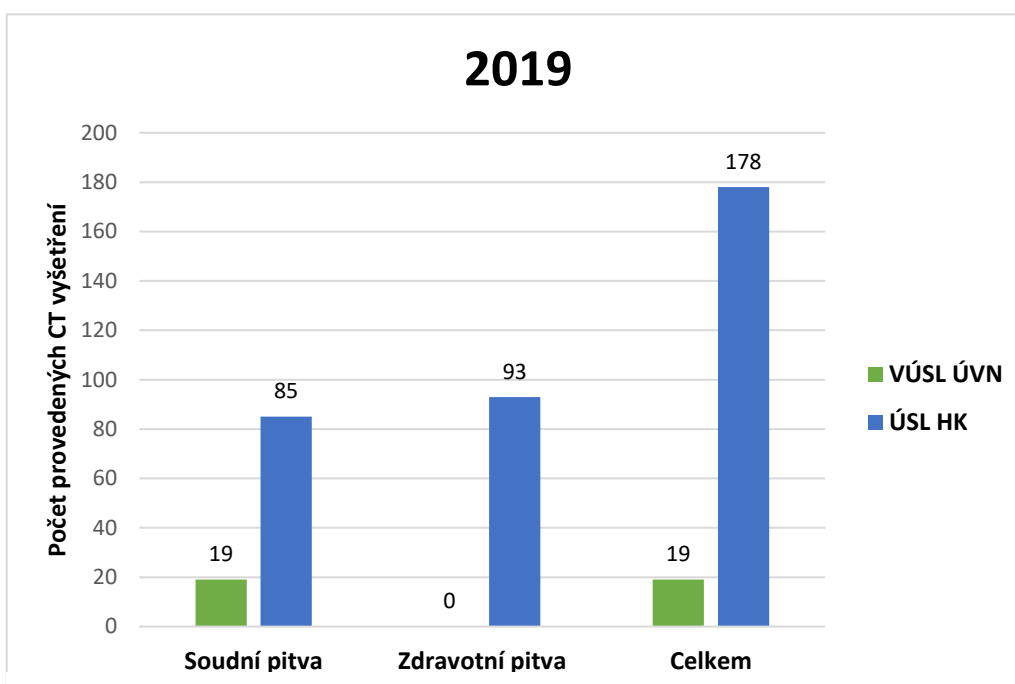
Na pracovišti VÚSL ÚVN-VoFN patří mezi nejčastější indikace k pmCT vyšetření pro účely soudní pitvy střelná poranění (viz Obr. 3) v porovnání s ÚSL HK, kde jsou vyšetřovány zejména dopravní nehody (viz Obr. 4). Obě pracoviště se téměř ve všech bodech zabývají stejnými případy. Odlišují se pouze dvěma různými indikacemi – uhořením, a právě zmiňovanými dopravními nehodami.

5.2 Počet provedených pmCT vyšetření

V roce 2019 bylo provedeno na obou soudnělékařských pracovištích celkem 197 pmCT vyšetření (viz Tab. 3), což je o jedno méně, než v roce 2020 (viz Tab. 4). Při srovnání Obr. 5 a Obr. 6 je zřejmé, že v letech 2019 – 2020 VÚSL ÚVN-VoFN v žádném případě nevyužil CT přístroj pro účely zdravotní pitvy. Opakem tomu je pracoviště ÚSL HK, které využívalo CT přístroj ke zdravotním pitvám častěji, dokonce ve stejné frekvenci za oba hodnocené roky, než pro účely soudní pitvy (viz Tab. 3 a Tab. 4). Na pracovišti VÚSL ÚVN-VoFN se celkový počet provedených pmCT vyšetření v roce 2020 zvýšil o 24 případů (viz Obr. 5 a Obr. 5). Naopak došlo k podobnému snížení (konkrétně o 23 případů) počtu pmCT vyšetření v ÚSL HK (viz Obr. 5 a Obr. 6).

Pracoviště	VÚSL ÚVN-VoFN	ÚSL HK
Soudní pitva	19	85
Zdravotní pitva	0	93
Celkem	19	178

Tab. 3 - Počet pmCT za rok 2019

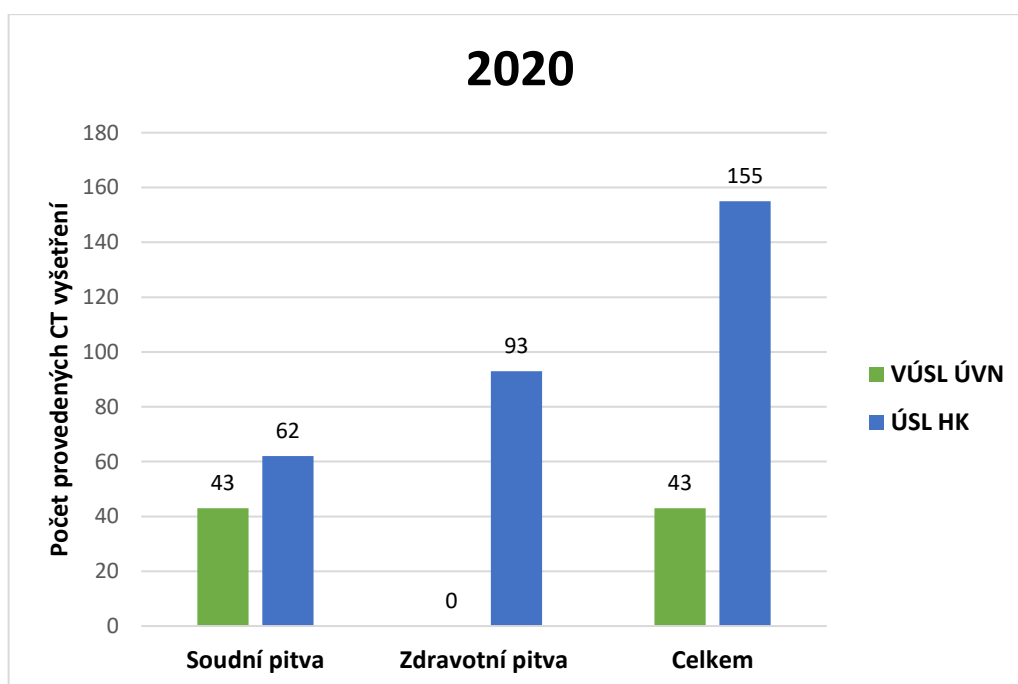


Obr. 5 - Grafické porovnání počtu provedených pmCT ve VÚSL ÚVN-VoFN a ÚSL HK v roce 2019

V roce 2019 bylo provedeno na pracovišti ÚSL HK o 66 pmCT zobrazení pro účely soudní pitvy více než ve VÚSL ÚVN-VoFN (viz Obr. 5).

Pracoviště	VÚSL ÚVN-VoFN	ÚSL HK
Soudní pitva	43	62
Zdravotní pitva	0	93
Celkem	43	155

Tab. 4 - Počet pmCT za rok 2020



Obr. 6 - Grafické porovnání počtu provedených pmCT ve VÚSL ÚVN-VoFN a ÚSL HK v roce 2020

V roce 2020 se počet CT zobrazení pro účel soudní pitvy na pracovišti VÚSL ÚVN-VoFN oproti roku 2019 zvýšil. I přesto bylo provedeno o 19 vyšetření méně než v ÚSL HK.

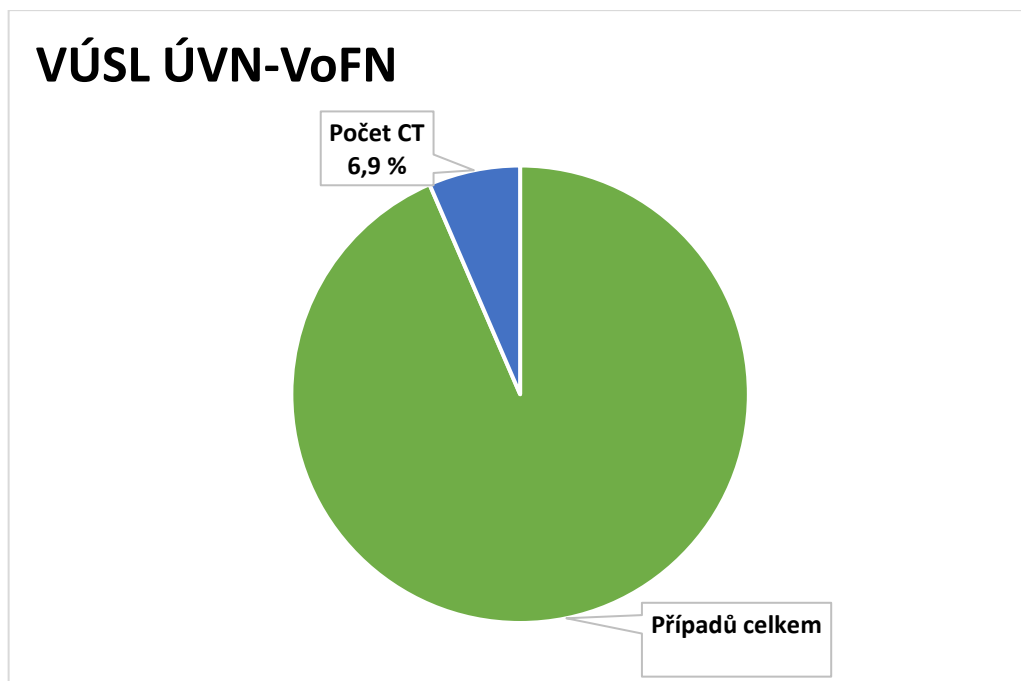
5.3 Počet pmCT zobrazení v rámci celkové výtěžnosti pracoviště

Pracoviště	VÚSL ÚVN-VoFN		ÚSL HK	
	2019	2020	2019	2020
Soudní pitva	217	207	100	74
Zdravotní pitva	205	222	755	797
Nepitváno	17	26	0	0

Případů celkem	439	455	855	871
Počet CT	19	43	178	155

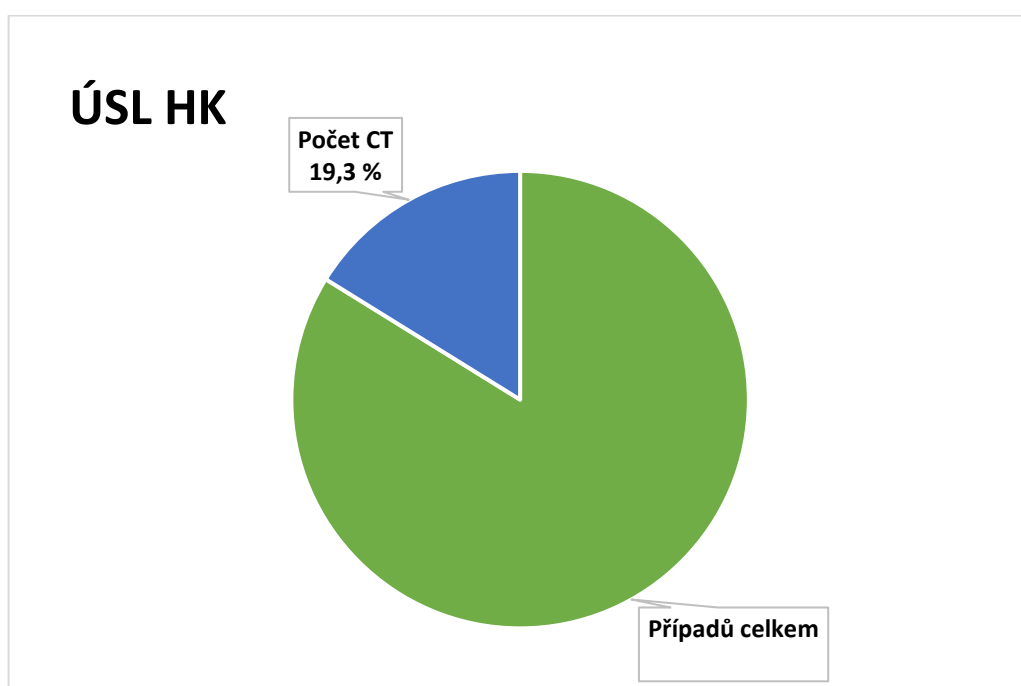
Tab. 5 - Počet pmCT vyšetření v rámci celkové výtěžnosti pracoviště

V roce 2020 došlo na obou srovnávaných pracovištích ke zvýšení celkového počtu vyšetřovaných případů. Oběma pracovištím vzrostl počet o konkrétních 16 zemřelých osob. ÚSL HK indikoval pmCT o 12,4 % vícekrát než VÚSL ÚVN – VoFN.



Obr. 7 - Využití pmCT v rámci celkové výtěžnosti VÚSL ÚVN-VoFN v letech 2019 - 2020

VÚSL ÚVN-VoFN během posledních dvou let vyšetřoval celkem 894 případů, z toho u 6,9 % využil možnosti zobrazení těla pomocí pmCT.



Obr. 8 - Využití pmCT v rámci celkové výtěžnosti ÚSL HK v letech 2019 - 2020

ÚSL HK během posledních dvou let vyšetřoval celkem 1726 případů, z toho u 19,3 % případů využil možnosti zobrazení těla pomocí pmCT.

5.4 Kazuistika 1 (letecká nehoda)

Při letu ultralehkého letadla v nízké letové výšce došlo k zachycení letounu o dráty vedení vysokého napětí a následnému pádu letadla do koryta řeky Labe. Ihned po vyproštění pilota ze zatopené kabiny byla potvrzena smrt. Na místě nálezů lékař konstatoval možnou příčinu úmrtí úraz hlavy, a navíc vyslovil možné podezření na utonutí poškozeného po pádu letadla do vody. Letecká nehoda byla šetřena Ústavem pro zjišťování příčin leteckých nehod a PČR, která následně nařídila soudní pitvu.

Při zevní prohlídce těla byl přítomen znatelný zápach nasáklého oděvu palivem. Na těle byla viditelná posmrtná ztuhlost všech svalových skupin včetně posmrtných skvrn, zvláště pak v bederní oblasti. Obličej měl fialovou barvu a byl na něm patrný výtok krve z nosu. Krevní výrony s drobnými oděrkami byly k nalezení jak na obličeji, tak na hrudníku a dále na všech končetinách.

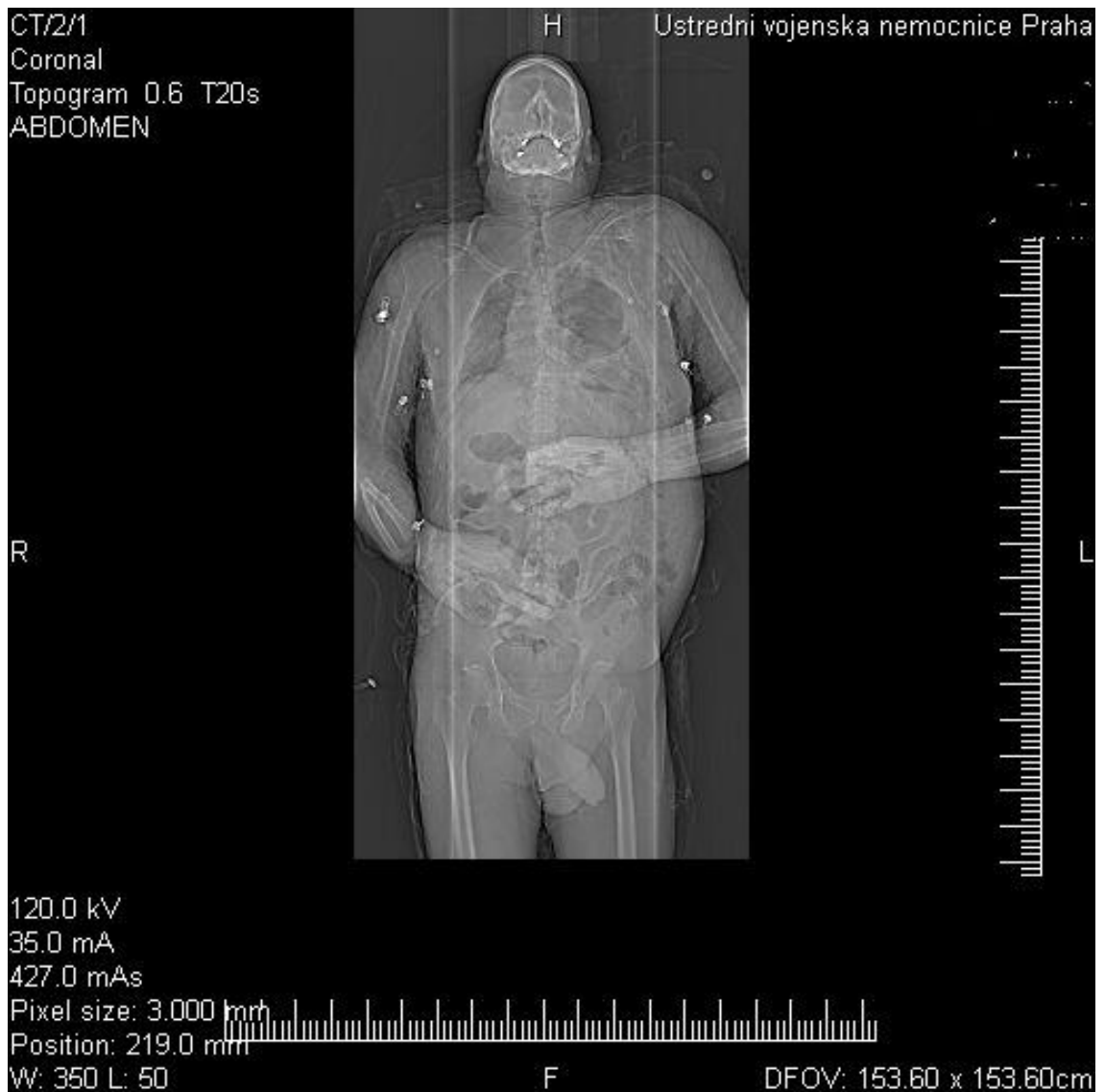
5.4.1 Výtěžnost pmCT zobrazení

Před pitvou bylo provedeno celotělové pmCT vyšetření, které vyloučilo přítomnost kovových těles v těle zemřelého (viz Obr. 9). Byla nalezena hladinka tekutiny ve vedlejších nosních dutinách a také volná tekutina v levé pohrudniční dutině (viz Obr. 10). Zjištěny byly rovněž zlomeniny žeber, obou křížokyčelních skloubení, obou ramének stydkých kostí, pravé kyčelní kosti nad acetabulem (viz Obr. 11) a zvýšená kondenzace plicní tkáně.

5.4.2 Korelace CT nálezů a výsledku soudní pitvy

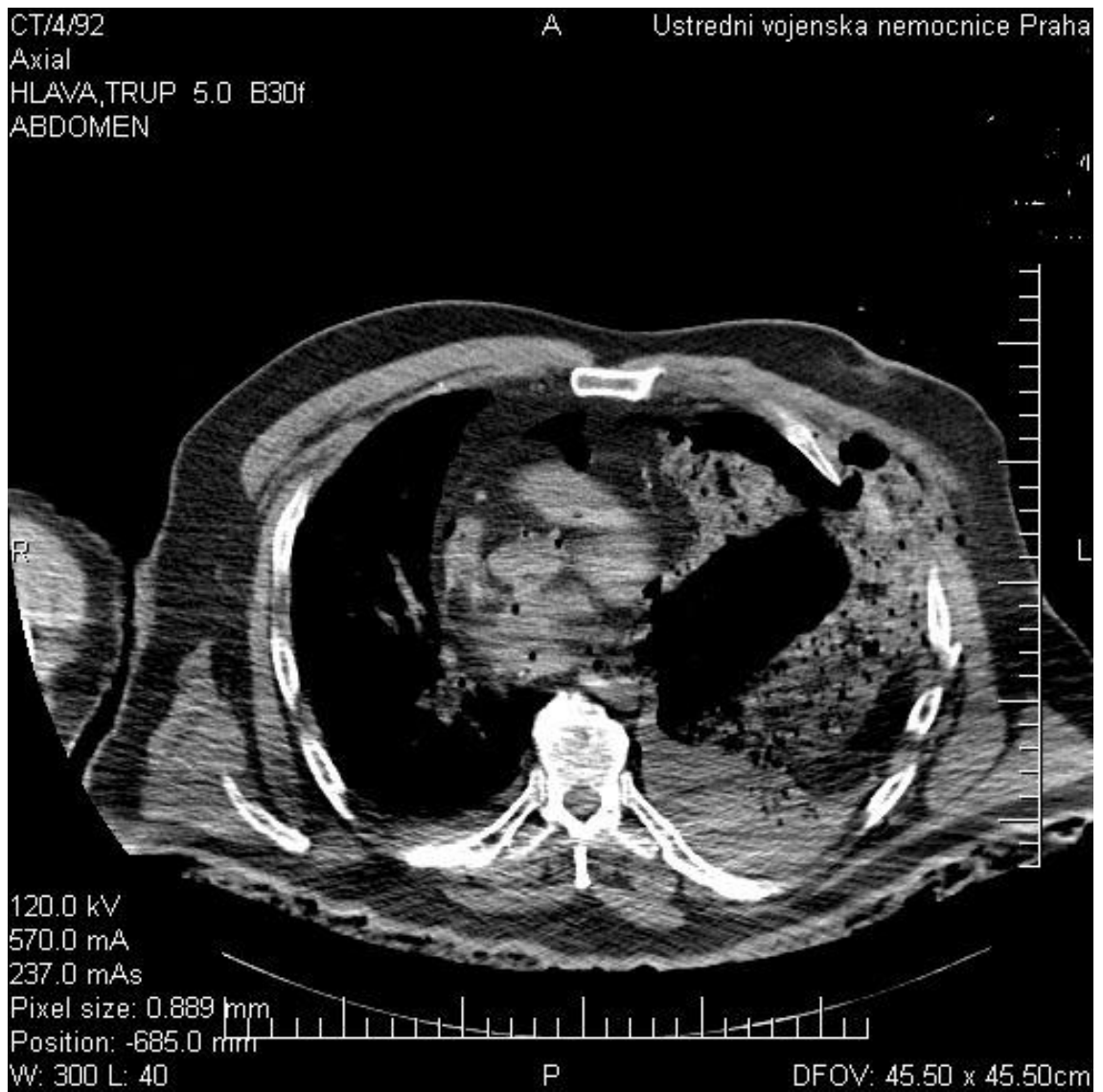
Samotnou pitvou byly potvrzeny všechny úrazové změny skeletu z pmCT snímků a pohmoždění plic s trhlinou dolního laloku levé plíce způsobujícího zakrvácení levé pohrudniční dutiny objemem 300 ml krve. Navíc došlo k viditelnému poškození vnitřních orgánů, zejména pak roztržení Varolova mostu s prodlouženou míchou doplněné otokem mozku s krevními výrony. Byla prokázána kontuze srdce doprovázena trhlinou zadní stěny levé síně srdeční a neúplná trhlina hrudní srdečnice. V důsledku poranění sleziny, povrchu jater a zadní stěny břišní byl v břišní dutině přítomen objem 200 ml volné krve.

Bezprostřední příčinou smrti pilota bylo roztržení mozkového kmene, které způsobilo okamžitou smrt. Již z pmCT snímků je patrné, že poškozený po zatopení kabiny letadla nevdechoval vodu, tudíž byla smrt utonutím po provedené pitvě vyloučena.



Obr. 9 - Vyloučení cizího tělesa v těle

[archiv VÚSL ÚVN-VoFN]



Obr. 10 - Přítomnost volné tekutiny v levé pohrudniční dutině

[archiv VÚSL ÚVN-VoFN]

CT/1002/2
body 2

Ustredni vojenska nemocnice Praha



Obr. 11 - Fraktury žeber, křížokyčelních skloubení, obou ramének stydkých kostí a pravé kyčelní kosti nad acetabulem

[archiv VÚSL ÚVN-VoFN]

5.5 Kazuistika 2 (teroristický útok)

Výbuchem sebevražedného atentátníka hodnoceným jako teroristický útok, došlo ke smrti vojáka, který na místě činu absolvoval zahraniční misi. Lékař provádějící prohlídku zemřelého uvedl možný předpoklad smrti těžké poranění hrudníku. Po repatriaci zemřelého byla Vojenskou policií (dále jen VP) nařízena soudní pitva.

Zevní prohlídkou byly zjištěny typická posmrtná bledost, ztuhlost svalů a posmrtné skvrny nacházející se na zadních částech těla a končetin. Na zakrváceném obličejí zaschlá krev. V horní části hrudníku nalezena pravděpodobně střelná rána oválného tvaru. Přítomny byly také drobné oděrky kůže a drobné krevní výrony na horních i dolních končetinách. Mezi 4. a 5. prstem na pravé ruce tržná rána vedena ke kloubu a na dlani malíkové strany viditelná rána hvězdicovitého tvaru, pod kterou byl hmatatelný tvrdý předmět. Celé tělo ušpiněno zeminou a dále nijak viditelně nepoškozeno.

5.5.1 Výtěžnost pmCT zobrazení

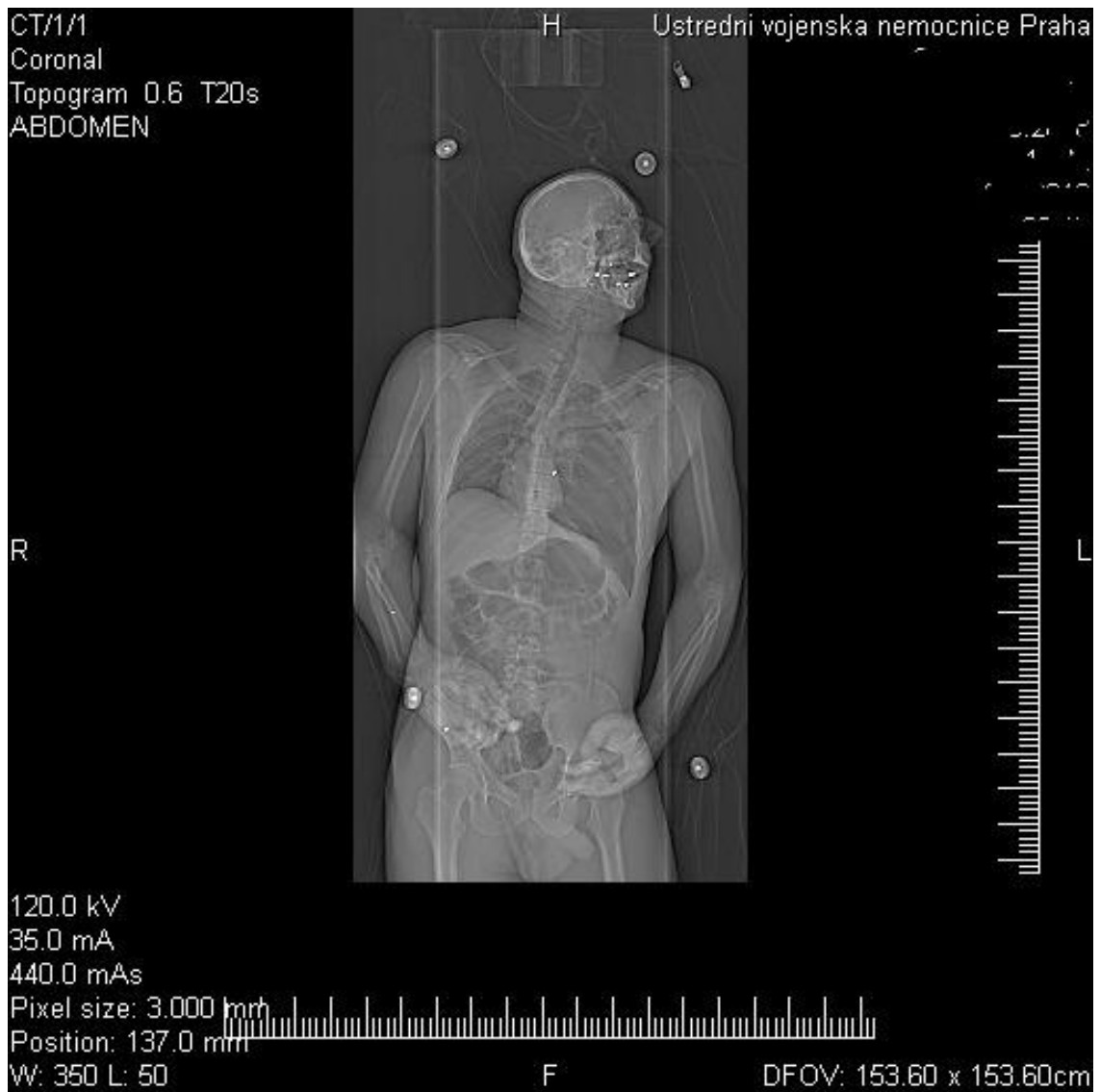
Před pitvou bylo provedeno celotělové pmCT vyšetření, které prokázalo kontrastní cizorodá tělesa (projektily) v měkkých tkáních u 5. prstu pravé ruky (viz Obr. 12) a u těla 6. hrudního obratle (viz Obr. 13). V levé pohrudniční dutině byl jasný průkaz přítomnosti vzduchu a volné tekutiny (malý objem viditelný také v pravé části pohrudniční dutiny) způsobující kolaps levé plíce (viz Obr. 14). Navíc bylo znatelné nepravidelné zvýšení kondenzace tkáně obou plic.

5.5.2 Korelace CT nálezu a výsledku soudní pitvy

Provedeno pitvou byla prokázána přítomnost kovových předmětů (projektilů) patrných již z pmCT snímků. Rány odpovídaly zástřelu při střepinovém poranění. Vstřel byl situován v horní levé části hrudníku a střelný kanál

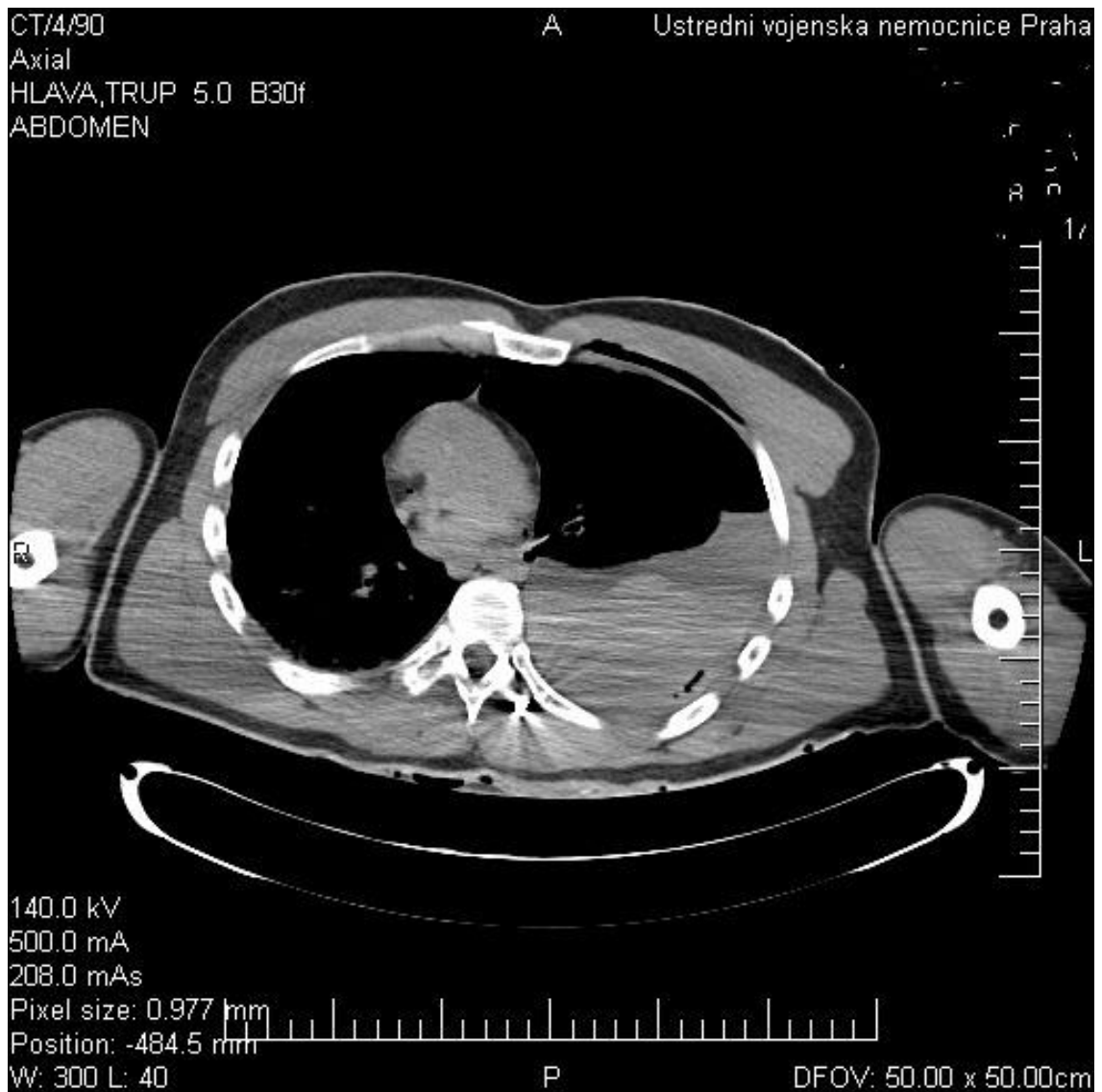
pokračoval levou pohrudniční dutinou, následoval průstřel horního laloku levé plicí, defekt v 6. mezižebří a střela končila u těla 6. hrudního obratle. Bylo taktéž prokázáno zakrvácení levé pohrudniční dutiny s objemem 1500 ml krve. Společně s poraněním hrudníku došlo ke kolapsu levé plicí. Makroskopicky byly zjištěny a následně i mikroskopicky potvrzeny známky aspirace krve do obou plic vlivem roztržení alveolárních sept se zakrvácením do plicních sklípků v důsledku tzv. blast syndromu při šíření tlakové vlny ve vzduchu účinkem výbuchu.

Poškozený zemřel na následky střelného zranění levé plicí a následného zakrvácení levé dutiny hrudní, čemuž zcela odpovídaly výše zmíněné pmCT snímky. Nezanedbatelný účinek smrti měl také blast syndrom.



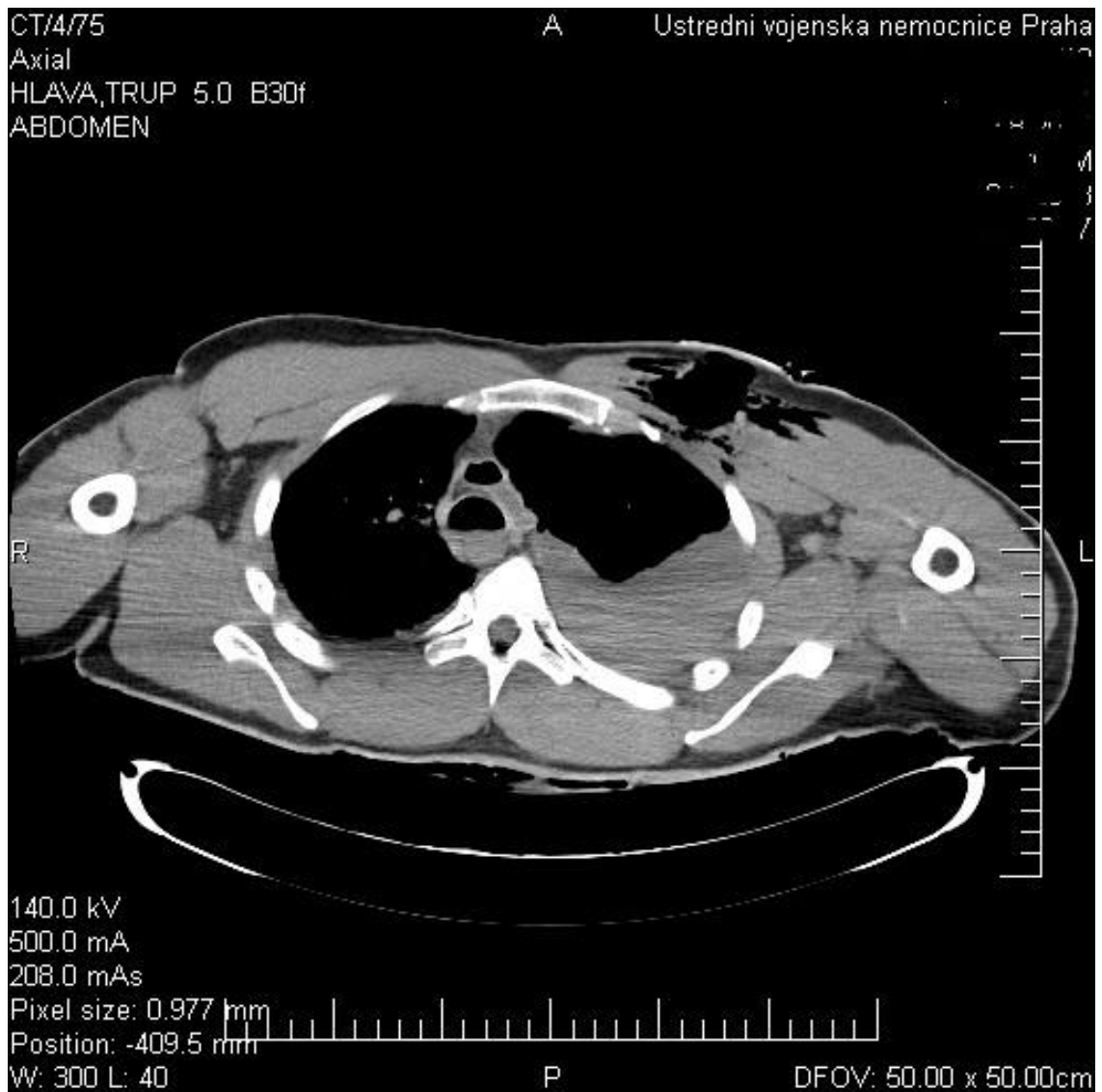
Obr. 12 - Kontrastní těleso u 5. prstu pravé ruky

[archiv VÚSL ÚVN-VoFN]



Obr. 13 - Projektil u 6. hrudního obratle

[archiv VÚSL ÚVN-VoFN]



Obr. 14 - Vzduch a volná tekutina v levé pohrudniční dutině

[archiv VÚSL ÚVN-VoFN]

5.6 Kazuistika 3 (polytrauma)

Spolujezdce podlehla devastujícímu zranění po čelním nárazu osobního automobilu se stromem ve vysoké rychlosti. Po příjezdu IZS (integrovaný záchranný systém) byla bezúspěšně resuscitována a přivolaný lékař na místě konstatoval smrt vlivem mnohočetného zranění neslučitelných se životem. Vzhledem k věku poškozené a okolnostem dopravní nehody byla PČR nařízena soudní pitva.

Po zevní prohlídce těla byly nalezeny jasně viditelné oděrky kůže po celém těle a tržně-zhmožděná rána v temeno-týlní oblasti hlavy. Pohmatem nalezená jasná zlomenina kostí klenby lební a krepitace v levé krajině spánkové kosti. Patrné byly podkožní krevní výrony zejména na obličeji, hrudníku a končetinách. Dále viditelná otevřená tříštivá zlomenina dolní části levé pažní kosti a pohmatem uzavřená zlomenina střední části pravé stehenní kosti.

5.6.1 Výtěžnost pmCT zobrazení

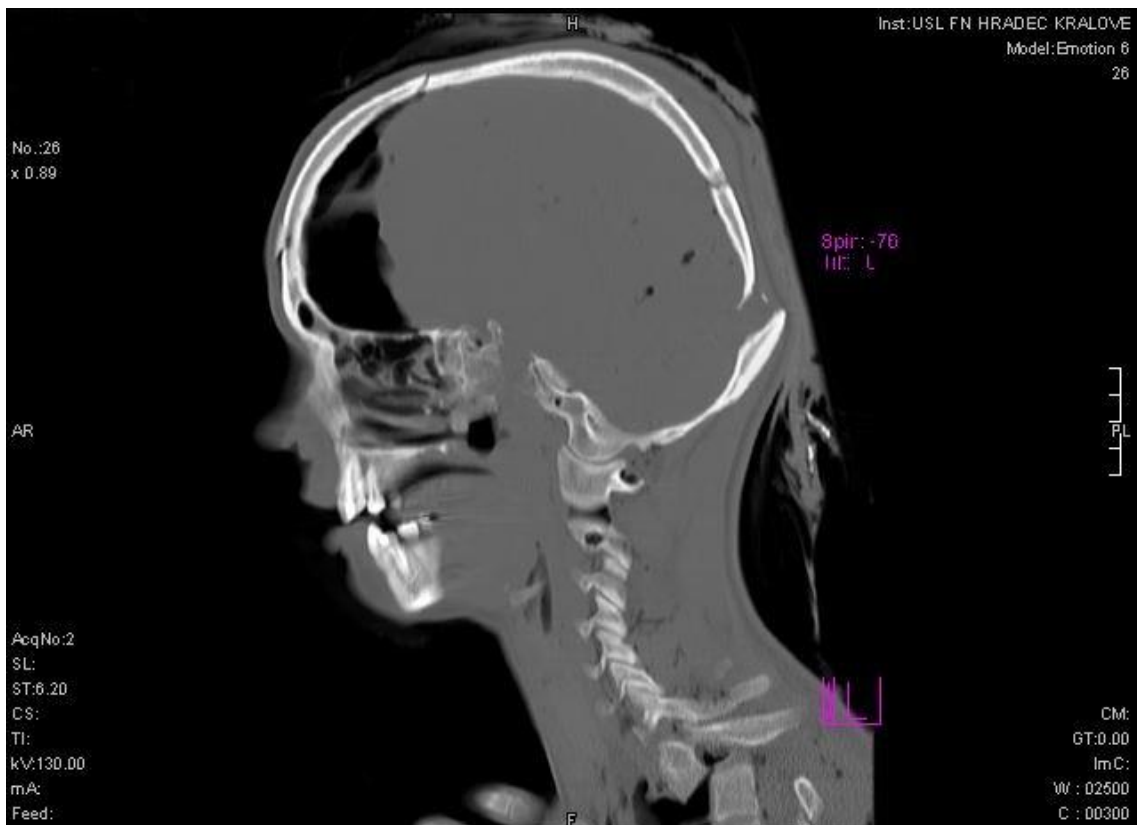
Před pitvou bylo provedeno celotělové pmCT vyšetření, které vyloučilo přítomnost cizích těles v těle zemřelé. CT snímky poukázaly na výskyt vzduchu v přední části dutiny lební (viz Obr. 15) a tříštivé zlomeniny klenby a spodiny lební (viz Obr. 16). Na snímcích byla patrná volná tekutina v pohrudničních dutinách (viz Obr. 17) zodpovědná za kolaps obou plic. Dále zde byla jasně viditelná dislokovaná zlomenina druhého hrudního obratle, levé pažní kosti, střední části pravé stehenní kosti, horní části levé stehenní kosti a zlomeniny obou dolních ramének stydkých kostí (viz Obr. 18).

5.6.2 Korelace CT nálezu a výsledku soudní pitvy

Samotnou pitvou byla prokázána shoda pmCT hlavy, hrudní páteře, končetin, poškození dutiny hrudní, zlomeniny stydké kosti a vše navíc s poškozením

okolních měkkých tkání. Následně došlo k průkazu masivního poškození mozkové tkáně, byla nalezena trhlina sliznice hrtanu, chrupavky štítné a sestupné hrudní aorty. Objem krve v pravé pohrudniční dutině činil 200 ml, v levé 300 ml. Potvrzeny byly rovněž krevní výrony obou plic, stejně tak v dutině břišní přítomnost krevních výronů pod játry.

I v tomto případě dochází k jasné korelaci CT nálezu a závěru soudní pitvy. Poškozená zemřela na mnohočetná poranění neslučitelná se životem.



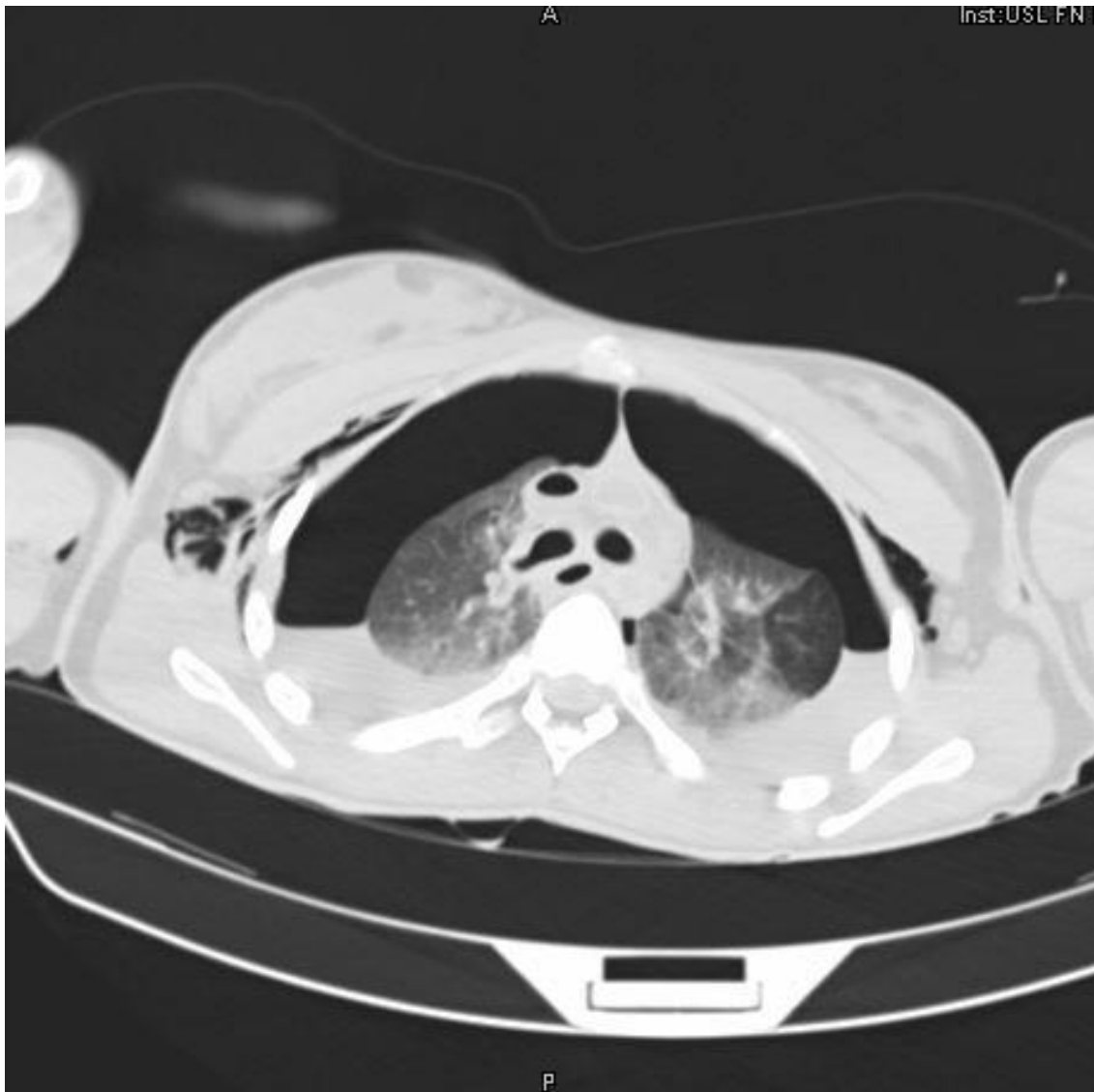
Obr. 15 - Vzduch v přední části dutiny lební

[archiv ÚSL HK]



Obr. 16 - Tříštivé zlomeniny klenby a spodiny lební

[archiv ÚSL HK]



Obr. 17 - Přítomnost volné tekutiny v plicích

[archiv ÚSL HK]



Obr. 18 - Dislokovaná zlomenina 2. hrudního obratle, levé pažní kosti, pravé stehenní kosti, horní části levé stehenní kosti a zlomeniny obou dolních ramének stydkých kostí

[archiv ÚSL HK]

6 DISKUZE

Tato bakalářská práce byla zaměřená na zobrazování těl zemřelých pomocí CT. Sběr potřebných dat probíhal ve VÚSL ÚVN-VoFN a ÚSL HK. Získaná data z let 2019 a 2020 byla statisticky zpracována za účelem zjištění, v jakých případech je pmCT vyšetření indikováno nejčastěji a jak vysokou četnost využití CT přístroj má na oddělení soudního lékařství ve srovnání s celkovou výtěžností pracoviště. Přínos pmCT snímků byl interpretován při analýze tří kazuistik zaměřených na leteckou nehodu, teroristický útok s následky střelného poranění a dopravní nehodu.

Základy virtuální pitvy bezesporu představil rakouský soudní lékař a tehdejší přednosta soudnělékařského pracoviště v Bernu prof. Dr. Richard Dirnhofer v roce 1998. Je nutno podotknout, že se využití pmCT od této doby značně rozšířilo do okolních států a jeho projekt sklidil obrovský úspěch. Stěžejní modalitou, kterou byl skiagrafický přístroj, začala tedy nahrazovat výpočetní tomografie a také magnetická rezonance [23]. Právě výpočetní tomografie ve forenzní radiologii je dnes ve vyspělých státech již standardem, a dokonce tvoří jakousi alternativu k surové pitvě v oblastech, které si zakládají na duchovnu [24].

Z výsledků bylo zjištěno, že obě pracoviště nemají shodné indikace k pmCT ve všech případech. Ve VÚSL ÚVN-VoFN zauímají první příčku s přehledem střelná poranění. Této skutečnosti nahrává fakt, že VÚSL ÚVN-VoFN se zabývá v první řadě pitvami příslušníků Armády ČR, příslušníků MV (Ministerstva vnitra) ČR, a dále pak zemřelými při leteckých nehodách ve vojenském i civilním sektoru. Letecké nehody však během posledních dvou let nebyly zaznamenány ve vysoké frekvenci, konkrétně se jednalo o dva případy. V roce 2020 bylo ve VÚSL ÚVN-VoFN výjimečně vyšetřeno navíc sedm zemřelých na virové onemocnění COVID-19. Účely tohoto kroku sloužily pouze počátku neúspěšné

studie. Naproti tomu ÚSL HK využívá pmCT v drtivé většině k dopravním nehodám, což je ve výsledku zároveň nejčastější indikací k pmCT ze všech za oba šetřené roky na obou pracovištích dohromady. ÚSL HK se navíc setkal s případy hniloby, oběšením, otravou a úmrtím kojenců. Zvláštní pozornost spadá pro indikace „jiné“ (viz Tab. 2, ÚSL HK, 2020), kdy existuje poměrně vysoký počet případů s podezřením na zanedbání lékařské péče.

Na první pohled je zřejmé, že ÚSL HK indikuje pmCT podstatně častěji než VÚSL ÚVN-VoFN. Tato skutečnost je ovšem lehce matoucí, neboť VÚSL ÚVN-VoFN na svém oddělení nevyužívá CT přístroj pro účely zdravotní pitvy. Tyto případy jsou vyšetřovány samostatně na oddělení patologie. I přesto, že počet vyšetření pro účely soudní pitvy je v obou letech jednoznačně vyšší v ÚSL HK, i na tomto pracovišti v roce 2020 klesl počet vyšetření o 23 případů. Jasný podíl na tom má pandemická situace, která postila ČR na začátku výše zmíněného roku a výrazně tím omezila celkový chod oddělení.

V rámci celkové výtěžnosti pracoviště má opět vyšší počty ÚSL HK. Ovšem má to své logické opodstatnění. VÚSL ÚVN-VoFN má viditelně méně případů vzhledem ke své lokalizaci. Ve stejném městě se nacházejí další dvě nemocniční zařízení, ve kterých najdeme oddělení soudního lékařství. Jedná se o Fakultní nemocnici Královské Vinohrady a Nemocnici Na Bulovce. Tato pracoviště ovšem nedisponují samostatným CT přístrojem a pro své potřeby tak využívají konvenční skiagrafický přístroj či v nezbytných případech CT určené pro klinické účely. Pokud dojde k této situaci, je potřeba dbát zvýšených hygienických opatření a nelze vyšetření provést dříve než po ukončení denního provozu na RDG oddělení. Na rozdíl od ÚSL HK, který je jediný ve svém širokém okolí a spadají tak pod něj případy i ze vzdálenějších okolních měst. Z Tab. 5 je patrný vyšší počet soudních pitev a zároveň nižší počet zdravotních pitev v obou zkoumaných letech ve VÚSL ÚVN-VoFN ve srovnání s ÚSL HK. VÚSL ÚVN-

VoFN navíc v obou letech vykazoval dohromady 43 případů, u kterých nebyla nařízena pitva soudní ani zdravotní. Jednalo se o případy, kdy byla pitva odmítnuta na žádost rodiny zemřelého, nebo kdy lékař vyhodnotil závěr úmrtí s jasnou příčinou smrti bez potřeby provedení pitvy. Začátkem roku 2020 tento seznam rozšířilo sedm úmrtí na virové onemocnění COVID-19, u kterých byla uskutečněna pouze zevní prohlídka těla s popisem a následně u nich bylo provedeno pmCT.

Výsledky jasně ukazují, že pmCT není využito u všech zemřelých, kterým je nařízena pitva, a dokonce není využíváno ani v 50 % celkové výtěžnosti pracoviště.

U všech tří analyzovaných kazuistik bylo prováděno pmCT vyšetření před samotnou pitvou a ve všech případech bylo využito celotělového protokolu.

První kazuistika se týkala letecké nehody, při které byl předpokládánou příčinou úmrtí tupý úraz hlavy po pádu letadla z vysoké výšky na hladinu vody, případně bylo vzneseno podezření na následné utonutí po zřícení letadla do řeky. Výsledky pmCT neprokázaly přítomnost vody v plicích, a naopak ukázaly ještě před pitvou roztržení mozkového kmene, které u poškozeného způsobilo bezprostřední smrt.

Druhá kazuistika se zabývala teroristickým útokem, při kterém přišel o život český voják absolvující misi v zahraničí. Jeho smrt měla být způsobena střelným poraněním hrudníku vlivem výbuchu sebevražedného atentátníka. Snímky pmCT ukázaly, že se v těle poškozeného nenachází pouze jeden projektil, ale i další cizorodá tělesa na pravé ruce. Mimo to byla na snímcích nevratně poškozena levá plíce, což způsobilo smrt zakrvácením plicních sklípků.

Ve třetí kazuistice byly popisovány smrtelné následky dopravní nehody, u níž přišla o život spolujezdkyně havarovaného vozidla. Ta utrpěla zranění neslučitelná se životem po čelním nárazu automobilu do stromu. V tomto případě snímky potvrdily fraktury viditelné již při zevní prohlídce těla a dále také vnitřní zlomeniny skeletu a poškození vnitřních orgánů. Ze snímků byly zřejmé i další typy poranění, která vedla ke smrti poškozené.

Aplikace pmCT byla bezesporu ve všech třech případech velkým přínosem a kvalitním doplňkem k následné surové pitvě. Vzhledem k tomu, že soudní pitvu nařizovala ve dvou případech PČR a v jednom VP, sloužily výsledné pmCT snímky také jako důkazní materiál k dalšímu šetření, což bylo značným benefitem pro následné úkony vyšetřování vzniklých neštěstí. Provedení celotělového pmCT před samotnou pitvou mělo za cíl potvrdit či naopak vyloučit původně vyslovené podezření na důvod úmrtí poškozených a usnadnit tak orientaci při provádění pitvy soudnímu lékaři. Očekávané cíle byly splněny. Lékař provádějící pitvu měl díky nastudování pmCT snímků před výkonem přehled o tom, jakým vnitřním strukturám má věnovat větší pozornost, případně na snímku našel oblast, kterou by pouhou pitvou byl schopen neúmyslně přehlédnout. U druhého případu, střelného poranění, RA mohl díky pmCT provést 3D rekonstrukci střelného kanálu a lépe tak identifikovat místo vstřelu včetně průchodu projektilu procházejícího měkkými tkáněmi, které nevratně zdevastoval. Soudní lékař pak snáze naplánoval postup vyjmutí projektilu, a navíc v tomto případě pmCT snímek objevil i další cizorodá tělesa, která byla kontrastní a pouhým ohledáním neviditelná. Naopak u ostatních dvou případů pmCT jasně vyloučilo přítomnost cizích těles v těle zemřelých.

Zjištěné výsledky ukazují, že v ČR není využití pmCT běžným krokem při provádění ať už soudních či zdravotních pitev. Hlavním důvodem je nízká dostupnost CT přístroje na oddělení soudních lékařství, zejména z finančních

důvodů, do kterých je nutno zahrnout i navýšení způsobilého personálu. Mnohdy také lékařům stačí pouze RTG snímky právě kvůli rychlejší dostupnosti. Zde však nastává problém týkající se expozičních parametrů, které nejsou s přístrojem dodány pro účely forenzní radiologie vzhledem k variabilitě snímkových případů, a proto jsou na RA kladeny vysoké nároky týkající se jeho schopnosti improvizace. Toto tvrzení je podpořeno dotazníkovým šetřením mé kolegyně z roku 2015, která se ve své práci zabývala také otázkami, jaké modality jsou využívány ve forenzní radiologii častěji a jejich hlavními důvody [14]. Ač by se zdálo, že informace z její práce nejsou aktuální, k navýšení počtu soudních ústavů disponujících samostatným CT přístrojem bohužel nedošlo ani za uplynulých 6 let.

Přes všechna zjištěná fakta tedy docházíme k závěru, že pmCT vyšetření jsou jistým přínosem v oboru forenzní radiologie, a i přes jisté komplikace dochází k jejich každoročnímu navýšení. Výrazně napomáhají soudnímu lékaři při plánování postupu pitvy a upozorňují ho na možné detaily, které by standartními pitevními postupy bylo možné přehlédnout nebo by značně prodloužily čas na pitevním sále. V některých případech dokonce prvotní snímky odhalí příčinu úmrtí dříve, než vůbec dojde k samotné pitvě. Zjištěné údaje se také opírají o zahraniční studii z roku 2015 zaměřenou na četnost pozitiv a negativ využití pmCT zobrazení zkoumající 900 případů. Je nutno podotknout, že do studie byly zařazeny i případy přirozené smrti, zejména vlivem kardiovaskulárního onemocnění. Výsledky potvrdily korelaci CT nálezu a závěru provedené pitvy ve dvou třetinách případů. Vůbec největší četnost shod byla pozorována při úmrtí způsobeného tupým poraněním (častý důvod nejpočetnější indikace k pmCT – dopravní nehody), a naopak k nejméně početné korelaci docházelo při pmCT přirozené smrti. Důvodem bylo právě výše zmiňované kardiovaskulární onemocnění, jehož patologie byla ve většině případů nedostatečně kontrastní [25].

7 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce byla zaměřena na využití CT v oboru soudního lékařství v ČR a je strukturována do dvou hlavních částí.

Teoretická část byla věnována seznámení s odvětvím soudního lékařství zahrnujícím postupy při úmrtí a je zde popsán rozdíl mezi zdravotní a soudní pitvou. Dále vysvětluje pojem „smrt“ včetně interpretace typických posmrtných změn a podává přehled nejčastějších indikací k pmCT vyšetření. Zabývá se přehledem užívaných modalit ve forenzní radiologii počítaje úlohou RA při nakládání s nimi, zvláště pak s využitím CT.

V praktické části bylo hlavním cílem porovnání dvou pracovišť soudního lékařství v ČR, která využívají CT pouze pro své potřeby. Zjištěná data byla statisticky zpracována formou tabulek a následně představena v podobě přehledných grafů. Byly zanalyzovány tři kazuistiky zaměřené na rozdílné typy smrtelného poranění doplněné o pmCT snímky pro potvrzení zjištěných nálezů.

Na základě představených výsledků lze konstatovat, že zobrazování těl zemřelých pomocí CT nachází stále větší důvěru soudních lékařů a jejich rozšířením by došlo k usnadnění práce ve vyšetřování mnoha trestných činů. Ve všech mnou zkoumaných případech docházelo k naprosté korelaci CT snímků se závěry znaleckých posudků. Neopomíjeným faktem také je, že RA je pevnou součástí týmu, který soudní a zdravotní pitvy provádí a jeho práce tak poskytuje značný přínos finálnímu výsledku.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

2D	dvojrozměrný
3D	trojrozměrný
4D	čtyřrozměrný
AP	předozaďní
ATP	kyselina adenosintriřosforečňá
cm	centimetr
CNS	centrální nervová souřtava
CR	computed radiography
CT	výpočetní tomografie
ČR	Česká republika
DNA	deoxyribonukleová kyselina
ESPR	Evropská společnosť pro pediatričkou radiologii
HU	Hounsfield unit
ISFRI	Mezinárodní společnosť pro forezní radiologii a zobrazování
IZS	Integrovaný záchranný systém
kg	kilogram
kW	kilowatt
LAT	laterální
LSO	oxyortosilikát lutecitý
m	metr
MDCT	multidetektorová výpočetní tomografie
ml	mililitr
mm	milimetr
MPR	multiplanární
MR	magnetická rezonance
MV	Ministersvo vnitra
PACS	Picture Archiving and Communication System

PČR	Policie České republiky
pmCT	post mortem výpočetní tomografie
RA	radiologický asistent
RDG	radiodiagnostický
RTG	rentgenový
ÚSL HK	Ústav soudního lékařství Hradec Králové
V	volt
VP	Vojenská policie
VRT	Volume Rendering Technique
VÚSL ÚVN-	Vojenský ústav soudního lékařství Ústřední vojenské nemocnice
VoFN	Praha, Vojenská Fakultní nemocnice

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. HIRT, Miroslav a František VOREL. *Soudní lékařství*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5680-6.
2. ŠTEFAN, Jiří a Jiří HLADÍK. *Soudní lékařství a jeho moderní trendy*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3594-8.
3. ČESKÁ REPUBLIKA. *Základní informace pro pozůstalé*. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2013. ISBN 978-80-87147-38-2.
4. 372/2011 Sb. Zákon o zdravotních službách. *Zákony pro lidi - Sběrka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. Copyright © AION CS, s.r.o. 2010 [cit. 04.05.2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-372>
5. ŠTEFAN, Jiří a Jan MACH. *Soudně lékařská a medicínsko-právní problematika v praxi*. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0931-7.
6. KRAHULA, Ondřej. *Využití rentgenu v soudním lékařství, aneb radiologický asistent na pitevňě (pracovně)*. Praktická radiologie. Praha: Společnost radiologických asistentů ČR, 2010(1), 5.
7. HEJNA, Petr, Václav NOVOTNÝ, Pavel REJTAR a Jan FRIŠHONS. *Virtuální pitva a její využití ve forenzní praxi v České republice. Kriminologický sborník*. Praha: Kriminologický ústav Policie ČR, 2019(5), 4.
8. MALÍKOVÁ, Hana. *Základy radiologie a zobrazovacích metod*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2019. ISBN 9788024640365.
9. BENEŠ, Jiří, Jaroslava KYMPLOVÁ a František VÍTEK. *Základy fyziky pro lékařské a zdravotnické obory: pro studium i praxi*. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-4712-5.
10. SEIDL, Zdeněk. *Radiologie pro studium i praxi*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4108-6.
11. SÚKUPOVÁ, Lucie. *Radiační ochrana při rentgenových výkonech - to nejdůležitější pro praxi*. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0709-4.

12. ROSINA, Jozef. *Biofyzika: pro zdravotnické a biomedicínské obory*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4237-3.
13. BROGDON, B.G., Mark D. VINER a Michael J. THALI. *Brogdon's forensic radiology*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2011, 654 s. ISBN 978-142-0075-632.
14. JEŠETOVÁ, Lucie. *Radiologický asistent ve forenzní radiologii*. Kladno, 2016. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta Biomedicínského inženýrství. Vedoucí práce Ondřej Krahula.
15. KLÍMOVÁ, Pavlína. *Forenzní radiologie*. České Budějovice, 2015. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta zdravotně sociální. Vedoucí práce Zuzana Freitinger Skalická.
16. D LEVY, Angela. *Postmortem Radiology and Imaging*. Medscape [online]. New York: Angela D Levy, 2019 [cit. 2021-5-4]. Dostupné z: <https://emedicine.medscape.com/article/1785023>
17. SÚKUPOVÁ, Lucie. CT detektory (2). *Něco málo o zobrazování a dávkách v radiodiagnostice, ale i mimo ni, aneb co by Vás mohlo zajímat...* [online]. Praha: Lucie Súpová, 2018 [cit. 2021-5-4]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/ct-detektory-2/>
18. Computed Tomography (CT). Hkhjoshua [online]. 2014 [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://hkhjoshua.wordpress.com/2014/10/17/new-post/>
19. Grabherr, Baumann, Minoiu, Fahrni a Mangin. *Post-mortem imaging in forensic investigations: current utility, limitations, and ongoing developments*. Dovepress [online]. London: Grabherr S., Baumann P., Minoiu C., Fahrni S., Mangin P., 2016 [cit. 2021-5-4]. Dostupné z: <https://www.dovepress.com/post-mortem-imaging-in-forensic-investigations-current-utility-limitat-peer-reviewed-fulltext-article-RRFMS>
20. BLUM, Alain, Martin KLOPP, Pedro GONDIM TEIXEIRA, Tyler STROUD, Philippe NOIRTIN, Henry COUDANE a Laurent MARTRILLE. *Synergistic Role of Newer Techniques for Forensic and Postmortem CT Examinations Read More:* <https://www.ajronline.org/doi/full/10.2214/AJR.17.19046>. *American*

- Journal of Roentgenology* [online]. Leesburg: American Roentgen Ray Society, 2018 [cit. 2021-5-4]. Dostupné z: <https://www.ajronline.org/doi/full/10.2214/AJR.17.19046>
21. SHELMERDINE, GERRARD et al. *Joint European Society of Paediatric Radiology (ESPR) and International Society for Forensic Radiology and Imaging (ISFRI) guidelines: paediatric postmortem computed tomography imaging protocol*. Springer [online]. Londýn: *Pediatr Radiol* 49, 694–701, 2019 [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00247-018-04340-x>
 22. ADALOGLOU, Nikolas. *Introduction to medical image processing with Python: CT lung and vessel segmentation without labels: The Hounsfield scale*. Ai Summer [online]. Nikolas Adaloglou, 2018 [cit. 2021-5-4]. Dostupné z: <https://theaisummer.com/medical-image-python/>
 23. DIRNHOFER, Richard, Peter VOCK and Michael J. THALI. *The Virtopsy Approach 3D Optical and Radiological Scanning and Reconstruction in Forensic Medicine*. CRC Press, 2015. ISBN 978-0-8493-8178-2.
 24. KRUŽIĆ, I. et al., 2018. Virtual autopsy in legal medicine: literature review and example of application on the mummified remains. *Medicine, Law & Society*.
 25. Peter Mygind Leth, *Computed Tomography in Forensic Medicine*, Danish Medical Journal, ročník 62, číslo 6, 2015

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obr. 1 – Výpočetní tomografie [18].....	26
Obr. 2 – Hounsfieldovy jednotky [22]	28
Obr. 3 – Grafické znázornění nejčastějších indikací k pmCT ve VÚSL ÚVN-VoFN v letech 2019 - 2020	39
Obr. 4 - Grafické znázornění nejčastějších indikací k pmCT v ÚSL HK v letech 2019 – 2020.....	39
Obr. 5 - Grafické porovnání počtu provedených pmCT ve VÚSL ÚVN-VoFN a ÚSL HK v roce 2019	41
Obr. 6 - Grafické porovnání počtu provedených pmCT ve VÚSL ÚVN-VoFN a ÚSL HK v roce 2020.....	42
Obr. 7 - Využití pmCT v rámci celkové výtěžnosti VÚSL ÚVN-VoFN v letech 2019 - 2020.....	44
Obr. 8 - Využití pmCT v rámci celkové výtěžnosti ÚSL HK v letech 2019 - 2020	44
Obr. 9 - Vyloučení cizího tělesa v těle	47
Obr. 10 - Přítomnost volné tekutiny v levé pohrudniční dutině	48
Obr. 11 - Fraktury žeber, křížokyčelních skloubení, obou ramének stydkých kostí a pravé kyčelní kosti nad acetabulem	49
Obr. 12 - Kontrastní těleso u 5. prstu pravé ruky.....	52
Obr. 13 - Projektil u 6. hrudního obratle.....	53
Obr. 14 - Vzduch a volná tekutina v levé pohrudniční dutině	54
Obr. 15 - Vzduch v přední části dutiny lební	57
Obr. 16 - Tříštivé zlomeniny klenby a spodiny lební	58
Obr. 17 - Přítomnost volné tekutiny v plicích.....	59
Obr. 18 - Dislokovaná zlomenina 2. hrudního obratle, levé pažní kosti, pravé stehenní kosti, horní části levé stehenní kosti a zlomeniny obou dolních ramének stydkých kostí	60

11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tab. 1 – Přehled posmrtných změn [1]	15
Tab. 2 – Indikace k pmCT vyšetření	38
Tab. 3 - Počet pmCT za rok 2019	41
Tab. 4 - Počet pmCT za rok 2020	42
Tab. 5 - Počet pmCT vyšetření v rámci celkové výtěžnosti pracoviště	43