



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Studies

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální Fakulta
Katedra radiologie, toxikologie a ochrany obyvatelstva

Bakalářská práce

Forenzní radiologie

Vypracovala: Pavlína Klímová

Vedoucí práce: Mgr. Zuzana Freitinger Skalická, Ph.D.

2015

ABSTRAKT

Klíčová slova: forenzní radiologie, soudní lékařství, post mortem zobrazování, identifikace, střelná poranění

Tématem mé bakalářské práce je forenzní radiologie. Tento obor představuje pro forenzní medicínu velmi cenný a mnohdy i nezastupitelný nástroj. Díky rozvoji, který nastal zejména v minulých letech, se do centra pozornosti dostávají kromě skiografie i další zobrazovací metody – výpočetní tomografie a magnetická rezonance. Ačkoli tento rozvoj napomohl k větší popularitě tohoto oboru, není mu v odborné literatuře věnováno příliš mnoho prostoru. Mým záměrem je v práci ukázat, že forenzní radiologie představuje nesmírně zajímavou a prospěšnou kapitolu radiologie, která rozhodně stojí za pozornost.

V teoretické části jsem se snažila o stručné shrnutí poznatků, které jsem získala při studiu odborné literatury a článků týkajících se této tematiky. V úvodu teoretické části je seznámení s oborem forenzní medicíny se zaměřením na postupy používané v České republice. Další kapitoly představují historii forenzní radiologie, stručné shrnutí základních principů jednotlivých zobrazovacích metod a následně popis jejich využití v rámci forenzní medicíny. Jelikož jsou některé z indikací v klinické praxi ne zcela běžné (např. střelná a střepinová poranění), je připojen i stručný popis těchto zranění a mechanismus jejich vzniku. Samostatná kapitola je věnována dentální identifikaci, která představuje velmi významnou metodu identifikace, v níž nacházejí zobrazovací metody značné uplatnění. Poslední kapitola teoretické části je věnována postavení forenzní radiologie ve světě a shrnutí jednotlivých organizací, které byly na podporu tohoto oboru založeny.

Praktická část je rozdělena do dvou částí. V první z nich jsou zpracovány výsledky dotazníkového šetření. Tato část má za úkol zmapovat využití zobrazovacích metod v soudním lékařství v České republice. Dotazníky byly anonymní a obsahovaly celkem jedenáct otázek. Komunikace probíhala prostřednictvím e-mailu. Dotazníky byly rozeslány na všech 14 pracovištích v České republice. Návratnost byla 65%.

Na výzkumu se tedy podílelo celkem 9 pracovišť. Výsledky z dotazníkového šetření byly statisticky zpracovány a prezentovány pomocí přehledných tabulek a grafů.

V druhé části jsou zpracována data získaná ve Vojenském ústavu soudního lékařství, ÚVN – Vojenské fakultní nemocnice Praha (VÚSL). Cílem této části je ukázat praktické využití zobrazovacích metod na jednom z pracovišť soudního lékařství v České republice. Byla použita data z roku 2014. Výsledky jsou rovněž zpracovány a prezentovány prostřednictvím tabulek a grafů.

Výsledky dotazníkového šetření přinesly cenné informace o používaných zobrazovacích metodách, o personálním a technickém vybavení jednotlivých pracovišť, o využití dostupných metod pro jednotlivé indikace a také o plánech na budoucí rozvoj zobrazovacích metod na pracovištích.

Výsledky sběru dat ve VÚSL byly zaměřeny na počet radiologických vyšetření v roce 2014, dále na typ použité zobrazovací metody, na rozsah a indikaci vyšetření.

V práci byla stanovena výzkumná otázka: Je skiagrafické vyšetření jedinou zobrazovací metodou využívanou v rámci České republiky v soudním lékařství?

Na základě výsledků lze konstatovat, že i když má skiografie stále vedoucí postavení, u více než poloviny pracovišť, která se účastnila dotazníkového šetření, již není jedinou používanou zobrazovací metodou. Téměř třetina těchto pracovišť navíc do budoucna uvažuje o použití dalších zobrazovacích metod.

ABSTRACT

Key words: forensic radiology, sciagraphy, forensic medicine, post-mortem imaging, identity verification, gunshot wounds

The topic of my thesis is forensic radiology. This field represents a very valuable and often irreplaceable tool for forensic medicine. Thanks to this development, especially in recent years, other imaging methods – computer tomography and magnetic resonance imaging – are receiving attention beside sciagraphy. Although this development has helped popularize this field, it often receives only brief mentions in the literature. The intent of my work is to show that forensic radiology is a rather interesting and rewarding chapter of radiology, which is definitely worth the attention.

The theoretical part contains a brief summary of my analysis of scientific literature and articles on this topic. Its first chapter gives an introduction to the field of forensic medicine with a focus on methods used in the Czech Republic. Additional chapters represent the history of forensic radiology, a concise summary of the basic principles of different imaging modalities and subsequent description of their use within forensic medicine. As some of the indications are not entirely conventional in clinical practice (e.g. gunshot and shrapnel wounds), there is also a brief description of these injuries and the mechanism of their occurrence. A separate chapter is devoted to dental identification, which is a very important method, because it makes use of most of the mentioned imaging methods. The last chapter is devoted to the status of forensic radiology in the world and a summary of the various organizations founded to support this field.

The practical part is divided into two sections. The first section presents the results of our survey, aiming to map the use of imaging in forensic medicine in the Czech Republic. The questionnaire was anonymous and contained a total of eleven questions. Communication took place via e-mail. Each of the 14 imaging facilities in the Czech Republic received a copy of the questionnaire, with a response rate of 65%. This

research therefore covers the 9 facilities that did respond. The results of the survey were statistically analyzed and presented using tables and graphs.

The second section analyzed data obtained at the Military Institute of Forensic Medicine, Central Military Hospital – Military University Hospital Prague (VÚSL). The aim of this section is to demonstrate the practical use of imaging techniques in one of the facilities using forensic medicine in the Czech Republic. The data used are from 2014. The results are also analyzed and presented through tables and graphs.

The results of the survey constitute valuable data about the use of imaging methods, about the personnel and technical equipment of the facilities, the use of available methods for the specific indications as well as plans for future development of imaging techniques at these facilities.

Results of data collection at VÚSL focused on the number of radiological examinations in 2014, subdivided by the type of imaging method used and the extent and indication of the examination.

The work posed the research question: Is sciagraphic examination the only imaging method used in the Czech Republic in forensic medicine?

Based on the results, we can state that even though sciagraphy is still the leading imaging method, it is not the only one used at more than half the surveyed facilities. A third of the facilities surveyed is also considering the use of other imaging methods in the future.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

.....

Pavλίna Klímová

Poděkování

Děkuji vedoucí bakalářské práce Mgr. Zuzaně Freitinger Skalické, Ph.D. za její cenné rady, vstřícnost a odborné vedení. Děkuji Mgr. Ondřeji Krahulovi a plk. MUDr. Miloši Sokolovi, Ph.D. za ochotu a poskytnutí dat.

OBSAH

ÚVOD	10
1. SOUČASNÝ STAV	11
1.1 Forenzní vědy.....	11
1.1.1 Forenzní medicína.....	12
1.2 Forenzní radiologie	15
1.1.2 Historie forenzní radiologie	15
1.1.3 Skiografie	17
1.1.4 Výpočetní tomografie a magnetická rezonance	30
1.1.5 Forenzní radiologie ve světě	45
2. CÍLE PRÁCE A VÝZKUMNÁ OTÁZKA	47
3. METODIKA	48
3.1 Dotazníkové šetření	48
3.1.1 Dotazník.....	49
3.2 Sběr dat	50
4. VÝSLEDKY	52
4.1 Výsledky dotazníkového šetření	52
4.2 Výsledky sběru dat.....	61
5. DISKUZE	65
6. ZÁVĚR	67
7. POUŽITÁ LITERATURA	68
8. KLÍČOVÁ SLOVA	75

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

CT – Výpočetní tomografie

MR – Magnetická rezonance

RTG – Rentgen, rentgenový (*příd.jm.*)

MDCT – Multidetektorová výpočetní tomografie

DNA – Deoxyribonukleová kyselina

AP – Předozadní

PA – Zadopřední

LAT – Laterální, bočný

3D – Trojrozměrný

ÚSL – Ústav soudního lékařství

RA – Radiologický asistent

DSA – Digitální subtrakční angiografie

CTA – CT angiografie

RF - Radiofarmakum

ÚVOD

Forenzní radiologie je téma, o němž se mnoho nemluví. A to i přes to, že zobrazovací metody představují pro soudní lékařství nesmírně důležitý nástroj. Použití je široké a v některých případech téměř nezastupitelné. V posledních letech již nejde jen o využití skiografie, ale do popředí se dostává i výpočetní tomografie a magnetická rezonance. Dochází k rozšíření nejen možností přístrojové techniky, ale i jednotlivých vyšetřovacích metod a modalit. Mnohé typy vyšetření, se kterými se setkáváme v klinické praxi se, ať prakticky či na výzkumné úrovni, užívají i v rámci forenzní radiologie. Jejich cílem není jen diagnostika, ale i pomoc a hledání nových možností, jak řešit problematiku úskalí tohoto oboru. Tento rozvoj přispívá k rozšíření spektra použití a tím i významu postavení forenzní radiologie.

Forenzní vědy včetně forenzní radiologie nabyly mezi širokou veřejností značné popularity v posledních letech díky množství filmů a seriálů zabývajících se kriminalistickou tematikou. Lidé si však často neuvědomují, že mnohé z procesů, které jsou v nich prezentovány, jsou upraveny pro potřeby fiktivních příběhů a s realitou nemají nic společného. Mým záměrem je v práci ukázat, že i když postupy používané ve forenzní radiologii nejsou tak „akční“ a všemocné jak jsou někdy laické veřejnosti předkládány, představují velmi zajímavou a prospěšnou kapitolu radiologie.

1. SOUČASNÝ STAV

1.1 Forenzní vědy

Význam slova forenzní pochází z latinského pojmu *forum* - „na veřejnosti“, či „mluviti pravdu na veřejnosti“. ^[1] Pojem je často vykládán také jako „vztahující se k právu“. ^[2] V českém jazyce se jako ekvivalent často užívá pojmu *soudní*.

Forenzní vědy zahrnují vědecké analýzy a dokumentaci důkazů vhodných pro potřeby soudního řízení. V praxi je čerpáno z poznatků fyziky, chemie, biologie a dalších vědních oborů a metod. Pomocí těchto metod mohou forenzní specialisté vyhodnotit fyzické důkazy a následně jejich výsledky prezentovat v rámci soudního řízení. ^[3]

Forenzní vědy patří k nejmladším vědeckým oborům. Podnětem k jejich vzniku a následnému rozvoji byl jednak technický pokrok a také stále se zdokonalující způsoby páchání trestných činů, které vyžadovaly propracované metody k jejich odhalení.

Nejvýznamnější osobností stojící u zrodu moderních forenzních věd je Dr. Edmond Locard. Byl zakladatelem první kriminalistické laboratoře v Lyonu. Formuloval základní princip forenzních věd: „*Každý kontakt zanechá stopu*“. ^[3]

Rozvoj jednotlivých oborů forenzních věd byl odlišný. Zatímco u některých šel vývoj rychle kupředu, jiné, neméně důležité, se musely potýkat s mnohými překážkami. Typickým příkladem je pitva člověka, která byla zpočátku považována za nelegální.

Forenzní vědy dnes tvoří velmi rozsáhlý vědní celek neustále se rozšiřující o nové metody. Jsou velmi důležitým pilířem, bez kterého by objasnění mnohých trestných činů nebylo možné.

1.1.1 Forenzní medicína

Forenzní medicína patří mezi nejdůležitější a nejznámější obory forenzních věd. V České republice je známá především pod pojmem soudní lékařství.

Vývoj forenzní medicíny nebyl vůbec snadný. V minulosti bylo totiž zkoumání a pitva lidských těl považováno za společensky nepřijatelné. Vyšetřování násilných trestných činů tak bylo často komplikováno, a i když k pitvám nelegálně docházelo, nemohly být jejich výsledky oficiálně akceptovatelné. Až po uzákonění pitvy došlo ke značnému rozvoji a nárůstu případů, ve kterých byly medicínské znalosti a poznatky nápomocny při vyšetřování násilných trestných činů. ^[4,5]

V Čechách se obor soudního lékařství rozvíjel obdobně jako v okolních německy mluvících zemích a šel ruku v ruce s rozvojem práva. První veřejná pitva na území Čech se konala v roce 1600 v Rejčkově koleji Janem Jeseniem. Jednalo se však o pitvu anatomickou, nikoli soudní. Teprve v druhé polovině 18. stol. byla v Praze zřízena stolice pro soudní a policejní lékařství, jejímž prvním profesorem byl Jan Knobloch. Řada jeho následovníků se poté významně zapsala do historie soudního lékařství. Mezi ně patří například E. Hofman, J. Reinsberg, V. Slavík, prof. F. Hájek, J. Tesař a jiní. Další ústavy soudního lékařství vznikaly postupně od počátku 20. stol. Dnes jich je na území České republiky celkem 14. ^[5]

Mezi hlavní úkoly soudního lékařství patří ohledání těla oběti, určení druhu a mechanismu poranění, zjištění času a příčiny smrti u náhlých a neočekávaných úmrtí. ^[5,6]

V zámoří je pro účel ohledání zřízen úřad koronera. V evropských státech tato instituce běžně rozšířena není a vyskytuje se pouze v několika zemích. Postup při ohledání je v České republice dán Vyhláškou Ministerstva zdravotnictví o postupu při úmrtí a o pohřebnictví. ^[5,6]

Na místo nálezu těla je povolán lékař ustanovený dle § 84 odst. 2 písm. a),b),c),d) zákona číslo 372/2011 Sb. o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zákon o zdravotních službách). ^[8]

Prvním úkonem přivolaného lékaře je konstatování smrti člověka. Pokud byla smrt konstatována, pokračuje se ve zjištění doby a příčiny smrti. ^[5]

Doba úmrtí je stanovena pomocí poznatků získaných ze zkoumání časných a pozdních posmrtných změn. K časným změnám dochází především na základě biochemických a fyzikálních procesů. Řadíme sem zejména osychání, chladnutí, ztuhlost a posmrtné skvrny. Mezi další metody patří zkoumání hnilobného procesu, obsahu žaludku, apod. ^[9]

Je důležité si uvědomit, že nikdy není možné určit přesnou dobu smrti. I za předpokladu, že člověk bude mrtvý jen pár hodin a tělo bude zachováno v příznivých podmínkách, lze dobu smrti odhadnout s přesností cca pěti až šesti hodin. ^[9]

Před zahájením prohlídky těla je důležité podrobně zaznamenat jeho polohu a zajistit fotografickou dokumentaci, event. videozáznam. Využití videokamery je v tomto případě vhodnější, jelikož je na ní zachycena veškerá manipulace s tělem. ^[7]

Během prohlídky těla jsou provedeny jen nezbytné úkony s ohledem na zachování důkazů. Po skončení ohledání lékař vyplní List o prohlídce mrtvého, rozhodne o provedení pitvy a zároveň určí, který typ pitvy bude vykonán. Pokud lékař během ohledání zjistil závažné skutečnosti vyžadující odborné přezkoumání, je tělo převezeno na soudní lékařství. ^[5]

Hlavním bodem zkoumání těla je pitva. Zákon o zdravotních službách rozlišuje čtyři druhy pitev:

- **Pitva anatomická**
- **Pitva patologicko- anatomická**
- **Pitva zdravotní**
- **Pitva soudní**

Na oddělení soudního lékařství se provádějí pitvy zdravotní a soudní. Zatímco zdravotní pitvy jsou hrazeny zdravotní pojišťovnou, soudní pitvy hradí orgány činné v trestním řízení. ^[5,6,8]

Účelem **zdravotní pitvy** je zjištění příčiny úmrtí, objasnění závažných okolností a mechanismu úmrtí. Povinně se na soudním lékařství vykonávají v případech ^[5,6,8] :

- Náhlých či neočekávaných úmrtí, kdy během prohlídky těla nelze jednoznačně stanovit příčinu smrti
- Násilných úmrtí, vč. sebevražd
- Úmrtí, či podezření na úmrtí průmyslovou otravou nebo následkem pracovního úrazu
- Podezření na úmrtí způsobené v souvislosti se zneužíváním návykových látek
- Úmrtí ve vazbě, ve výkonu trestu odnětí svobody, či zabezpečovací detence
- Podezření na úmrtí v příčinné souvislosti s nesprávným postupem při výkonu zdravotních služeb

Soudní pitvy se provádějí při podezření na úmrtí v důsledku trestného činu a jsou prováděny dvěma znalci z oboru soudního lékařství. Soudní pitvě vždy předchází prohlídka těla. Podle okolností konkrétního případu je prováděno několik úkonů. ^[5,7]

Mezi nejběžnější patří odběr nečistot zpod nehtů, vzorky z těla a oděvů na povýstřelové zplodiny, vzorky vlasů a ochlupení k trichologickému zkoumání a snímání otisků prstů. Otisky se snímají i za předpokladu známé totožnosti oběti. V tomto případě slouží k vyloučení daktyloskopických stop oběti na místě činu. ^[7]

Ne vždy je o soudní pitvě rozhodnuto ihned po ohledání. V praxi není výjimkou konverze zdravotní, patologicko-anatomické, nebo anatomické pitvy na pitvu soudní. Pokud v průběhu pitvy lékař zjistí podezřelé okolnosti, přeruší ji a tuto skutečnost oznámí oprávněnému policejnímu orgánu. Příslušný policejní orgán poté rozhodne, zda bude provedena konverze, či se dokončí pitva již započatá. ^[5]

Po skončení soudní pitvy je vyhotoven znalecký posudek. Ten kromě znalecké doložky obsahuje dvě části: nález a vlastní posudek. Nález obsahuje podrobný záznam veškerých poznatků zjištěných během pitvy a z laboratorních výsledků. Vlastní posudek obsahuje odpovědi znalců na konkrétní otázky vytvořené zadavatelem. Posudek vždy musí mít důkazní oporu v poznacích uvedených v nálezu. Vzhledem k tomu, že s tímto

posudkem pracují většinou nelékařští pracovníci, měl by být vyhotoven v českém jazyce. ^[6]

1.2 Forenzní radiologie

Forenzní radiologie je speciální odvětví využívající zobrazovací metody pro pomoc při vyšetřování a vyhledávání důkazů. Tento obor má poměrně dlouhou historii a díky technickému pokroku dnes nalézá značné uplatnění.

V následujících kapitolách bude stručně představena historie tohoto oboru, základní principy jednotlivých zobrazovacích metod a možnosti jejich uplatnění v rámci forenzní radiologie.

1.1.2 Historie forenzní radiologie

Historie forenzní radiologie je úzce spjatá s objevem W. C. Röntgena. Pouhých pár týdnů po jeho objevu paprsku X byl zaznamenán první soudní proces zahrnující použití rentgenového snímku v rámci vyšetřování. Případ se odehrál v Severní Americe 24. 12. 1895. Tehdy byl díky prokázání kulky v noze oběti usvědčen pachatel za pokus o vraždu. Expozice důkazního snímku trvala 45 minut. ^[10,11]

V Anglii bylo zhotovení rentgenového snímku poprvé součástí vyšetřování v roce 1896. Případ se týkal podezření z nedbalosti, v jejímž důsledku došlo ke zranění. V University College Hospital byly poškozené ženské zrentgenovány obě nohy a následně rentgenogramy poskytnuty soudu. Soudce i porota se tak mohli na vlastní oči přesvědčit o rozdílech patrných na zdravé a poraněné končetině. ^[11]

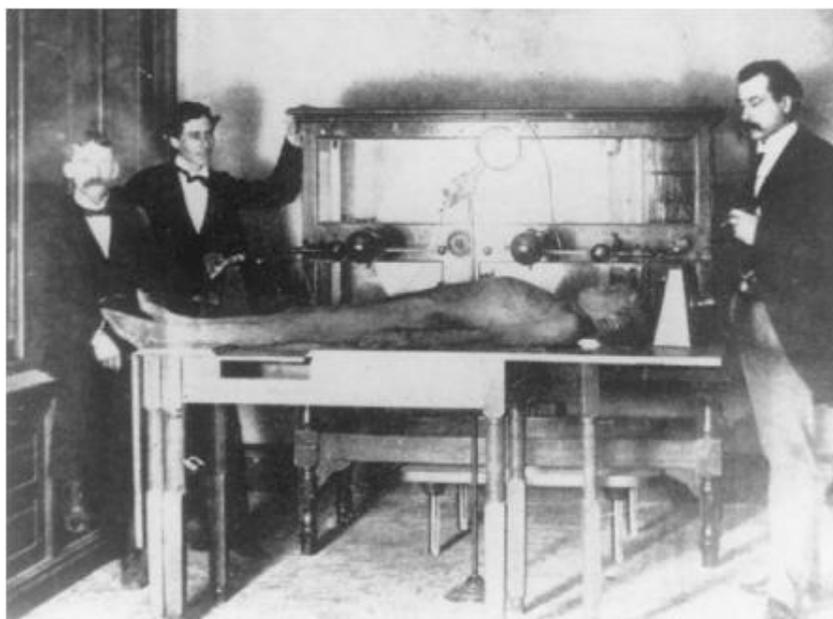
První vražda, v níž hrál rentgen svou roli, se uskutečnila v dubnu r. 1896 v Lancashire. Na pomoc k lokalizaci kulky v hlavě oběti byl povolán profesor Arthur Schuster. Snímky měly expoziční časy 60 a 70 minut a prokázaly přítomnost tří kulek.

Případu byla věnována obrovská pozornost. Snímkování se účastnili všichni významní představitelé města, novináři i široká veřejnost. ^[11]

Po úspěchu, jaké s sebou přinášely tyto případy, se začalo uvažovat, o dalších způsobech využití radiologie v kriminalistice. Mezi tyto snahy patří například metoda berlínského vědce Levinshona.

Levinshon navrhl nahradit mnohdy nepřesnou Bertillionovu metodu antropometrie přesnějším měřením skeletu pomocí rentgenových snímků. Ačkoli tato metoda budila zpočátku určitý ohlas, do praxe uvedena nikdy nebyla. Mnohem kurioznější byly snahy Henryho Béclera o využití rentgenového záření v daktyloskopii. Během této tzv. daktylografie se kůže na prstech potáhla ortholovičitanem olovnatým a byla vystavena měkkému rentgenovému záření. Výsledkem bylo zobrazení jemných otisků prstů. ^[4,11]

Jedním z nejznámějších případů, který ve své době zviditelnil forenzní radiologii a zároveň i dentální identifikaci je nepochybně případ Adolfa Hitlera. Po té co na něj byl v roce 1944 spáchán atentát, byl Hitler nucen podstoupit rentgenové vyšetření hlavy. Tyto snímky se zachovaly do konce války a následně posloužily ke srovnání při identifikaci jeho těla. ^[11]



Obr. 1: Počátky forenzní radiologie^[11]

V roce 1970 byla vyvinuta magnetická rezonance (do medicínské praxe se dostala v roce 1980) a o čtyři roky později byla představena také výpočetní tomografie. Zatím co v rámci klinické medicíny šel rozvoj těchto technologií velmi rychle kupředu, v soudním lékařství tomu tak nebylo. ^[10,12,13]

První CT vyšetření pro potřeby soudního lékařství bylo realizováno v roce 1977 v Německu. V ČR se poprvé aplikovalo v r. 1993 v ÚSL v Hradci Králové. Jednalo se o vyšetření termicky zdevastovaného těla se střelným zraněním. Nález byl poté použit jako důkazní materiál v rámci úkonů trestního řízení proti pachateli.

Až do roku 2000 bylo CT a MR užíváno jen v omezené míře. Teprve na počátku 21. století našly širší užití a rozvoj v rámci forenzních věd. ^[10,12,13]

1.1.3 Skiografie

1.2.6.1 Základní princip skiografie

Pro diagnostické využití RTG v medicíně se využívá pronikavého elektromagnetického záření X o energiích v rozmezí 20 – 150 keV. Zdrojem je rentgenka. ^[14]

Rentgenka je speciální vakuová trubice, obsahující dvě elektrody – anodu a katodu. Nejčastěji jsou obě vyrobené z wolframu, pouze pro mamografii je používána anoda z molybdenu. ^[15]

Katoda je spirálovitého tvaru. Při jejím rozžhavení dochází k emitaci množství elektronů, tzv. elektronového mraku. Elektrony jsou díky vysokému napětí mezi katodou a anodou urychlovány silným elektrickým polem a přitahovány k anodě. ^[14,15]

Anoda je buď pevná, anebo rotační. Při dopadu elektronů na anodu dochází k jejímu silnému zahřívání. Pro odvod tepla je konstruován systém chlazení. Pouze v jednom procentu dochází po dopadu elektronů na anodu k přeměně kinetické energie na dva typy RTG záření – brzdového a charakteristického. ^[14,15]

U rentgenky můžeme nezávisle na sobě usměrňovat **anodové napětí** – napětí mezi anodou a katodou a **katodový proud** – intenzita žhavicího proudu. Anodové napětí ovlivňuje tvrdost, penetraci, absorpci a vlnovou délku záření. Katodový proud reguluje intenzitu záření. ^[15]

Vzniklé RTG záření opouští rentgenku a prostupuje vyšetřovaným objektem. Část záření je v závislosti na hustotě a tloušťce tkáně absorbována, zbylá část je po průchodu zobrazena pomocí luminiscenčního stínítka či elektronických detektorů. ^[15,16]

Výsledkem expozice je rentgenový obraz vyšetřované oblasti. Rozdílná schopnost tkání absorbovat RTG záření je vyjádřena různými intenzitami stupně šedi na výsledném snímku. Měkké tkáně mají menší hustotu a nižší absorpci, tím pádem jimi projde více záření, což se na obraze projeví větším zčernáním. Kostí jsou hutné a absorbují daleko větší množství záření. Projde jimi malé množství, proto jsou na snímku zobrazeny jako velmi světlé až bílé struktury. ^[15,16]

1.2.6.2 Skiografie ve forenzní radiologii

Skiografie představuje základní, nejčastější a nejdéle užívanou zobrazovací metodu v rámci forenzní radiologie. Jejím hlavním smyslem je především vyšetření obtížně dostupných kostěných struktur, predikce nálezu a volba strategie postupu pitvy.

Významnou roli hraje zejména při vyšetřování střelných a bodnožezných poranění, dopravních nehod a při úmrtích spojených s týráním. Mezi další využití řadíme detekci chorobných a úrazových změn a identifikaci. ^[12]

Střelná poranění a cizí tělesa

Základní indikací k RTG vyšetření je prokázání střely v těle u střelných poranění. RTG se indikuje i v případech, kdy vzhledem ke stavu těla (např. vlivem hnilobného

procesu) není možné s jistotou říci, zda ke střelnému poranění došlo, nicméně nelze tuto skutečnost vyloučit. ^[11,12,17]

Pohyb střel, jejich částí a dráhou letu se zabývá obor zvaný balistika. Pro medicínu je zásadní pohyb střely v lidském těle. Z této, tzv. koncové balistiky, je poté možno definovat druhý zásadní oddíl a tím je balistika raná. Raná balistika se zabývá účinky střely na živé tkáně. Tyto účinky se mohou lišit podle charakteru poraněné tkáně a také podle typu poranění. Na základě typu poranění můžeme střelná poranění dělit na projektilová a střepinová. ^[18]

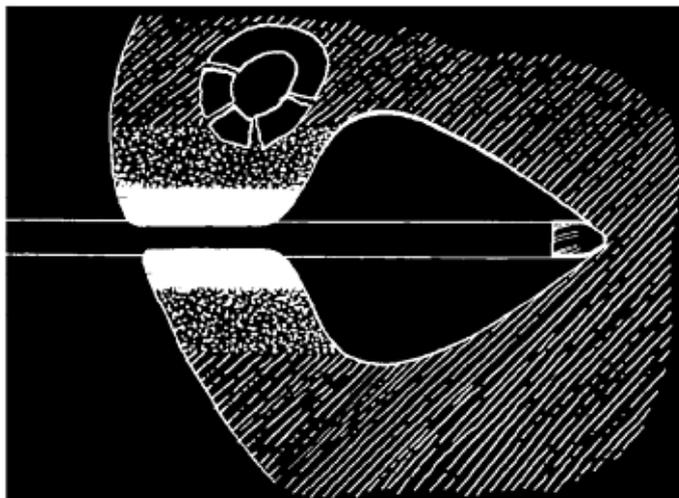
Projektil bývá pravidelného tvaru. K deformaci dochází až při kontaktu s pevným prostředím – v lidském těle typicky s kostí. Konstrukce projektilů je různá. Některé jsou přímo konstruovány tak, aby došlo k jejich fragmentaci po dosažení cílového objektu. Fragmentované střely se poté chovají v tkáních jako střepiny. ^[18]

Ze soudně-lékařského hlediska je u střelných poranění důležité rozlišit vstřel a výstřel, charakterizovat průběh střelného kanálu, úhel průniku projektilu, směr výstřelu, určit počet střelných ran a vzdálenost, ze které bylo vystřeleno. ^[6]

Vzdálenost, ze které bylo střeleno, lze odhadnout podle vlastností vstřelu, charakteru střelby a dalších informací. U výstřelu z bezprostřední vzdálenosti má vstřel tvar hvězdice a na kůži je patrný otisk ústí hlavně. Při střelbě z brokovnice se vzdálenost vypočítává pomocí rozptylu roje broků. ^[7]

Vstřel bývá zpravidla menší než výstřel, okraje bývají zhmožděné. U střel z malé vzdálenosti je patrné ožehnutí. ^[5,6]

Střelný kanál vzniká po průniku střely do těla. Nejprve se rozvíjí dočasná dutina vlivem kinetické energie šířící se do okolí. Tento moment, často popisovaný také jako kavitační efekt, představuje hlavní zraňující mechanismus, jelikož poškozují tkáň na značnou vzdálenost. Velikost a rychlost ztráty energie střely spolu s hustotou a elasticitou tkání ovlivňují rozměry a tvar dočasné dutiny. V některých případech může mít průměr až 30x větší, než je průměr střely. Důsledkem je nejen poškození měkkých tkání a cév, ale i výskyt fraktur bez přímého kontaktu se střelou. Průběh kanálu se může lišit po průniku nebo odrazu od kosti. ^[5,6]

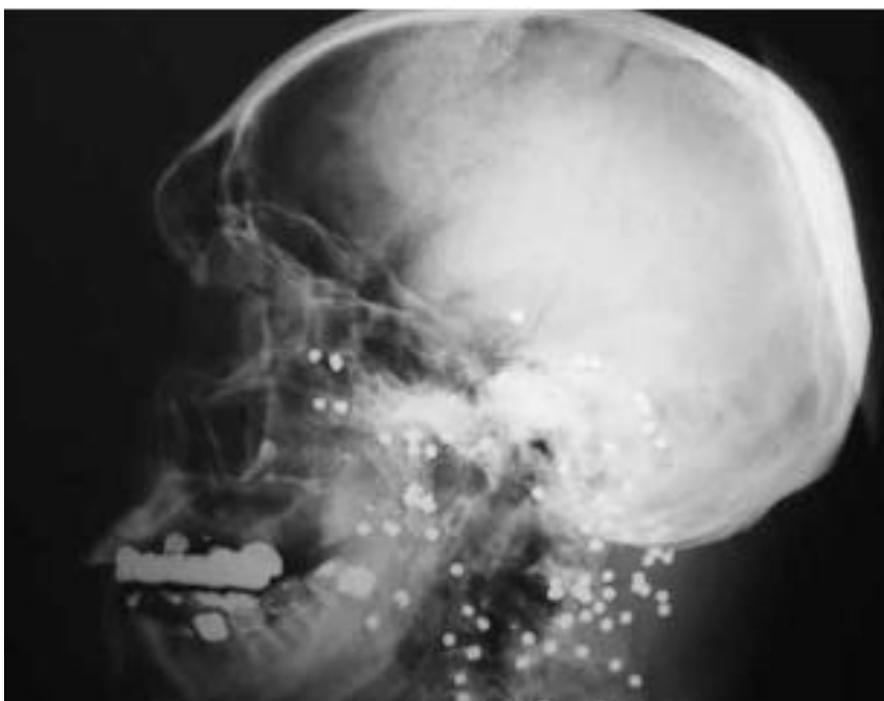


Obr. 2: Vznik dočasné dutiny^[6]

Podle střelného kanálu rozeznáváme čtyři typy střelných poranění:

- **průstřel** = dochází k průniku střely tělem, na těle je patrný jak vstupní, tak i výstupní otvor (vstřel a výstřel), mezi nimi probíhá střelný kanál
- **zástřel** = typická je přítomnost pouze vstřelu a střelného kanálu, střela zůstává v těle
- **postřel** = střela zasáhne tělo pouze tangenciálně, není zde patrný vstřel ani výstřel, typicky vzniká rýha
- **nástřel** = způsoben malou kinetickou energií střely, která narazí na povrch těla, ale nemá dostatek síly na proražení kožního krytu. Výsledkem je vznik pohmožděniny, krevního výronu, popř. fraktury. ^[6,19]

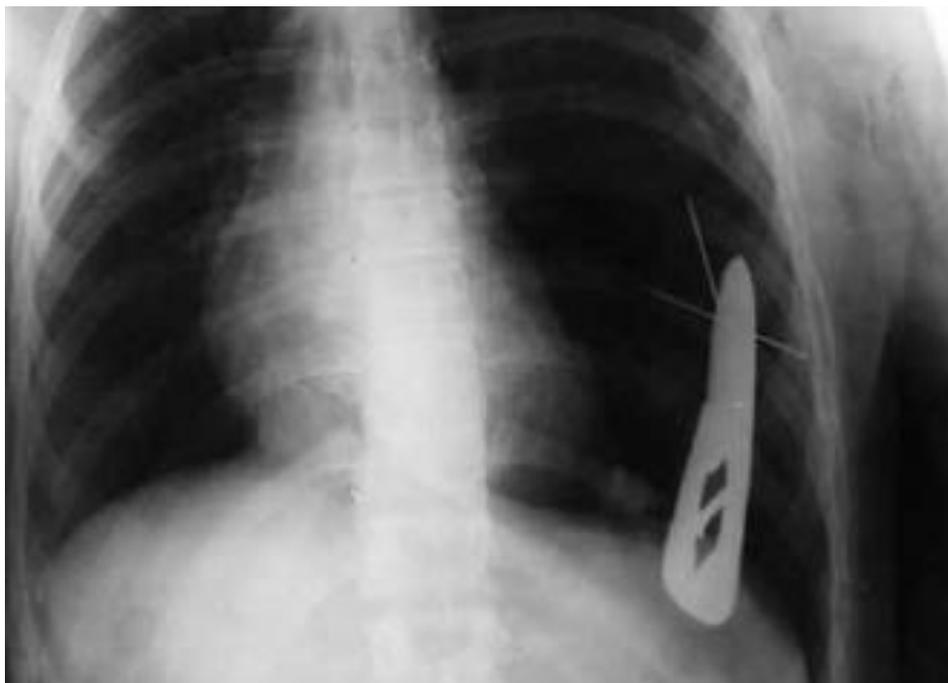
Díky skiografii je možné stanovit ráži, celkový počet střel a přítomnost sekundárních projektilů (fragmenty střel, kostní úlomky). Některé střely mají natolik typický vzhled, že je možné identifikovat je i na základě RTG snímku. Za určitých podmínek může být také odhadnutá velikost střely. Skiografie se uplatňuje nejvíce při zástřelu. Nicméně také v případě průstřelu může být velmi nápomocná. A to zejména díky prokázání lomných linií a sekundárních projektilů. Ve výjimečných případech mohou být na snímku patrné známky dočasné dutiny. ^[11,12]



Obr. 3: Boční snímek lebky - zástřel brokovnicí ^[12]

K lokalizaci střely se většinou snímkuje ve dvou projekcích (AP a bočná, event. šikmá). Lokalizace střely před zahájením samotné pitvy je důležitá zvláště z hlediska jejího vyjímání. V praxi není výjimkou snímkování oblečeného těla k prokázání, či vyloučení přítomnosti střely a jejích fragmentů ve svrscích. Ve výjimečných případech se k lokalizaci cizího tělesa přistupuje ke snímkování vyjmutých tělních orgánů. ^[6,11,12,17]

Kromě střelných poranění se skiografie zaměřuje i na lokalizaci ostatních kontrastních předmětů. Jejich škála je velmi pestrá. Může se jednat o části úlomků bodných nástrojů (nože, nůžky, jehly, dráty, atp.), stejně tak i o střepiny výbušných zařízení. Samostatnou kapitolou jsou předměty vložené do dutin orgánů (např. polknutí žiletky) za účelem sebepoškození, či sebevraždy. ^[12]



Obr. 4: Snímek hrudníku - lokalizace bodného nástroje^[12]

Úrazové změny

Rentgenové vyšetření úrazových změn není běžnou součástí pitvy. Existují však případy, u kterých představuje jeho provedení zásadní význam pro objasnění mechanismu a příčiny smrti. U obětí dopravních nehod se například používá pro prokázání tzv. nárazníkové fraktury bércových kostí. Tento typ fraktury je charakteristický pro chodce sraženého osobním automobilem.^[12,20]

Mezi další případy, kde je vypovídající hodnota skiografie vysoká, patří úmrtí, u nichž je podezření, že bylo způsobeno aktivním násilím. Na snímcích se hledají známky nejen čerstvých, ale i starých zlomenin, které mohou poukazovat na dlouhodobé násilí.^[11]

Mezi oběťmi těchto násilných činů se vyskytují také týrané děti. Charakteristickými nálezy u této skupiny obětí jsou fraktury lebních kostí, mnohočetné fraktury žeber, spirální zlomeniny dlouhých kostí, odloučení diafýzy od epifýzy a časté známky po starších frakturách, z nichž některé mohou vykazovat patologické hojení. Vzhledem

ke skutečnosti, že rozsah poranění bývá velmi široký, doporučuje se snímkování celého těla. ^[11,12,21]

K celotělové skiagrafii se přistupuje i v případě dospělých obětí, pokud nález naznačuje dlouhodobé týrání. V ostatních případech se většinou snímkuje pouze konkrétní oblasti, u nichž jsou patrné známky po použití násilí (např. po rdoušení). ^[11,12,21]

Identifikace

Ztotožnění je prováděno u nálezů, jejichž stáří nepřesahuje 20 let od vyhlášení pátrání, tj. je z kriminalistického hlediska relevantní. ^[22]

Na identifikaci při nálezu těla bez známé totožnosti spolupracuje soudní lékař a policie. Kromě prohlídky oděvu dochází k velmi podrobnému popisu těla.

Popis těla má dvě fáze. Nejprve je zaznamenán popis všeobecný, soustředující se na pohlaví, rasu, věk, délku a stavbu těla. Na něj poté navazuje speciální popis, který je zaměřen na nalezení zvláštních znamení a změn. Zaznamenává se barva a délka vlasů, ochlupení, barva očí a kůže, stav chrupu a nehtů, pigmentace, tetování, přítomnost vrozených či získaných vad, následky zranění a operací, přítomnost jizev, vnější známky onemocnění, znaky poukazující na určité typy zaměstnání. ^[5,6,7,22]

Pokud existují vytipované osoby, mohou se tyto znaky posléze porovnat s jejich zdravotnickou dokumentací a tím vyselektovat užší okruh.

Pro identifikaci jsou podstatné zejm. stálé znaky. Mezi tyto řadíme tvar lebky a obličje, papilární linie na rukou, ušní boltce, vrozené vady, trvalé poúrazové stavy, či trvalé stavy po onemocněních a operacích, krevní skupinu a DNA. ^[6,7]

Pro účely identifikace se skiografie využívá k odhalení určitých specifických znaků. Pro forenzní účely mají smysl snímky, které zaznamenávají buď určitou patologii, anomálii nebo jedinečný znak. Mezi nejvýznamnější RTG nálezy sloužící k identifikaci řadíme přítomnost zhojených fraktur, kloubních náhrad, svorek, kardiostimulátorů a dalších implantátů. K odhalení totožnosti mohou napomoci i specifické anatomické

znaky skeletu a případné vývojové vady, jako vzhled vedlejších dutin nosních, přítomnost skoliotických změn, kyfóza, atp. ^[11,12,20]

U nálezů těla ve vysokém stupni rozkladu může být skiografie nápomocná při určení základních antropologických parametrů – věk, pohlaví, etnikum. ^[6]

Velmi specifickým úkonem v rámci forenzní skiografie je snímkování chrupu pro identifikační potřeby. Jelikož jde o velmi významnou metodu identifikace, bude jí věnována samostatná kapitola.

1.2.6.3 Dentální identifikace

Zubní sklovina je nejtvrší lidskou tkání a nepodléhá zkáze tak snadno, jako ostatní typy tkání. Díky tomu představuje velice důležitou možnost, jak identifikovat jedince v případě, kdy není možné použití jednodušších identifikačních údajů (rekognice, otisky prstů). ^[22]

Cílem forenzní stomatologie je tedy studium a dokumentace tvaru, vzhledu, počtu a struktury zubů, stomatologických zásahů a patologií. Výše zmíněné faktory tvoří dohromady komplex skupinových a individuálních charakteristik, které jsou rozpoznatelné a relativně neměnné. Množství kombinací stomatologických znaků je natolik veliké, že prakticky vylučuje existenci dvou naprosto shodných chrupů. Díky této skutečnosti představuje forenzní stomatologie rychlou, relativně jednoduchou a z pohledu nákladů také mnohem méně náročnou metodu identifikace ve srovnání s testy DNA. ^[23]

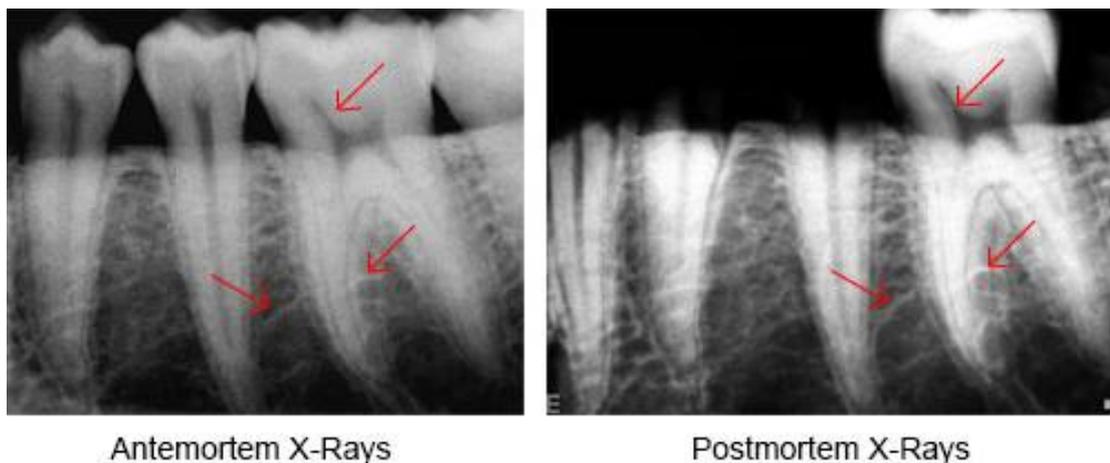
Dentální analýza se používá jak u ostatků bez známé totožnosti, tak i k identifikacím při hromadných neštěstích, kdy je znám seznam obětí.

Průběh identifikace je ovlivněn existencí dostupné ante mortem zubní dokumentace. Pokud tato dokumentace je k dispozici, může být srovnána s post mortem daty. Srovnává se písemná zubní dokumentace, RTG snímky, příp. otisky zubů a portrétní fotografie usmívající se osoby. ^[24]

Pokud žádné předchozí zubní záznamy k dispozici nejsou a vzhledem ke stavu těla není možný jiný způsob identifikace, přistupuje se k vytvoření tzv. post mortem profilu. Úkolem profilování je zaznamenání individuálních dentálních znaků, které by mohly zúžit okruh poškozených. ^[24]

Pro antropologickou zubní analýzu se zubní pozůstatky nejprve preparují od měkkých tkání a poté se vyšetřují zobrazovacími metodami. ^[11]

Srovnání RTG snímků je považováno za nejspolehlivější metodu, jelikož na rozdíl od písemné dokumentace poskytují objektivní anatomický záznam. Na RTG je možné například porovnání specifických siluet zubních výplní, které z písemných dat nejsou čitelné. ^[11]



Obr. 5: Komparace zubních RTG snímků ^[25]

Nevýhoda RTG snímků spočívá v planárním zobrazení. Při projekcích nelze odlišit, zda se výplň nachází na laterální, či mediální straně zubu, anebo zda dochází k překrývání více náplní v jednom zubu. Vzhledem k tomu, že většina výplní je RTG kontrastní, není možné ze snímku určit typ výplně. ^[24]

Zuby jsou uspořádány v zakřivených obloucích v blízkosti kostěných lebečních struktur. Kvůli nutnosti zobrazení každého zubu a okolních struktur bez překrývání,

není možné prosté použití AP, PA a LAT snímků lebky. Skiografie vyžaduje specifika týkající se přístrojové techniky, filmu, expozice i techniky snímání.^[24]

Standardní velikost dentálního filmu je 2,5 x 3,8 cm a představuje nejběžnější filmový materiál pro intraorální a tzv. bite-wing zobrazení – snímky s nákusnými křídélky. Film je umístěn do úst na lingvální stranu. Pro přední zuby se umísťuje vertikálně a pro laterální zuby horizontálně. Expoziční parametry jsou 8 – 15 mAs, 70 – 100 kV.

Při správném úhlu by měly intraorální snímky odpovídat skutečné velikosti zubů. Bite-wing se provádí se zavřenými čelistmi a zobrazuje korunky horních a dolních protilehlých zubů. Panoramatické snímky jsou obtížně proveditelné a moc se v praxi neprovádějí.^[26]

Obecně platí, že post mortem snímky by měly odpovídat snímkům ante mortem. A to i za předpokladu, že ante mortem snímky nebyly zhotoveny v ideální projekci. Cílem post mortem není vytvořit dokonalé snímky, ale vytvořit duplikační snímek toho předchozího.^[11]

Pokud nelze čelisti zachovat a neexistují záznamy ke srovnání, vyhotovuje se kompletně sada intraorálních snímků (14 snímků na 32 zubů) a bite-wing snímky (4 pro zadní zuby). Pokud nelze provést resekci čelistí a vyhotovení snímků je nezbytné, musí být voleny určité kompromisy a improvizace. Používají se různé nástroje k rozevření čelistí při rigor mortis, pásky, gázy plastové obaly atp.^[11,24]

Z hlediska přístrojové techniky se ve forenzní stomatologii používají statické i mobilní RTG přístroje. Ideální volbou jsou ruční přenosné.^[11]

Pro pozitivní identifikaci není stanovena spodní hranice shodných znaků. V některém případě mohou být rozhodující charakteristické rysy jediného zubu, v jiném případě zase naopak ani u snímku celé čelisti nejsou nalezeny dostatečné jedinečné znaky pro plnou identifikaci.^[25,27]



Obr. 6: Snímkování chrupu přenosným RTG přístrojem ^[28]

Americká společnost **ABFO** (American board of forensic odontology) vydala pracovní postup, ve kterém se výsledky zubní identifikace přiřazují k jednomu ze čtyř závěrů^[28]:

- **Pozitivní identifikace** – absolutní souhlas dat do nejmenších detailů, absence nesouladu
- **Možná identifikace** – při komparaci jsou patrné podobnosti, nicméně existuje neúplná kvalita ante nebo post mortem záznamů, kvůli tomu není možné konstatovat pozitivní identifikaci
- **Nedostatečná identifikace** – nedostatečné informace, výsledky nelze porovnat
- **Negativní identifikace** – dostupná data jsou viditelně neslučitelná

Jak již bylo výše zmíněno, forenzní stomatologie se uplatňuje také při hromadných neštěstích. V těchto případech je situace komplikována množstvím těl a někdy také

faktem, že oběti pocházejí z odlišných zemí či kontinentů. Získání zubních záznamů je v takovém případě velmi složité.^[25]

Pro tyto situace byla zřízena v r. 1982 odborná komise Interpolu DVI (The Disaster Victim Identification). Jejím úkolem je rozvoj mezinárodní spolupráce při hromadných neštěstích. Výsledkem těchto snah je dokument **DVI Guide** obsahující doporučení a zkušenosti na základě předchozích hromadných neštěstí. Hlavním záměrem DVI je určit identitu obětí s využitím porovnání ante a post mortem dat. Pro tyto případy byl vytvořen manuál rozdělený do pěti kroků^[29]:

1. Ohledání místa neštěstí
2. Získání post mortem dat
3. Získání ante mortem dat, sběr informací
4. Porovnání
5. Závěry identifikace

Výsledky identifikace jsou zaznamenány do dvou formulářů. Žlutý formulář slouží pro záznam ante mortem dat, růžový pro post mortem záznamy. Závěrečný formulář pro zakončení identifikace obsahuje konečnou zprávu a hodnocení dle ABFO.^[29]

Pro zajímavost uvádím data zveřejněná Interpolem k identifikaci obětí teroristického útoku 11. 9. 2001 v New Yorku. Z celkového počtu 2749 obětí bylo identifikováno na 1600 lidí. 596 z nich na základě dentální identifikace.^[29]

1.2.6.4 Postup skiografie

Stejně tak jako u klinické skiografie, se i v rámci vyhotovení post mortem snímků klade důraz na kvalitní diagnostické zobrazení. V případě forenzní skiografie je ovšem tento úkol znesnadněn řadou faktorů (stav těla, manipulace). Na druhou stranu v rámci post mortem zobrazování odpadají některé faktory důležité při skiografii pacientů.

Příkladem je radiační ochrana snímkové osoby a z hlediska kvality zobrazení například pohybová neostrost. ^[11,20]

Zatímco v klinické radiologii se snímky vytvářejí k zobrazení jedné konkrétní anatomické oblasti (např. koleno, zápěstí, atp.), ve forenzní skiografii by tato metoda byla vzhledem k času, obtížné manipulaci a mnohdy špatnému stavu těla velmi nepraktická. Standardně se tedy přistupuje ke strategii snímkování několika souvisejících anatomických struktur do jednoho snímku. ^[11,20]



Obr. 7: Forenzní skiografie ^[17]

Pro potřeby forenzní skiografie je základem AP projekce. Bočné projekce nejsou běžně využívány. Nicméně v některých případech, zejm. u střelných poranění, se používají. Ve specifických případech jsou kromě těchto dvou projekcí používány také projekce speciální, nejčastěji se jedná o skiografii obličejových kostí a mandibuly nebo snímkování ruky ke stanovení kostního věku. ^[11,20,21]

Projekce jsou uzpůsobeny potřebám snímkování vleže a do určité míry odpovídají technikám užívaným při snímkování pacientů na lůžku. Posmrtná ztuhlost, nesoudržný

stav těla způsobený devastací či hnilobným procesem nebo mumifikace nedovolí polohovat tělo do klasických projekcí. V těchto případech je nutné při projekcích improvizovat. [20,21]

Expoziční parametry jsou přizpůsobeny fázi posmrtného rozkladu. Z hlediska expozice je nevýhodnější snímkování těl v co nejkratším časovém intervalu po úmrtí. Naopak nejkomplicovanější jsou těla po dlouhodobém pobytu ve vodě, u nichž došlo k adipocire (zmýdelnění). [11,21]

1.1.4 Výpočetní tomografie a magnetická rezonance

1.2.6.5 Základní princip výpočetní tomografie

Klasický RTG snímek je planární. Jeho hlavní nevýhoda spočívá v možném překrývání a superpozicích tělních struktur. Pro odstranění nevýhod planárního zobrazení byla vyvinuta výpočetní tomografie, poskytující trojrozměrné zobrazení vyšetřované oblasti. [14,15]

Trojrozměrný obraz je získáván prozářením vyšetřovaného objemu pod řadou různých úhlů díky rotačnímu systému rentgenka – detektor. [15]

Mezi základní dva typy konstrukce patří konstrukce vějířová a kruhová. Vějířová konstrukce je založena na principu otáčení jak rentgenky, tak i detektorů. U konstrukce kruhové se otáčí pouze rentgenka, zatímco detektory jsou rozmístěny po celém obvodu. [15]

Rentgenka s detektory je umístěna v gantry, která díky elektromotoru umožňuje rotaci kolem stolu. [14]

U starších typů přístroje se využívala rotační metoda vyšetřování. Během ní se v průběhu jedné rotace snímá pouze jeden příčný řez. Tato metoda byla velice časově náročná a nebylo možné s ní uskutečnit některé modernější techniky vyšetření. Pro rychlejší vyšetřování tedy začaly být konstruovány přístroje obsahující několik

axiálně uložených řad detektorů. Tento systém tak dovolí snímat současně několik transverzálních řezů – multi-slice CT. ^[15,30]

Transverzální řezy mohou být snímány dvojím způsobem.

Během **sekvenčního skenování** rotuje systém rentgenka-detektor, zatímco vyšetřovací stůl se nepohybuje. Jednotlivé vrstvy jsou snímány postupně. ^[30]

Spirální neboli helikální CT během rotace rentgenky automaticky posouvá vyšetřovací stůl. Dráha tvoří spirálu. Vzdálenost posunu stolu mezi dvěma otočkami rentgenky je vyjádřena pitch- faktorem (mm). ^[30]

Vyšetřovaný objekt je rozdělen na určitý počet tenkých řezů, které jsou snímány z mnoha úhlů. Na základě zeslabení RTG paprsků je poté matematicky zkonstruován obraz dané vrstvy. Míra zeslabení je dána absorpčními vlastnostmi tkání. Absorpční vlastnosti se vyjadřují v Hounsfieldových jednotkách (HU). V praxi mohou jednotky nabývat hodnot od -1000 (vzduch) až po 1000 (kost). Po výpočtu jednotek jsou hodnoty převedeny na monitor. Na monitoru jsou poté každé hodnotě přiděleny odpovídající stupně šedi. ^[15,30]

Získané CT řezy jsou v axiální rovině. Pomocí rekonstrukčních technik z nich můžeme vyhotovit obrazy v libovolné rovině a také vytvářet 3D rekonstrukce. ^[30]

1.2.6.6 Základní princip magnetické rezonance

Protony v atomových jádrech rotují kolem své osy. Tato rotace je označována jako **spin**. Tímto pohybem kolem sebe vytvářejí magnetické pole. V atomových jádrech se sudým nukleonovým číslem dochází k vyrušení magnetického momentu. Jádra se pak nechovají k okolí magneticky. V atomových jádrech s lichým nukleonovým číslem tomu ale tak není. Jádra těchto atomů si magnetický moment zachovávají. Typickým zástupcem je vodík ^1H obsahující jediný proton. ^[14,31,32]

Běžně je rotace protonů nahodilá. Pokud na ně začne působit silné magnetické pole, rotační osy protonů se uspořádají rovnoběžně se siločarami vnějšího pole. Většina má magnetický moment uspořádaný souhlasně s vektorem. Opačná orientace je energeticky

mnohem více náročná, a proto není zastoupena v takové míře. Důsledkem této nerovnováhy je celkový magnetický moment tkáně, která se ke svému okolí chová magneticky.^[31]

Protony v magnetickém poli konají kromě spinu také pohyb precesní (opisují tvar pláště kužele). Frekvence tohoto pohybu je označována jako **Larmorova frekvence**. Do tkáně je vyslán vysokofrekvenční impuls o frekvenci totožné s Larmorovou frekvencí. Důsledkem je vznik rezonance. Po ukončení impulsu dochází k návratu z excitovaného stavu do stavu základního. Doba návratu se nazývá relaxace.^[31,32]

Relaxační čas je specifický pro jádra určitých látek. Postupně dochází k obnově podélné magnetizace. Doba, během které dojde k obnovení podélného vektoru magnetizace na 63 %, je nazývána **T1- podélná relaxace**. Současně vlivem ztráty synchronního pohybu protonů mizí vektor příčné magnetizace. Doba, za kterou dojde k poklesu na 37% je označována jako **T2- příčná relaxace**.^[33]

Pro MR se v praxi používají dva typy elektromagnetických pulsů. Pulsem 90° dochází ke vzniku příčného vektoru. Čas mezi pulsy je označován jako TR (*time to repeat*). Čas TR je zkrácen natolik, aby tkáně nestačily opět nabýt plné podélné magnetizace. Druhým typem je kombinace 90° a 180° pulsů. Nejprve je vyslán 90° puls o účincích popsaných výše. V čase TE/2 je vyslán 180° puls, který změní orientaci precese. Výsledkem je za další čas TE/2 synchronizovaný pohyb a maximální signál. Součtem TE/2 časů získáváme TE (*time to echo*).^[32]

Hlavní magnet vytváří homogenní magnetické pole. Pro medicínské účely se používají magnety o velikosti 0,1 – 3 T, pro výzkum až 9,4 T. Abychom mohli odlišit signály z různých vrstev těla, musíme zajistit, aby precese protonů měla v různých vrstvách odlišnou frekvenci a emitace elektromagnetického vlnění měla odlišné vlnové délky. Díky tomu může být určena rovina, ze které signál pochází. Jelikož jsou k prostorovému určení potřebné 3 souřadnice, jsou k hlavnímu magnetu přidána tři další pole. Intenzita prvního pole narůstá s osou těla a vzniká tzv. **magnetický gradient**. Pomocí tohoto gradientu můžeme zvolit rovinu řezu. Bývá proto také označován jako „*slice selecting gradient*“. Tloušťku řezu můžeme ovlivnit buď pulsním pásmem frekvence, anebo sklonem gradientu. Druhé pole je kolmé na dlouhou osu a síla je

měněna v pravolevém směru. Vlivem této skutečnosti budou protony v jednotlivých sloupcích emitovat různou frekvenci - „*frequency encoding gradient*“. Určení bodu v prostoru zajišťuje třetí gradient – „*phase encoding gradient*“. [32,33]

Ve chvíli kdy jsou získány signály frekvencí jednotlivých bodů, mohou být z k-prostoru pomocí Fourierovy transformace konstruovány obrazy.

Základem jsou tři: T1- vážený obraz, T2- vážený obraz a PD obraz. [31]

1.2.6.7 CT a MR ve forenzní radiologii

Výpočetní tomografie je metodou volby pro 2D a 3D zobrazení fraktur, patologického hromadění plynů (vzduchová embolie, hyperbarické trauma, atp.), střelných poranění, identifikaci a pro vyšetření silně poškozených těl. [34]

Zobrazení magnetickou rezonancí je velmi senzitivní pro prokázání poranění měkkých tkání, při poraněních mozku a vnitřních orgánů. Největšího uplatnění v rámci posmrtného zobrazování dosahuje magnetická rezonance při šetření přirozených úmrtí. Ve forenzní medicíně se použití magnetické rezonance zaměřuje převážně na přeživší oběti násilných trestných činů, jako např. případy zneužívání, či zranění způsobená škrcením. V posmrtném zobrazování je díky své senzitivitě v oblasti neurologie používána především k lokalizaci intrakraniálních poranění. [35]

Velkou výhodou použití těchto zobrazovacích technik je vznik na soudním lékaři nezávislého, objektivního a neinvazivního záznamu. Digitálně uložená data mohou být archivována a v případě potřeby opět použita. [36]

Další předností je možnost prezentace rekonstruovaných obrazů jako důkazních materiálů v soudním řízení. Zejména v zahraničních člancích se mnozí odborníci přiklánějí k názoru, že je mnohem vhodnější a také snazší interpretovat poranění a mechanismus jeho vzniku na rekonstruovaných obrazech, než na prostých rentgenových snímcích či fotografické dokumentaci. Pro laickou veřejnost může být pohled na realistickou fotodokumentaci mnohdy nepříjemný a ilustrace zranění nemusí být snadno pochopitelná.

Identifikace

Výpočetní tomografie je metodou volby u procesu identifikace hlavně v případech, kdy je nesoudržnost těla vzniklá termickým poškozením, hnilobným procesem, či jinou devastací natolik velká, že by manipulace během skiografie byla velmi komplikovaná.^[35, 36]

Pomocí CT je možné dobře rozpoznat různé typy implantátů vč. umělých srdečních chlopní. Celotělové CT může odhalit četné nálezy pro pozitivní identifikaci, či naopak vyloučit předpokládanou identitu. Pro antropologické šetření má velký význam díky možnostem posouzení kosterních struktur.^[11,34,35]

Velkou výhodou pro identifikaci je možnost dodatečných rekonstrukcí z hrubých dat. Díky tomu je možné při získání ante mortem snímků až po skončení pitvy zkonstruovat požadovanou projekci ke komparaci.^[36]

CT může z hlediska identifikace nahradit ve forenzní radiologii jak klasickou skiografii, tak i dentální rentgenové snímky. S použitím speciálního software je možné vytvoření rekonstrukcí ke komparaci s panoramatickými rentgenovými snímky.^[36]

Pro potřeby identifikace nalézá výpočetní tomografie v zahraničí značné uplatnění při hromadných neštěstích. Použití mobilních CT přisrojů mělo značný úspěch například při identifikaci obětí rozsáhlých požárů ve Victorii v Austrálii.^[37]

Střelná a bodná poranění

V případě střelných poranění nabízí výpočetní tomografie významné výhody ve srovnání s planárním zobrazením.

Ve 3D zobrazení lze lépe lokalizovat projektil, fragmenty a vyhodnotit rozsah škod. Při zástřelu z brokovnice nám umožňuje získat lepší prostorový přehled o rozložení jednotlivých broků. Umožňuje lokalizaci vstřelu a výstřelu, zobrazení průběhu střelného kanálu a lomných linií způsobených odrazem kulky, či v důsledku vzniku dočasné

dutiny a další patologie bez toho aniž by byla porušena anatomická soudržnost pitvou.^[36]

Vyhodnocení povrchových znaků na kůži, jako je stupeň hojení, tvar, barva, pigmentace a přítomnost po výstřelových zplodin, je i při použití nejnovějších 3D technik omezené a závislé na vnějším zkoumání těla.^[35]



Obr. 8: CT mozku - zobrazení střelného kanálu a fragmentů střel^[11]

CT také umožňuje na základě rozdílných hodnot v absorpci rozlišit cizí předměty, jako například skleněné úlomky při výstřelu přes okno. Tyto fragmenty mohou představovat velmi cenný zdroj informací při rekonstrukci události a určení polohy místa činu.^[35,36]

Kromě projektilových zranění je výpočetní tomografie vhodná také k zobrazení následků střepinových poranění.

Výbušniny často obsahují kromě trhaviny i šrapnelové fragmenty jako jsou hřebíky, šrouby, atp., pro zvýšení ničivého účinku. Zranění způsobená těmito zbraněmi jsou rozdělena do tří kategorií.^[38]

Primární typ zranění je způsoben rázovou vlnou a zahrnuje plicní hemoragii, gastrointestinální krvácení a perforaci ušních bubínků.^[38]

Sekundární poranění způsobují letící předměty. Typická jsou penetrační poranění a ortopedické úrazy.^[38]

K terciálnímu poranění dochází odhozením těla proti pevným objektům.^[38]

Výpočetní tomografie umožňuje v těchto případech vytvořit rychlý přehled o lomných liniích a vnitřních poškozeních. Společně s pitvou pak tyto poznatky mohou posloužit k rekonstrukci průběhu událostí a určení vzdálenosti, v níž se oběti v době výbuchu nacházely.^[38]

U bodných poranění je možné detekovat vysoké procento bodných ran, stanovit hloubku a směr rány kanálu. Na rozdíl od pitvy poskytuje výpočetní tomografie spolehlivější informace, jelikož nám podává ucelený pohled na rozsah poranění bez nutnosti vnějšího zásahu.^[35,36]

Určitá omezení ovšem představují těsně seskupené a povrchové bodné rány, u nichž může být výsledné zobrazení zkreslené. Při bodných poraněních je na CT také dobře rozlišitelné poranění kosti ve směru bodné rány, což je velmi důležitý faktor při určení přitlačné síly.^[36]

Experimentálně byla také zkoušena aplikace kontrastní látky do bodné rány pro lepší zobrazení bodného kanálu.

Tupá poranění

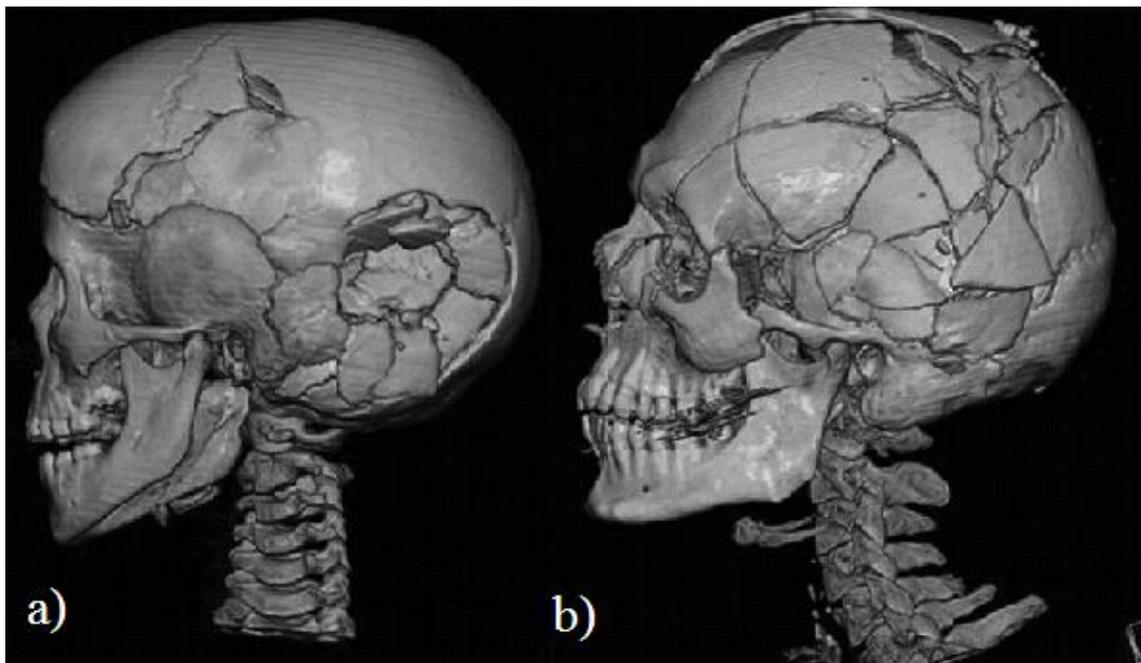
Tupá poranění představují nejčastější typ letálního poranění. Posmrtná MDCT je velmi užitečným nástrojem k jejich vizualizaci a může být velmi nápomocná při určení

použitého tupého předmětu. 3D zobrazení hlavy, páteře a pánve může usnadnit pochopení mechanismu poranění. [36]

Provedení MDCT před pitvou je vhodné při traumatech hrudníku k prokázání pneumotoraxu a pneumomediastina, které nemusí být při pitvě zjištěné.

MDCT je vhodné použít k diagnostice a interpretaci fraktur lebky, páteře a pánve. Komprese obratlových těl a vizualizace abnormalit v zákrytu se nejlépe hodnotí na sagitálních snímcích páteře. Axiální obrazy jsou užitečné k zobrazení pediklů a zadních částí těl obratlů. [35,37]

3D obrazy poskytují vynikající znázornění anatomického rozložení páteře a fraktur pánve, což může být při pitvě problematické. [36]



Obr. 9: Poranění hlavy - a) úder kladivem, b) pád z výšky [34]

Termická poškození

Posmrtná MDCT je nápomocná u termicky poškozených těl ke zjištění totožnosti, stanovení příčiny a způsobu smrti a v neposlední řadě k lokalizaci tkáně vhodné

pro analýzu DNA. Při vícečetném úmrtí během požáru je možné CT vyšetřením napomoci při určování počtu obětí.^[35,36]

U silně zuhelnatělých těl může dojít ke vzniku tzv. termických zlomenin. Tyto fraktury mají vzhled jemných lomných linií a nacházejí se v oblastech těžkého zuhelnatění. Oproti tomu traumatické fraktury se vyskytují v neexponovaných kostech a jsou typické pro mechanická poranění. Odlišit traumatické a termické fraktury nebývá ani na MDCT vždy zcela jednoduché.^[35]

Patologické hromadění plynů

Výpočetní tomografie je dobře využitelná pro detekci tzv. plynových kolekcí, jako je pneumotorax, pneumomediastinum, pneumocephalus a vzduchová embolie.^[36]

Vzduchová embolie se objevuje v případech potápěčských nehod, střelných a bodných poranění a u traumatického pneumotoraxu. Při pitvě je její diagnostika velmi obtížná.^[36]

Posmrtné CT vyšetření zobrazuje množství a distribuci plynu v cévním systému a v srdečních komorách. Na základě distribuce plynu je možné zhodnotit, zda je jeho přítomnost způsobena vzduchovou embolií, nebo hnilobným procesem.^[35,37]

Ve fázi výzkumu jsou snahy o použití MDCT ke stanovení doby smrti. Tento výzkum je založen na faktu, že po smrti dochází v těle k přirozeným změnám doprovázeným tvorbou plynů uvnitř orgánů, dutin a měkkých tkání. S ohledem na dobu, kdy a v jaké míře se tyto procesy v těle odehrávají, se předpokládá, že by MDCT mohla být v budoucnu jednou z metod napomáhající v této problematice.^[39]

Posmrtná CT angiografie

Díky vývoji speciálních kontrastních technik, může být výpočetní tomograf také použit k posmrtnému zkoumání cévního systému. Vícefázová CT angiografie zahrnuje

nativní CT vyšetření a tři angiografické fáze (arteriální, venózní a dynamickou). Tento postup umožňuje zobrazit cévní systém obdobně, jako u klinické CT angiografie.^[48]

Směs parafinového oleje a speciálně vytvořeného kontrastního činidla je vstříkována pomocí zařízení, které reprodukuje perfuzi v živém těle. Díky tomu lze zachytit velmi přesné obrazy veškerých abnormalit cévního systému.^[48]

Intrakraniální zranění

Na základě klinického výzkumu zaměřeného na poranění mozku bylo prokázáno, že zatímco na CT vyšetření jsou lépe detekovány fraktury lebních kostí, magnetická rezonance přináší cenné informace o poranění měkkých tkání, zejm. při detekci hematomů a kontuzí.^[11]

Tento typ poranění je velmi často pozorován u případů násilných trestných činů páchaných na dětech. Proto se také mnoho výzkumů v rámci posmrtného zobrazování pomocí MR soustřeďuje na tuto problematiku.

Na rozdíl od CT má magnetická rezonance výhodu v možnosti detekce nejen akutních, ale i pozdních fází intrakraniálního krvácení (s výjimkou subarachnoideálního krvácení). Což může být dobrým vodítkem při časovém odhadu vzniku zranění.^[17]

Určité omezení představuje rozsáhlý otok, díky kterému mohou být obtížně detekovány drobné hematomy.^[11]

Magnetická rezonance poskytuje kvalitní zobrazení i v případě lézí, které nejsou hemoragického původu.^[11]

1.2.6.8 Mozková smrt

Diagnóza mozkové smrti byla poprvé zaznamenána v padesátých letech minulého století. Tato diagnóza není ve všech zemích světa chápána zcela jednotně. V současnosti existují v podstatě dvě koncepce: smrt celého mozku a smrt mozkového kmene. Zatímco v některých zemích je diagnóza stanovena na základě prokázání smrti

mozkového kmene, jiné země vyžadují vyšetření, které prokazuje smrt celého mozku.^[14.46]

Mozková smrt je charakterizována jako úplná a nevratná ztráta veškerých mozkových funkcí, včetně funkcí mozkového kmene, a to bez ohledu na přetrvávající funkci kardiovaskulárního systému, či jiných orgánů. Stav je doprovázen zástavou spontánního dýchání, nereagujícími zornicemi, absencí reakcí na nociceptivní podněty a chybějícími kmenovými reflexy.^[43.46]

Příčinami tohoto stavu jsou nejčastěji kraniocerebrální traumata, mozkové hypoxie a anoxie, intoxikace, CMP, nádorová a zánětlivá onemocnění mozku. Tyto stavy vedou ve svém důsledku k nitrolební hypertenzi a následně k poklesu a vymizení mozkové perfuze a k nekróze mozkových buněk. Při mozkové smrti je perfuzní tlak (CPP) nulový.^[14.43.46]

Mozková smrt může být diagnostikována na základě splnění těchto parametrů:

- **Příčina mozkové smrti**
- **Stanovení klinických známek mozkové smrti**
- **Potvrzení nevratné smrti mozku**

Příčina mozkové smrti

Pro stanovení mozkové smrti musí být pacient ve stavu, na jehož základě je možné o této diagnóze uvažovat. V diagnóze vedoucí k mozkové smrti nesmí být žádná pochybnost, stejně tak ani v nevratnosti poškození mozku.^[46]

Musí být vyloučeny reverzibilní příčiny bezvědomí a také vliv jakýchkoliv podnětů, které by mohly zkreslit výsledky vyšetření ^[43.46] :

- látky tlumící CNS
- látky tlumící plicní ventilaci (např. myorelaxancia)
- intoxikace
- hypotermie – ke stanovení smrti mozku je vyžadována teplota těla vyšší než 32°C
- těžký metabolický rozvrat

Klinické známky mozkové smrti

Mezi základní známky mozkové smrti patří ^[46] :

- hluboké kóma – hodnocení dle Glasgow coma scale (GCS): 3
- absence motorických reakcí na bolestivé podněty v inervační oblasti hlavových nervů
- absence kašlacího reflexu a dalších reflexních reakcí na tracheobronchiální odsávání
- zástava spontánního dýchání = pozitivní apnoický test
- areflexe = potvrzená dvěma na sobě nezávislými lékaři

Vyšetření k prokázání klinických známek smrti se provádí vždy 2x. Druhé vyšetření následuje v odstupu minimálně 4 hodin po prvním vyšetření a jeho součástí je i apnoický test. Vyšetření je prováděno dvěma na sobě nezávislými lékaři. ^[43,47]

U intoxikovaných pacientů a pacientů tlumených pomocí farmak se testy mohou provést až po vymizení plasmatických hladin těchto farmak. Diagnóza musí být povinně potvrzená některou z diagnostických metod – perfúzní scintigrafií mozku či angiografií mozkových tepen. ^[46]

Potvrzení nevratné smrti mozku

Pro potvrzení nevratné mozkové smrti se využívá digitální subtrakční angiografie (DSA), CT angiografie (CTA) a perfúzní scintigrafie mozku. Dále transkraniální dopplerovská sonografie (u dětí do 1 roku) a sluchové kmenové evokované potenciály (ztrátová poranění kalvy). ^[46,47]

Digitální subtrakční angiografie

Angiografie mozkových tepen je prováděna buď vstřikem KL do oblouku aorty nebo selektivní AG karotických tepen a tepny vertebrální. Arteriální tlak při angiografii musí být alespoň 60 mm Hg. Doba snímkování by měla být min. 15 s od ukončení

aplikace KL a mělo by být provedeno minimálně 8 expozic. Musí být zobrazeno extra a intrakraniální řečiště od úrovně bifurkace karotid.^[47]

K potvrzení mozkové smrti musí náplň cév nejdistaněji dosahovat úseku A1 přední mozkové tepny a M1 střední mozkové tepny. Nejdistanějším úsekem pro vertebrální tepnu je proximální úsek bazilární tepny bez náplně mozečkových tepen (PICA, AICA).^[46,47]

CT angiografie

Při zobrazení CT je patrný tzv. „reversal sign“, mozeček má vyšší denzitu než mozkové hemisféry a po aplikaci kontrastní látky nedojde při CTA k zobrazení intrakraniálních větví. Při potvrzení mozkové smrti dochází k náplni pouze krčních úseků mozkových tepen.^[14,46]

Arteriální tlak je udržován stejný jako při DSA. Množství podané KL se pohybuje v rozmezí 60 -120 ml i.v., tloušťka řezů 2mm. Spirální CT se zahajuje s odstupem 60s po aplikaci.^[46]

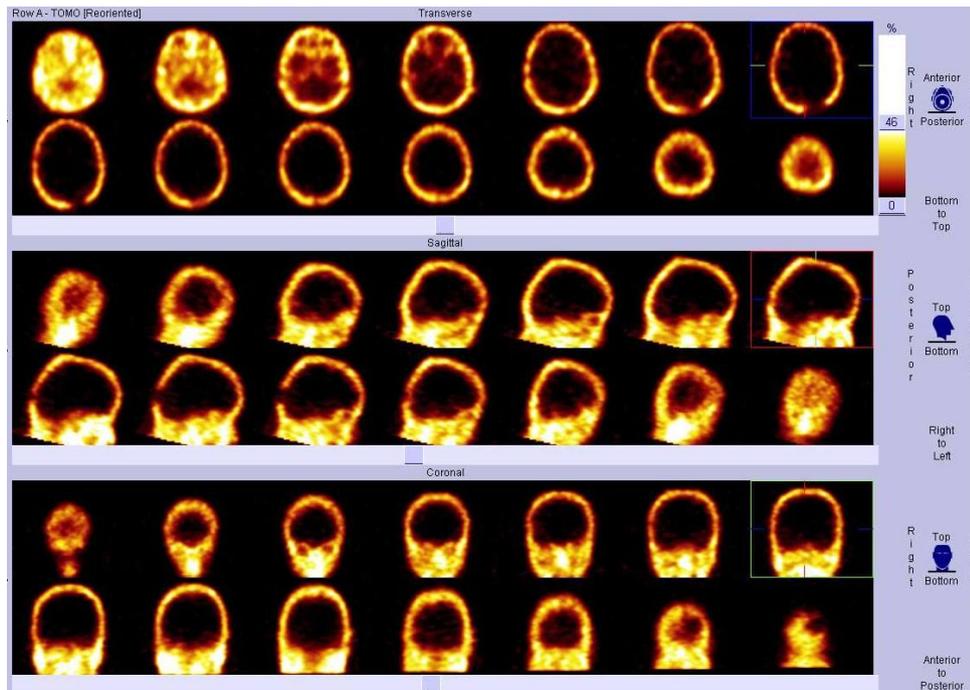
Perfuzní scintigrafie mozku

Stanovení mozkové smrti pomocí perfúzní scintigrafie je díky nenáročnému technickému provedení a jednoznačnému hodnocení plně vyhovující metodou. Z radiofarmak se používá ^{99m}Tc-HMPAO nebo ^{99m}Tc-ECD o aplikované aktivitě 555-800 MBq (aktivita počítaná pro dospělého člověka o váze 70 kg). Vyšetření probíhá bez předchozí přípravy, pacient je v poloze vleže na zádech, hlava je fixována. V zorném poli detektoru musí být mozeček.^[44,45]

Dynamická studie probíhá ihned po aplikaci bolu radiofarmaka – celkem 60 obrazů po 1s, matice 64 x 64. Následuje statická studie v minimálně 3 projekcích (přední, obou bočných, ev. i zadní) – 5-10 min. po aplikaci, matice 256 x 256. Nakonec probíhá SPECT studie. SPECT je zahájen 20 minut po aplikaci radiofarmaka, celkový počet projekcí je 120, matice 128 x 128.^[44,45]

Při dynamické scintigrafii se posuzuje, zda jsou patrné známky přítoku radiofarmaka ve vnitřních karotidách a tepnách Willisova okruhu. Statická scintigrafie

a SPECT posuzuje eventuální přítomnost depozice radiofarmaka v hemisférách, mozečku a mozkovém kmeni. Při diagnóze mozkové smrti nesmí být patrná akumulace radiofarmaka v žádné z částí mozku.^[44,45]



Obr. 10: Perfuzní scintigrafie mozku – mozková smrt^[45]

1.2.6.9 Průběh post mortem CT

Tělo je na vyšetřovacím stole umístěno v poloze vleže na zádech a fixováno bezpečnostními popruhy. Pokud je to vzhledem ke stavu těla možné, měly by být ruce v anatomické pozici.^[40]

Tělo je ve většině případů během vyšetření uzavřeno ve vaku. Otevření vaku a manipulace s tělem by měly být provedeny pouze v nezbytně nutných a bezpečných podmínkách. Veškerá manipulace musí být zaznamenána.^[40]

Časy skenování jsou krátké. Celotělové skenování trvá cca 5-10 min dle tloušťky řezů a rozměrů vyšetřovaného objemu.^[41]

Nejprve se zhotovuje topogram. Maximální délka topogramu je závislá na typu přístroje, může však být až 150 cm. Díky tomu lze získat data od vrcholu hlavy až po proximální femur (dle výšky těla). V případech, kdy je potřebný celotělový scan se musí po provedení první části tělo otočit a topogram se vyhotoví od nohou. Po provedení topogramu a předběžné kontrole se naplánuje rozsah axiálních řezů.^[41]

Doporučovaná tloušťka řezu je 1mm pro oblast hlavy a krku a 2mm pro tělo. Obecně je vždy volba tloušťky řezu kompromisem mezi požadovaným prostorovým rozlišením, kvalitou MPR a možností archivace velkého objemu dat. Moderní přístroje umožňují skenovat tělo (150cm) až v 0,5 mm intervalech. Tímto způsobem je získáno přibližně 5000 DICOM snímků o značné paměťové zátěži 5GB.^[40,41]



Obr. 11: Příprava těla k CT vyšetření^[41]

Matrix, pitch faktor, rychlost rotace a další parametry jsou voleny stejně jako v případě standardních protokolů u klinického použití. Skenovaná data mohou být dále rekonstruována pomocí různých algoritmů, za základ se považuje zobrazení v měkkotkáňovém a kostním okně.^[40]

Pro oblast hlavy a krku se doporučuje provést dvojí skenování – s nakloněnou gantry a s gantry bez sklonu. Cílem je minimalizovat artefakty způsobené amalgámovými výplněmi, které mohou ovlivnit zobrazení zadní jámy lební a horního úseku páteře.^[40]

V případě otevřeného vaku je možný odběr vzorků pod CT kontrolou. Dnes existují i robotické systémy pro bioptický odběr, běžně však dostupné nejsou.^[40]

1.1.5 Forenzní radiologie ve světě

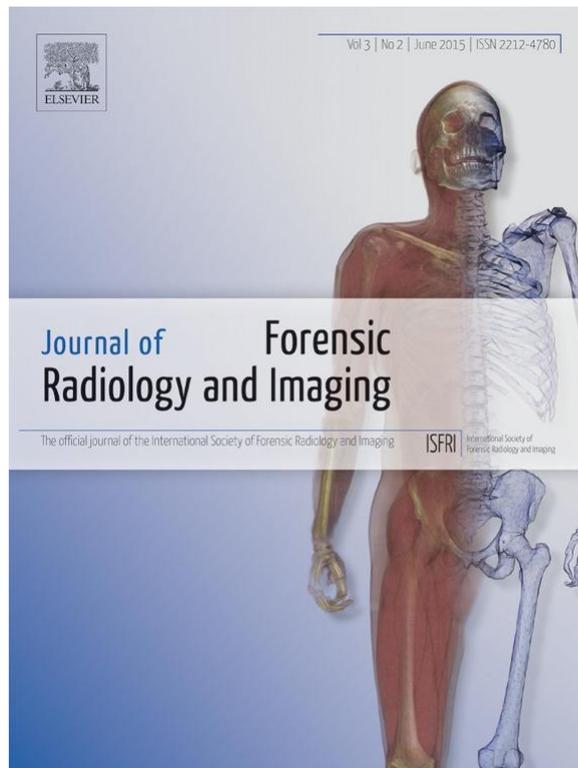
Postavení forenzní radiologie se v různých státech světa liší. Jako velmi zajímavý se bezesporu jeví fakt, že zatímco v USA jsou jen dva instituty forenzní radiologie, na území Evropy se těchto institutů nachází kolem 150. Mezi největší průkopníky forenzní radiologie patří z evropských států Švýcarsko, skandinávské země a Velká Británie. Z mimoevropských států dále Japonsko a Austrálie.^[37]

V roce 1998 byla ve Velké Británii založena Mezinárodní asociace forenzní radiologie (IAFR). Asociace slouží k podpoře vzdělání, výzkumu, komunikace a koordinace na mezinárodní úrovni. Členové IAFR jsou jako odborní specialisté mnohdy součástí týmů podílejících se na pomoci u rozsáhlých katastrof.^[37]

Novou mezinárodní společností na podporu forenzní radiologie je ISFRI – „*International Society of Forensic Radiology and Imaging*“. Cílem této společnosti je posílit rozvoj forenzní radiologie po celém světě. Na podporu tohoto cíle poskytuje ISFRI vlastní recenzovaný časopis zaměřující se na forenzní radiologii a zobrazovací metody: „*Journal of Forensic Radiology and Imaging*“ (JOFRI).^[42]

Jeho cílem je podpora výměny informací mezi odborníky, kteří se zabývají rozvojem a využitím zobrazovacích metod k dokumentaci a analýze forenzních zjištění

u živých i mrtvých osob. Časopis zveřejňuje původní výzkumy, články i případové studie. Na jeho tvorbě se podílejí specialisté z celého světa. Velmi početnou skupinu tvoří zejména odborníci ze Švýcarska.^[42]



Obr. 12: Titulní stránka odborného časopisu JOFRI^[42]

2. CÍLE PRÁCE A VÝZKUMNÁ OTÁZKA

2.1 Cíle práce

Cílem mé práce je srovnat využití zobrazovacích metod používaných v soudním lékařství v České republice a zahraničí.

2.2 Výzkumná otázka

Výzkumná otázka: Je skiografické vyšetření jedinou zobrazovací metodou využívanou v rámci České republiky v soudním lékařství?

3. METODIKA

3.1 Dotazníkové šetření

Potřebná data byla získána rozesláním dotazníku na jednotlivá pracoviště soudního lékařství v České republice. Komunikace s ÚSL probíhala e-mailovou formou. Byl vytvořen jeden typ dotazníku s 11 otázkami. U tří otázek byla zvolena uzavřená forma, kdy respondenti museli uvést jednu z nabízených odpovědí, v sedmi případech byla zvolena forma polouzavřená, kdy se respondenti mohli k otázce sami vyjádřit a dále jedna otevřená otázka. Dotazník je uveden v podkapitole metodiky.

Výzkumný soubor tvořila pracoviště soudního lékařství v ČR. Dotazník byl zaslán na všech 14 pracovišť. Vyplněné dotazníky se vrátily z 9 pracovišť, tj. návratnost 65%. Pro výzkum byly použity všechny navrácené dotazníky. Dotazník byl anonymní, ve výsledcích proto nejsou jednotlivá pracoviště jmenována.

Výsledky byly zpracovány v programu Microsoft Excel 2010 a prezentovány pomocí tabulek a grafů.

Data použitá k vytvoření grafů byla statisticky zpracována použitím vzorce pro relativní četnost: $p_i = (n_i / n) * 100$; $p_i =$ relativní četnost (%), $n_i =$ absolutní četnost, $n =$ celkový počet

3.1.1 Dotazník

1. **Kolik soudních a zdravotních pitev v průměru ročně provedete:**
2. **Jaké zobrazovací metody na pracovišti využíváte?**
 - a. RTG
 - b. CT
 - c. MR
 - d. Žádné
3. **V kolika procentech případů ročně zobrazovací metody využijete?**
 - a. < 15%
 - b. 15-30%
 - c. 30-45%
 - d. 45-60%
 - e. 60-75%
 - f. > 75 %
4. **Disponuje vaše pracoviště vlastním RTG přístrojem?**
 - a. Ano
 - b. Ne, spolupracujeme se zdravotním zařízením
 - c. Ne, spolupracujeme se soukromým zařízením
 - d. Jiné (prosím uveďte):
5. **V jakých indikacích skiagrafií využíváte?**
 - a. Střelná poranění
 - b. Identifikace
 - c. Prokázání cizích těles
 - d. Prokázání úrazových změn
 - e. Jiné (prosím, uveďte):
6. **Disponuje vaše pracoviště vlastním CT přístrojem?**
 - a. Ano
 - b. Ne, spolupracujeme se zdravotním zařízením
 - c. Ne, spolupracujeme se soukromým zařízením
 - d. Jiné (prosím uveďte):
7. **V jakých indikacích CT používáte?**
 - a. Střelná poranění
 - b. Identifikace
 - c. Prokázání cizích těles

- d. Prokázání úrazových změn
- e. Jiné (prosím, uveďte):

8. Disponuje vaše pracoviště vlastním MR přístrojem?

- a. Ano
- b. Ne, spolupracujeme se zdravotním zařízením
- c. Ne, spolupracujeme se soukromým zařízením
- d. Jiné (prosím uveďte):

9. V jakých indikacích MR používáte?

- a. Střelná poranění
- b. Identifikace
- c. Prokázání cizích těles
- d. Prokázání úrazových změn
- e. Jiné (prosím, uveďte):

10. Máte na pracovišti k dispozici vlastního radiologického asistenta?

- a. Ano
- b. Ne, spolupracujeme s externím RA
- c. Ne, přístroje neobsluhuje RA

11. Uvažujete do budoucna o využití i jiných zobrazovacích metod?

- a. Ano (prosím, uveďte jakých):
- b. Ne, nepovažujeme za potřebné
- c. Ne, z finančních důvodů
- d. Ne, z hlediska obtížné dostupnosti metody

3.2 Sběr dat

Pro druhou část výzkumu byla zpracována data získaná ve Vojenském ústavu soudního lékařství, ÚVN – Vojenské fakultní nemocnice Praha.

Ve Vojenském ústavu soudního lékařství (VÚSL) jsou prováděny pitvy náhlých a násilných úmrtí pro zdravotní účely a pro potřeby vyšetřování odpovědnými orgány. V převážné většině se jedná o pitvy příslušníků Armády ČR, příslušníků MV ČR a zemřelých při leteckých nehodách a to jak ve vojenském, tak i civilním sektoru. Dále jsou také prováděny pitvy zemřelých osob v ÚVN Praha dle zákona č. 372/2011 Sb. o zdravotních službách.

Při potřebě radiologického vyšetření spolupracuje VÚSL s radiodiagnostickým oddělením ÚVN Praha. Ze zobrazovacích metod využívá VÚSL skiografii a výpočetní tomografii.

Ke snímkování se používá mobilní RTG přístroj značky Arman s nepřímou digitalizací. Snímkování probíhá většinou před zahájením pitvy a provádějí ho vždy dva radiologičtí asistenti ve spolupráci s pitevním laborantem. Provedení vyšetření a jeho rozsah indikuje soudní lékař. Obrazová dokumentace je přes PACS sdílána mezi radiodiagnostickým odd. a VÚSL. Ve všech případech jsou navíc zhotoveny na tiskárně filmové snímky pro potřeby důkazního řízení.

Pro potřebu CT vyšetření spolupracuje VÚSL s radiodiagnostickým odd. ÚVN. K vyšetření je používán přístroj Siemens Somatom Sensation. Vždy je prováděno celotělové CT od špiček chodidel až po vrchol lebky – 64 x 0,5; rekonstrukce po 1 mm.

Provedení CT vyšetření odpovídá principu při skiografii, akorát je doprovázeno určitými bezpečnostními pravidly spojenými s převozem, manipulací a průběhem vyšetření v prostorech radiodiagnostického odd.

Pro výzkum byla použita data z roku 2014. Při sběru dat jsem se soustředila na počet radiologických vyšetření, která byla uskutečněna v roce 2014. Dále jsem se zaměřila na typ použité zobrazovací metody, rozsah vyšetření a na jednotlivé indikace. Získané informace jsem posléze zpracovala pomocí programu Microsoft Excel 2010.

Data použitá k vytvoření grafů byla statisticky zpracována použitím vzorce pro relativní četnost: $p_i = (n_i / n) * 100$; $p_i = \text{relativní četnost (\%)}$, $n_i = \text{absolutní četnost}$, $n = \text{celkový počet}$

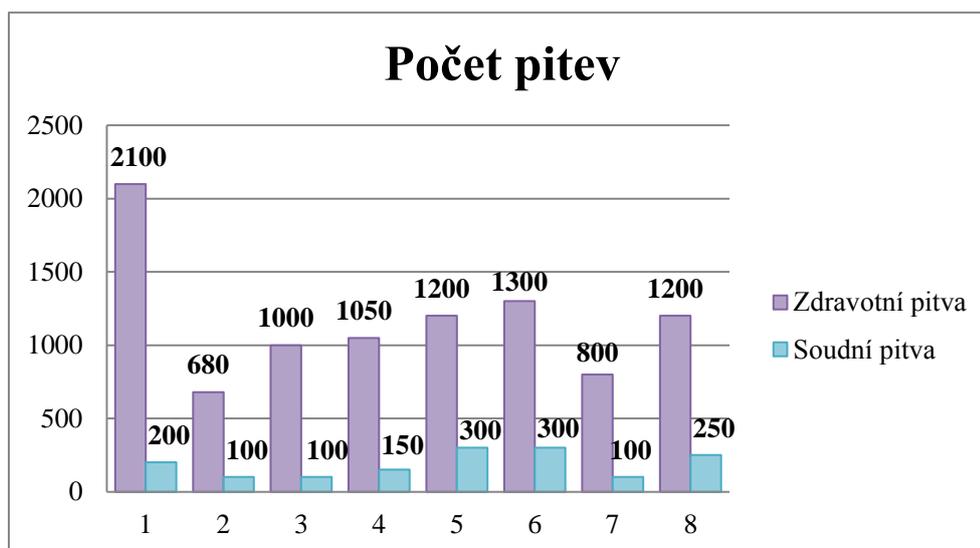
4. VÝSLEDKY

4.1 Výsledky dotazníkového šetření

1. Kolik soudních a zdravotních pitev v průměru ročně provedete?

Tab. 1: Počet prováděných pitev na pracovištích SL

Pracoviště	1	2	3	4	5	6	7	8
Zdravotní pitva	2100	680	1000	1050	1200	1300	800	1200
Soudní pitva	200	100	100	150	300	300	100	250



Graf 1: Grafické znázornění poměru prováděných pitev

Celkový průměrný počet pitev výběrového souboru činí 1354 pitev ročně. Průměrný počet zdravotních pitev činí 1166 a soudních 188.

2. V kolika procentech případů používáte zobrazovací metody?

Tab. 2: Procento použití zobrazovacích metod

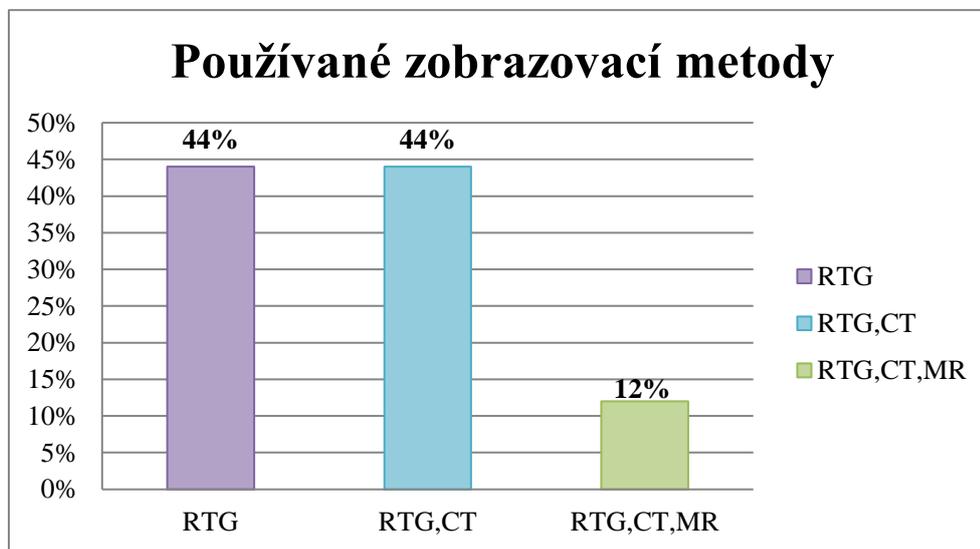
Procento případů	< 15%	15 - 30%	30 - 45%	45 - 60%	60 - 75%	> 75%
Počet pracovišť	9	0	0	0	0	0

Všechna pracoviště shodně uvedla, že veškeré zobrazovací metody používá u méně než patnácti procent všech případů. Uvážíme-li celkový průměrný počet pitev výběrového souboru, jedná se v průměru o méně než 203 případů ročně.

3. Jaké zobrazovací metody na pracovišti používáte?

Tab. 3: Používané zobrazovací metody

Zobrazovací metody	RTG	RTG,CT	RTG,CT,MR
Počet pracovišť	4	4	1



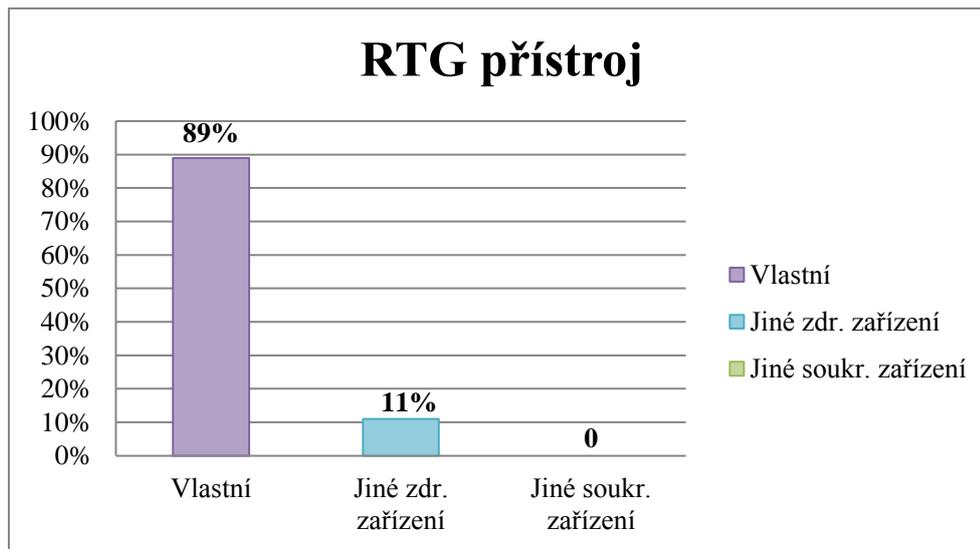
Graf 2: Grafické znázornění používaných zobraz. metod

Všechna pracoviště výběrového souboru používají skiografii. 4 pracoviště (44%) kromě skiografie využívají i výpočetní tomografii a jedno pracoviště (12%) také magnetickou rezonanci.

4. Disponuje Vaše pracoviště vlastním RTG přístrojem?

Tab. 4: Vybavení RTG přístrojem

RTG přístroj	Vlastní	Jiné zdr. zařízení	Jiné soukr. zařízení
Počet pracovišť	8	1	0



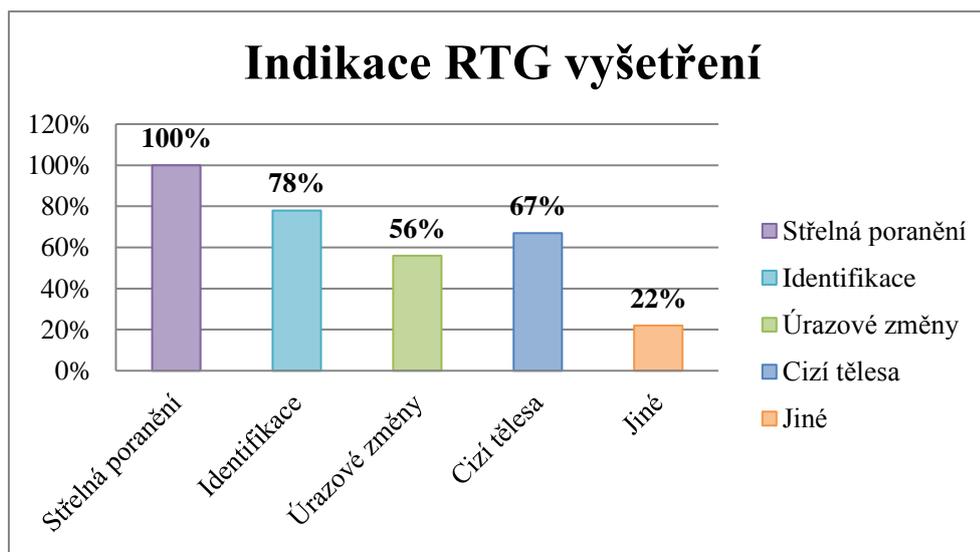
Graf 3: Vybavení pracovišť RTG přístrojem

Téměř všechna pracoviště soudního lékařství disponují vlastním RTG přístrojem (89%). Pouze jedno z pracovišť (11%) spolupracuje při potřebě skiografie s jiným zdravotním zařízením.

5. V jakých indikacích skiagrafií využíváte?

Tab. 5: Indikace ke skiagrafií

Indikace	Střelná poranění	Identifikace	Úrazové změny	Cizí tělesa	Jiné
Počet pracovišť	9	7	5	6	2

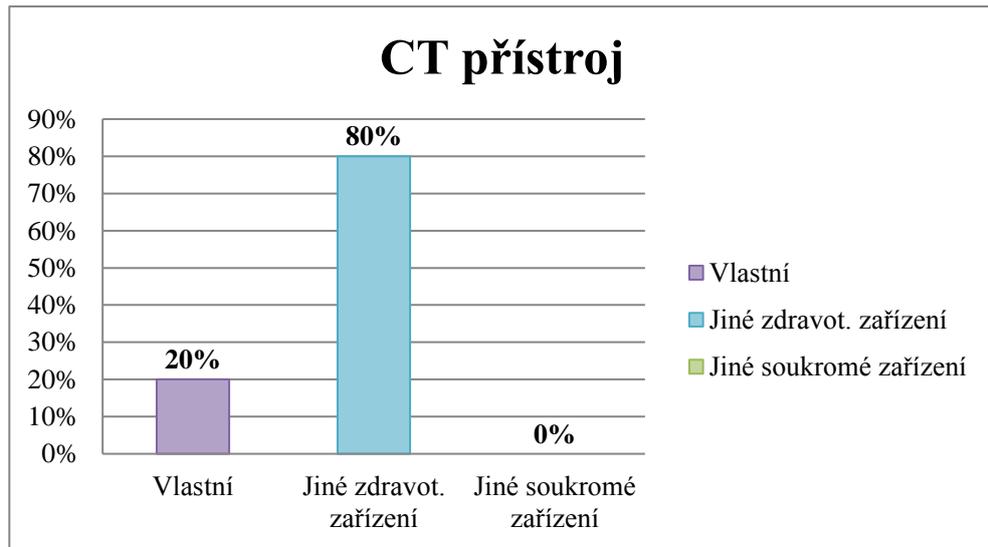


Graf 4: Procentuální vyjádření využití skiografie u jednotlivých indikací na pracovištích

Všechna pracoviště využívají skiagrafií při střelných poraněních (100%). Druhé nejčastější použití skiografie je v případech identifikace (78%). Jako jiné indikace pracoviště uvedla použití skiografie v případech pokročilé hniloby, exhumace, termicky poškozených těl, při podezření na SIDS, nehodách potápěčů a k prokázání, zda se dítě narodilo živé.

6. Disponuje Vaše pracoviště vlastním CT přístrojem?**Tab. 6:** Vybavení CT přístrojem

CT přístroj	Vlastní	Jiné zdravot. zařízení	Jiné soukromé zařízení
Počet pracovišť	1	4	0

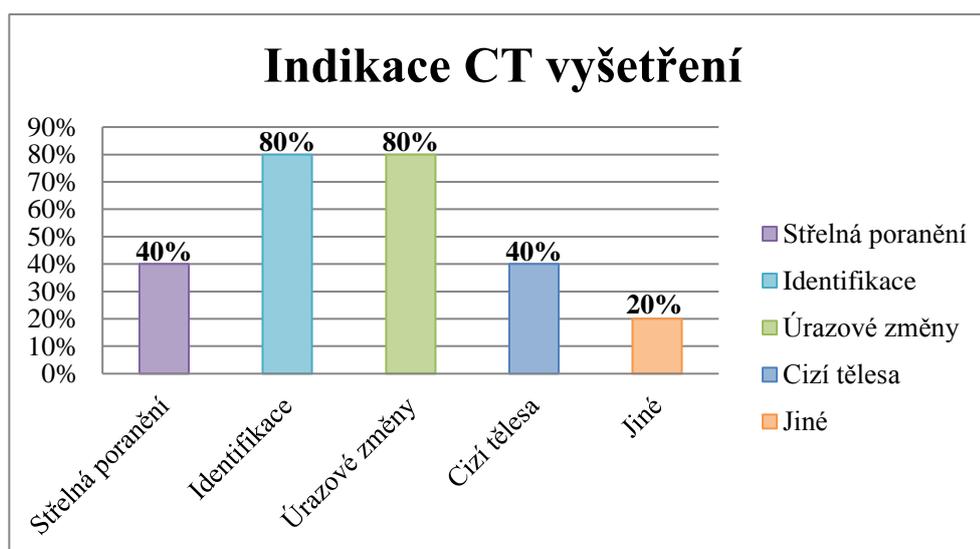
**Graf 5:** Vybavení pracovišť CT přístrojem

Z celkového počtu 5 pracovišť, která používají výpočetní tomografii, jen jedno disponuje vlastním CT zařízením (20%). Ostatní spolupracují s jiným zdravotnickým zařízením (80%).

7. V jakých indikacích CT používáte?

Tab. 7: Indikace k CT vyšetření

Indikace	Střelná poranění	Identifikace	Úrazové změny	Cizí tělesa	Jiné
Počet pracovišť	2	4	4	2	1



Graf 6: Procentuální vyjádření využití CT u jednotlivých indikací na pracovištích

Nejčastěji používají jednotlivá pracoviště CT vyšetření pro potřeby identifikace a k prokázání úrazových změn – v obou případech 80% pracovišť. V kategorii „Jiné“ byly uvedeny stejné indikace jako v případě skiografie, tj. pokročilá hniloba, exhumace, termické poškození, nehody potápěčů a podezření na SIDS.

8. Disponuje Vaše pracoviště vlastím MR přístrojem?

Tab. 8: Vybavení MR přístrojem

MR přístroj	Vlastní	Jiné zdravot. zařízení	Jiné soukromé zařízení
Počet pracovišť	0	1	0

Pro potřeby post mortem zobrazování používá magnetickou rezonanci pouze jeden ústav soudního lékařství. V případě potřeby vyšetření pomocí MR spolupracuje s jiným zdravotním zařízením.

9. V jakých indikacích MR používáte?

Tab. 9: Indikace k MR vyšetření

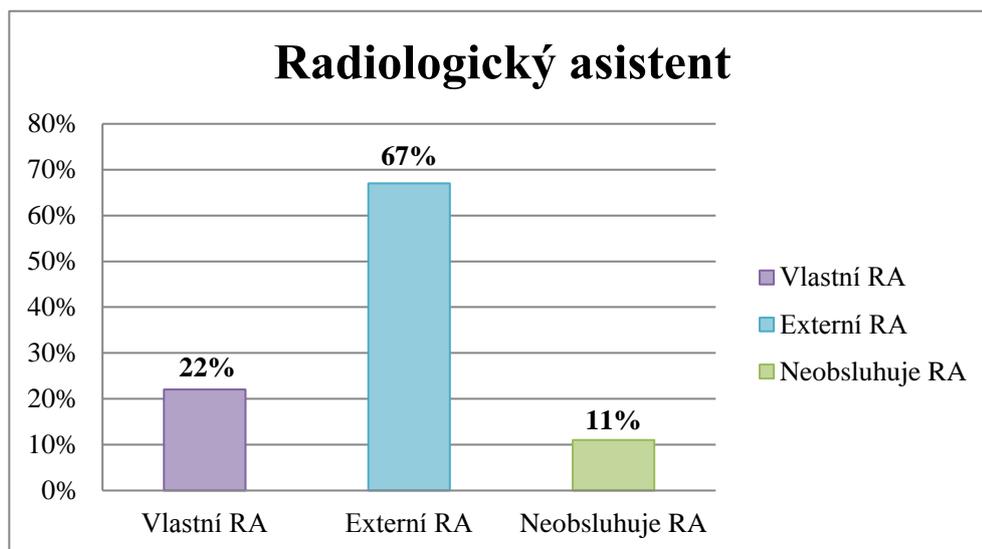
Indikace	Střelná poranění	Identifikace	Úrazové změny	Cizí tělesa	Jiné
Počet pracovišť	0	0	0	0	1

Z hlediska indikací příslušné pracoviště uvedlo, že magnetickou rezonanci používá pouze v mimořádných případech. Bližší indikace specifikovány nebyly.

10. Máte na pracovišti k dispozici vlastního radiologického asistenta?

Tab. 10: Spolupráce s RA

Radiologický asistent	Vlastní RA	Externí RA	Neobsluhuje RA
Počet pracovišť	2	6	1



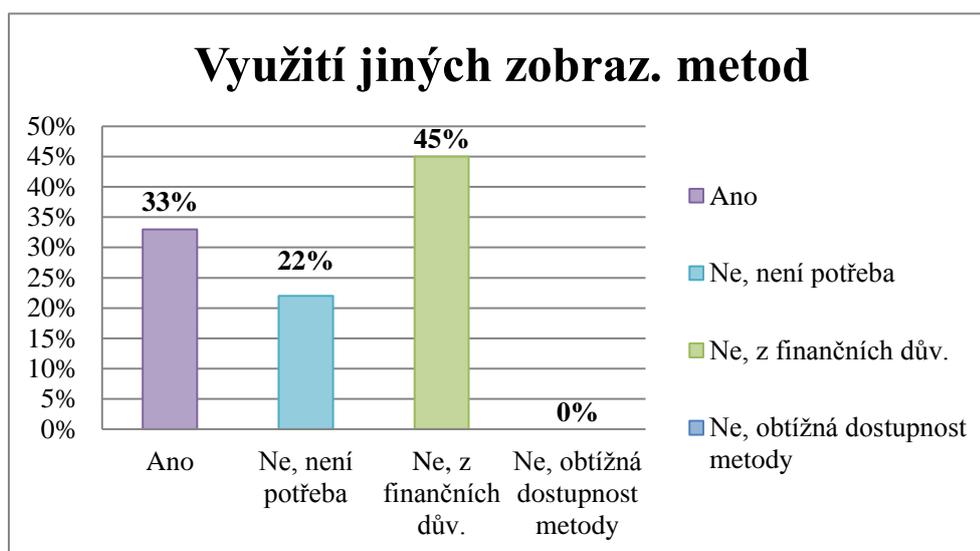
Graf 7: Grafické vyjádření spolupráce pracovišť s RA

V otázce spolupráce s radiologickými asistenty uvedlo 67% pracovišť, že spolupracuje s externími radiologickými asistenty a 22% má k dispozici radiologického asistenta vlastního. Jedno pracoviště uvedlo, že k obsluze nemá k dispozici radiologického asistenta, ale zaškolenou osobu s certifikátem SÚJB.

11. Uvažujete do budoucna o využití i jiných zobrazovacích metod?

Tab. 11: Možnost využití jiných zobrazovacích metod

Využití jiných zobraz. metod	Ano	Ne, není potřeba	Ne, z finančních důvodů	Ne, obtížná dostupnost metody
Počet pracovišť	3	2	4	0



Graf 8: Využití jiných zobrazovacích metod

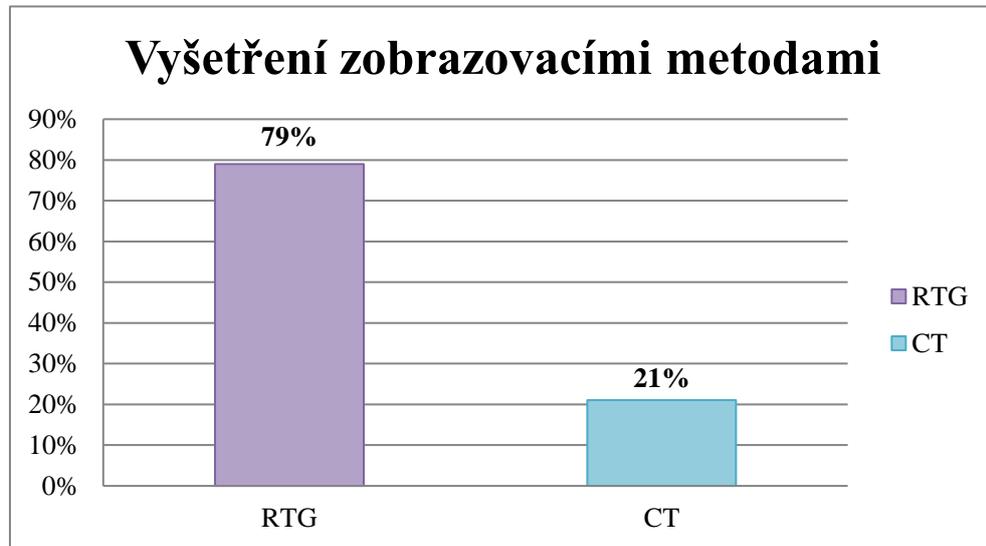
V otázce, zda pracoviště zvažují do budoucna využití i jiných zobrazovacích metod než doposud používají, 45% pracovišť odpovědělo záporně a to z finančních důvodů. 33% pracovišť naproti tomu použití dalších zobrazovacích metod zvažuje. Jedno pracoviště plánuje do budoucna pořízení MRI, micro CT scanneru a CT angiografie. Dvě pracoviště zvažují používání CT vyšetření. Zbývajících 22% se přiklání k názoru, že další metody nejsou na jejich pracovištích potřeba.

4.2 Výsledky sběru dat

1. Počet vyšetření provedených v roce 2014

Tab. 12: Počet vyšetření

Typ vyšetření	RTG	CT
Počet	19	5



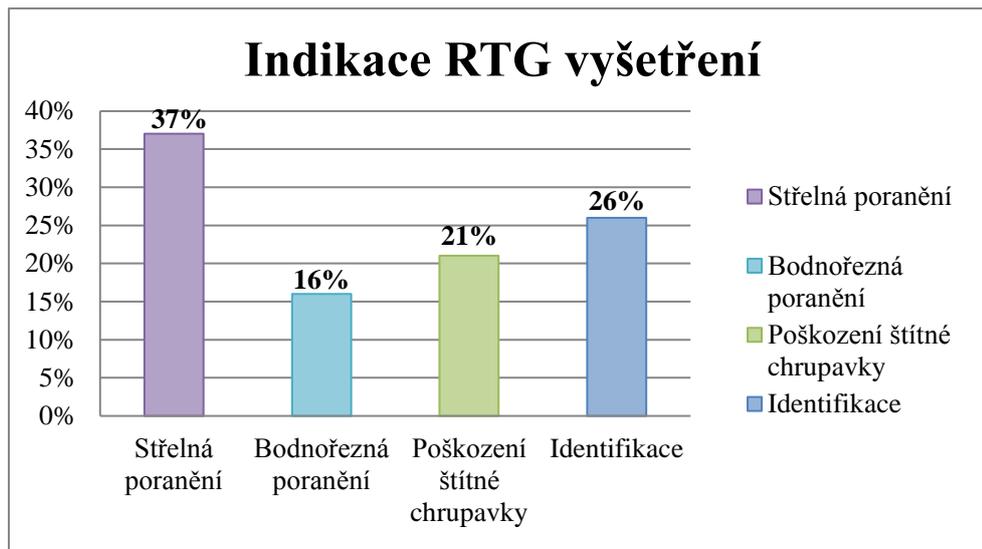
Graf 9: Četnost použití zobrazovacích metod

V roce 2014 bylo ve VÚSL provedeno celkem 24 vyšetření pomocí zobrazovacích metod. V 79% případů bylo použito skiagrafické vyšetření a v 21% vyšetření pomocí CT.

2. Indikace k RTG vyšetření

Tab. 13: Indikace k RTG

Indikace	Střelná poranění	Bodnořezná poranění	Poškození štítné chrupavky	Identifikace
Počet případů	7	3	4	5



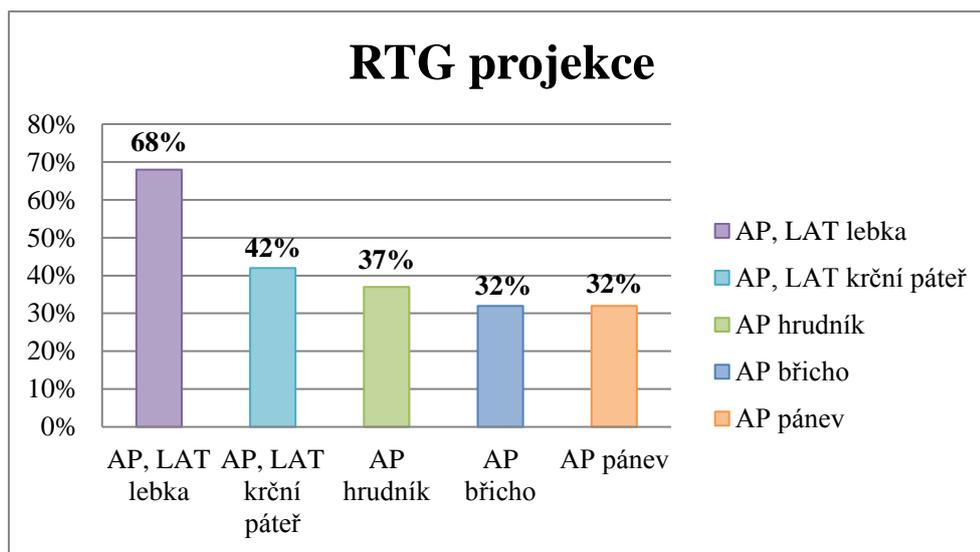
Graf 10: Indikace RTG

Rentgenové vyšetření bylo v roce 2014 indikováno u 19 případů. Nejčastější indikací byla střelná poranění (37%) a identifikace (26%). Vyšetření k prokázání poškození štítné chrupavky následkem škrcení, či oběšení, bylo indikováno u 21% případů. Nejnižší zastoupení měla bodnořezná poranění (16%).

3. Rozsah RTG vyšetření

Tab. 14: Počet jednotlivých RTG vyšetření

Projekce	AP, LAT lebka	AP, LAT krční páteř	AP hrudník	AP břicho	AP pánev
Počet případů	13	8	7	6	6



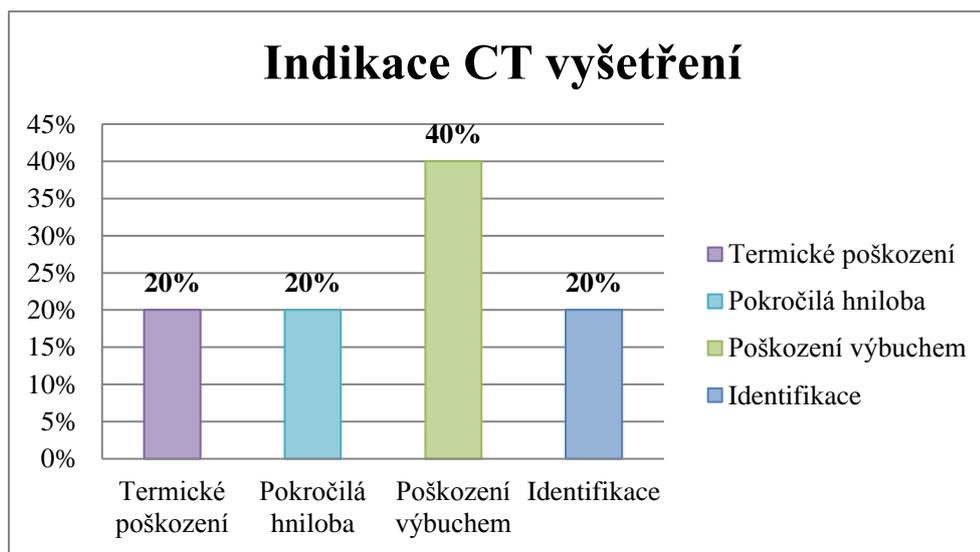
Graf 11: Četnost jednotlivých RTG vyšetření

Při potřebě skiagrafického vyšetření bylo ve většině případů přistupováno ke snímkování více částí těla, nikoli pouze jedné oblasti. Z hlediska četnosti jednotlivých RTG vyšetření dominuje snímkování lebky v obou projekcích (68%). Snímkování hrudníku (37%) je prováděno vždy včetně ramenních kloubů.

4. Indikace k CT vyšetření

Tab. 15: Indikace k CT

Indikace	Termické poškození	Pokročilá hniloba	Poškození výbuchem	Identifikace
Počet případů	1	1	2	1



Graf 12: Indikace k CT

Za rok 2014 bylo CT vyšetření indikováno u pěti případů. Ve dvou případech (40%) bylo indikací poškození těla v důsledku výbuchu. Ve zbývajících třech případech se jednalo o termické poškození těla, vyšetření těla v pokročilé hnilobě a vyšetření pro potřeby identifikace.

5. DISKUZE

Forenzní radiologie představuje pro forenzní medicínu velmi cenný a mnohdy i nezastupitelný nástroj. Díky rozvoji, který nastal zejména v minulých letech, se do centra pozornosti dostávají kromě skiografie i další zobrazovací metody – výpočetní tomografie a magnetická rezonance.

Pro zmapování využití zobrazovacích metod v soudním lékařství v České republice byly na příslušná pracoviště rozeslány dotazníky s cílem zjistit aktuální postavení forenzní radiologie v České republice.

V práci byla stanovena výzkumná otázka, zda je skiografické vyšetření jedinou zobrazovací metodou využívanou v rámci České republiky v soudním lékařství. Z informací získaných dotazníkovým šetřením jasně vyplývá, že i když má skiografie stoprocentní zastoupení na všech pracovištích, u 55% pracovišť, která se účastnila dotazníkového šetření, již není jedinou používanou metodou (graf č. 2). V převážné většině je doplněna o CT vyšetření. Jako velmi zajímavý se bezesporu jeví fakt, že jedno z pracovišť kromě skiografie a CT vyšetření využívá také ve výjimečných případech magnetickou rezonanci (tab. č. 8,9).

Z odpovědí navíc dále vyplynulo, že téměř 33% pracovišť do budoucna zvažuje použití dalších zobrazovacích metod. 77% pracovišť odpovědělo na tuto otázku záporně, většina jí odůvodnila nedostatkem finančních prostředků. Tyto odpovědi jsou jasným důkazem toho, že ve většině případů brání dalšímu rozvoji právě nedostatek financí na těchto pracovištích a nikoli nezáměr o další rozvoj. Pouze dva dotazované ÚSL se domnívají, že další zobrazovací metody nejsou na jejich pracovištích potřeba (graf č. 8).

Další informace z dotazníkového šetření poukazují na personální a technické vybavení ÚSL.

Z hlediska technického vybavení z průzkumu vyplývá, že zatímco 89% pracovišť disponuje vlastním rentgenem a pouze jedno pracoviště spolupracuje při potřebě skiografického vyšetření s jiným zdravotním pracovištěm, v případě CT vyšetření je situace zcela opačná. Jen jeden z ústavů soudního lékařství má k dispozici vlastní

výpočetní tomograf. Zbylá pracoviště používající CT (80%), spolupracují s jiným zdravotním zařízením (graf č.4,6). Srovnáme-li tyto výsledky s průzkumem společnosti ASRT z roku 2008 v USA^[37], kdy téměř 70% respondentů uvedlo, že nemá přístup k CT vyšetření a vybavenost RTG přístrojem se pohybuje okolo 88%, můžeme konstatovat, že v České republice jsou zobrazovací metody na jednotlivých pracovištích mnohem dostupnější, než je tomu v USA.

Z personálního hlediska 89% pracovišť využívá při práci radiologického asistenta (graf č. 7). Toto zjištění je velmi pozitivním ukazatelem spolupráce radiologických oddělení s ÚSL v České republice. Mnohé zahraniční články často zmiňují problematiku nedostatku odborně vyškoleného personálu k obsluze přístrojů, zejména v zámoří a Velké Británii (např. Brongdon^[11]).

Rozdíl mezi indikacemi ke skiagrafii a CT vyšetřením není výrazně patrný. Určité rozdíly však jsou v poměrech jednotlivých indikací. Skiografické vyšetření je dle výsledků nejvíce používané pro střelná poranění (100%), k účelům identifikace (78%) a k lokalizaci cizích těles (67%). Výpočetní tomografie je uplatňována převážně k vyšetření rozsáhlejších tělních struktur - úrazové změny a identifikace (obojí 80%).

Přesto, že jsem neměla k dispozici výsledky ze všech pracovišť, tak vzhledem k podobným odpovědím mohu předpokládat, že by se tyto výsledky nijak výrazně nelišily ani v případě většího počtu odpovědí. Dovoluji si tedy konstatovat, že výsledky mají kvalitní výpovědní hodnotu a poukazují na poměrně vysokou úroveň forenzní radiologie v České republice.

Hlavním účelem druhé části výzkumu bylo ukázat praktické využití zobrazovacích metod na jednom z pracovišť soudního lékařství v České republice. Výsledky přinesly informace o použití zobrazovacích metod v roce 2014 ve VÚSL.

Pokud porovnáme výsledky získané na tomto pracovišti s výsledky dotazníkového šetření, můžeme konstatovat, že potvrzují stávající trend na většině pracovišť soudního lékařství v ČR. Zejména v ohledu použitých zobrazovacích metod, personálního a technického vybavení.

Za povšimnutí určitě stojí výsledky četnosti jednotlivých RTG projekcí (graf č. 11) a také výsledky týkající se indikací (grafy č. 10,12).

6. ZÁVĚR

Tématem mé bakalářské práce je forenzní radiologie. Práce se skládá ze dvou základních částí – teoretické a praktické.

V teoretické části jsem se snažila o stručné shrnutí poznatků týkajících se forenzních věd, forenzní medicíny se zaměřením na její postupy v České republice a o jednotlivých zobrazovacích metodách uplatňujících se ve forenzní radiologii.

Praktická část je rozdělena do dvou částí. V první části jsou zpracovány výsledky dotazníkového šetření, které má za úkol zmapovat využití zobrazovacích metod v soudním lékařství v České republice. Výsledky tohoto šetření přinesly informace o používaných zobrazovacích metodách na jednotlivých pracovištích, o technickém a personálním vybavení pracovišť, o využití dostupných metod pro jednotlivé indikace a také o plánech na budoucí rozvoj zobrazovacích metod na pracovištích. Mnohé z výsledků byly velmi zajímavé a poukazují na vysokou úroveň forenzní radiologie v České republice.

Druhá část byla věnována výsledkům získaným při sběru dat ve VÚSL, ÚVN Praha. Tyto výsledky předkládají praktické využití zobrazovacích metod na jednom z pracovišť soudního lékařství v České republice.

V práci byla stanovena výzkumná otázka: Je skiagrafické vyšetření jedinou zobrazovací metodou využívanou v rámci České republiky v soudním lékařství?

Na základě výsledků lze konstatovat, že i když má skiografie stále vedoucí postavení, u více než poloviny pracovišť, která se účastnila dotazníkového šetření, již není jedinou používanou zobrazovací metodou. Téměř třetina těchto pracovišť navíc do budoucna uvažuje o použití dalších zobrazovacích metod.

7. POUŽITÁ LITERATURA

- 1 BELL, Suzanne, foreword by Barry A.J. FISHER a preface by Robert C. SHALER. *Encyclopedia of forensic science*. Rev. ed. New York, NY: Facts On File, 2008, s. 160-162. ISBN 9781438118802.
- 2 WEBB, David. Definition of Forensic Science. *All about forensic science* [online]. 2008 [cit. 2015-07-20]. Dostupné z: <http://www.all-about-forensic-science.com/definition-of-forensic-science.html>
- 3 PETHERICK, Wayne, Brent E. TURVEY a Claire E. FERGUSON. *Forensic criminology*. Burlington, MA: Elsevier Academic Press, 2010, 624 s. ISBN 978-012-3785-732.
- 4 INNES, Brian. *Vědci proti zločinu: Svět moderní forenzní vědy*. Praha: Naše vojsko, 2010, s. 12-18, 36-37. ISBN 978-80-206-1105-5.
- 5 ŠTEFAN, Jiří a Jiří HLADÍK. *Soudní lékařství a jeho moderní trendy*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012, 437 s. ISBN 978-80-247-3594-8.
- 6 MACH, Jan a Jiří ŠTEFAN. *Soudně lékařská a medicínsko-právní problematika v praxi*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2005, 247 s. ISBN 978-802-4709-314.
- 7 CHMELÍK, Jan et al. *Rukověť kriminalistiky*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2005, 532 s. ISBN 80-868-9836-9.
- 8 Zákon č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování. In: *Sbírka zákonů*. 22.4.2014. ISBN 978-80-7488-070-4.

- 9 HIRT, Miroslav et al. *Soudní lékařství*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2008, 82 s. ISBN 80-210-4583-3.
- 10 Forensic Imaging. *University of Leicester: East Midlands Forensic Pathology Unit* [online]. 2010 [cit.2015-07-20]. Dostupné z: <http://www2.le.ac.uk/departments/emfpu/imaging>
- 11 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.
- 12 KUČEROVÁ, Štěpánka, Miroslav ŠAFR, Michaela UBLOVÁ, Petra URBANOVÁ a Petr HEJNA. VYUŽITÍ RTG VYŠETŘENÍ V SOUDNÍM LÉKAŘSTVÍ. *Soudní lékařství*. 2014, (3): 34-38.
- 13 THE HISTORY OF FORENSIC IMAGING. *Center for forensic imaging* [online]. 2008 [cit. 2015-07-20]. Dostupné z: <http://cfi.unm.edu/about/history-forensic.html>
- 14 SEIDL, Zdeněk. *Radiologie pro studium i praxi*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2012, 368 s., iv s. obr. příl. ISBN 978-80-247-4108-6.
- 15 ULLMANN, Vojtěch. Aplikace ionizujícího záření: Rentgenová diagnostika. *AstroNuklFyzika: JADERNÁ FYZIKA A FYZIKA IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ* [online]. Ostrava, 2002 [cit. 2015-07-20]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm#2>
- 16 SVOBODA, Milan. *Základy techniky vyšetřování rentgenem: Učeb. text pro stř. zdravot. školy, obor radiologických laborantů*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1973, 581, [1] s. Učebnice pro zdravotní školy.

- 17 *CRIMINALISTICS: Forensic radiology* [online]. República Bolivariana de Venezuela, 2013 [cit. 2015-07-20]. Dostupné z: http://criminalistica.mp.gob.ve/utc_ingles/site/?m=CBQTGQoTGRjUCQoZBhERCg==
- 18 HÁJEK, Marcel. *Chirurgie v extrémních podmínkách: odborný přehled pro lékaře a zdravotníky na zahraničních praxích*. 1. vyd. Praha: Grada, 2015, 543 s., 32 s. obr. příl. ISBN 978-80-247-4587-9.
- 19 ZEMAN, Miroslav a Zdeněk KRŠKA. *Chirurgická propedeutika*. 3., přeprac. a dopl. vyd. [i.e. 4. vyd.]. Praha: Grada, 2011, 512 s. ISBN 978-80-247-3770-6.
- 20 BROGDON, B.G. *Forensic radiology*. Boca Raton: CRC Press, 2002, 496 s. ISBN 978-142-0048-339.
- 21 KRAHULA, Ondřej. Využití rentgenu v soudním lékařství. *Praktická radiologie*. 2010, **1**(1).
- 22 MUSIL, Jan, Zdeněk KONRÁD a Jaroslav SUCHÁNEK. *Kriminalistika*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: C. H. Beck, 2004, 606 s. ISBN 80-717-9878-9.
- 23 TEKADE, P. a SINGH. Forensic dentistry. *International journal of applied biology and pharmaceutical technology*. (2011). DOI: 09764550.
- 24 DOSTÁLOVÁ, Taťjana et al. Forenzní stomatologie: identifikace z pohledu stomatologa. *Progresdent: časopis pro zubní lékaře a techniky*. Kněževes: ART, 2002, **12**(6): 20-25. ISSN 1211-3859.
- 25 PRETTY, I.A. a D. SWEET. A look at forensic dentistry – Part 1: The role of teeth in the determination of human identity. *British dental journal: BDJ : the journal of the*

- British Dental Association*. London: British Dental Association, 2001, (190): 359-366. ISSN 0007-0610.
- 26 PASLER, Friedrich Anton a Heiko VISSER. *Stomatologická radiologie: kapesní atlas: 798 vyobrazení*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 345 s. ISBN 978-80-247-1307-6.
- 27 PILLIN, A. Forenzní stomatologie. *Česko-slovenská patologie a Soudní lékařství: Czecho-Slovak Pathology and Forensic Medicine : časopis Společnosti patologů a České společnosti soudního lékařství a soudní toxikologie*. Praha: Nakladatelské a tiskové středisko ČLS JEP, 1999: 30-33. ISSN 1210-7875.
- 28 *ABFO: American Board of Forensic Odontology* [online]. 2008-2015. 2008 [cit. 2015-07-20]. Dostupné z: <http://www.abfo.org/>
- 29 *Interpol: DisasterVictim* [online]. 2011 [cit. 2015-07-20]. Dostupné z: <http://www.interpol.int/Public/DisasterVictim/default.asp>
- 30 FERDA, Jiří, Boris KREUZBERG a Milan NOVÁK. *Výpočetní tomografie*. 1. vyd. Praha: Galén, c2002, 663 s. ISBN 80-726-2172-6.
- 31 NEKULA, Josef a Jana CHMELOVÁ. *Základy zobrazování magnetickou rezonancí*. Vyd. 1. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Zdravotně sociální fakulta, 2007, 67 s. ISBN 978-80-7368-335-1.
- 32 VÁLEK, Vlastimil a Jan ŽIŽKA. *Moderní diagnostické metody*. Vyd. 1. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1996, 43 s. ISBN 80-701-3225-6.
- 33 SEDLÁŘ, M., E. STAFFA a V. MORNSTEIN. *Zobrazovací metody využívající neionizující záření* [online]. 1. elektronické vydání. Masarykova univerzita, 2014, 211

- s. [cit. 2015-07-20]. ISBN 978-80-210-7156-8. Dostupné z: http://www.med.muni.cz/biofyz/zobrazovacimetody/files/zobrazovaci_metody.pdf
- 34 LETH, Peter Mygind. The use of CT scanning in forensic autopsy. *Forensic Science, Medicine, and Pathology*. 2007, 3(1): 65-69. Dostupné také z: <http://link.springer.com/article/10.1385%2FFSMP%3A3%3A1%3A65#page-2>
- 35 LEVY, Angela D. Postmortem Radiology and Imaging: Techniques in Postmortem Radiology and Imaging, Role of Postmortem Radiology and Imaging in Specific Causes of Death. *Medscape* [online]. 2004-2015. 2012 [cit. 2015-07-20]. Dostupné z: <http://emedicine.medscape.com/article/1785023-overview#a3>
- 36 LETH, P.M. CT-Scanning in Forensic Medicine. SUBBURAJ, Karupppasamy (ed.). *CT Scanning - Techniques and Applications*. Rijeka, Croatia: InTech, 2011, s. 311-328, 348 s. ISBN 978-953-307-943-1.
- 37 KUDLAS, M. The State of Forensic Radiography in the United States. *American Society of Radiologic Technologists* [online]. 2010 [cit. 2015-07-20]. ISSN 87123-3909. Dostupné z: http://www.asrt.org/docs/default-source/whitepapers/forensic_radiography_white_paperfin.pdf?sfvrsn=2
- 38 SHAHAM, D., T. SELLA a A. MAKORI. The role of radiology in terror injuries. *The Israel Medical Association journal*. 2002, 4(7): 564-567. ISSN 1565-1088.
- 39 Time since death. *University of Leicester: East Midlands Forensic Pathology Unit* [online]. 2010 [cit. 2015-07-20]. Dostupné z: <http://www2.le.ac.uk/departments/emfpu/imaging/ct/applications/time-since-death>

- 40 MORGAN, B et al. Use of post-mortem computed tomography in Disaster Victim Identification. *Journal of Forensic Radiology and Imaging*. 2014, **2**(1): 114-116. Dostupné také z: http://www.isfri.org/files/Use_of_PMCT_in_DVI.pdf
- 41 The three views. *University of Leicester: East Midlands Forensic Pathology Unit* [online]. 2010 [cit. 2015-07-20]. Dostupné z: <http://www2.le.ac.uk/departments/emfpu/imaging/ct/views>
- 42 *ISFRI: International Society of Forensic Radiology and Imaging* [online]. 2011 [cit. 2015-07-20]. Dostupné z: <http://www.isfri.org/index.php>
- 43 Mozková smrt - příznaky, prokázání, angiografie, komisionální stanovení mozkové smrti. *Příznaky a projevy* [online]. 2008 [cit. 2015-08-04]. Dostupné z: <http://www.priznaky-projevy.cz/neurologie-neurochirurgie/mozkova-smrt-priznaky-prokazani-angiografie-komisionalni-stanoveni-mozkove-smrti>
- 44 KUPKA, Karel, Jozef KUBINYI a Martin ŠÁMAL. *Nukleární medicína: [učební text]*. 1. vyd. Praha: P3K, c2007, 185, xiv s. ISBN 978-80-903584-9-2.
- 45 Nukleární medicína. *Národní radiologické standardy*. 2012. Dostupné také z: http://www.mzcr.cz/dokumenty/nuklearni-medicina_8773_3050_3.html
- 46 Mozková smrt. *Cerebrovaskulární manuál* [online]. 2013 [cit. 2015-08-04]. Dostupné z: <http://www.cmp-manual.wbs.cz/MOZKOVASMRT.html#apnoe>
- 47 ANGIOGRAFICKÉ STANOVENÍ MOZKOVÉ SMRTI: Metodický pokyn. *Česká radiologie*. 2011. Dostupné také z: http://www.crs.cz/media/File/pdf/mozkova_smrt.pdf

- 48 *Advances in forensic imaging bring new opportunities for radiology* [online]. 2013 [cit. 2015-08-06]. Dostupné z:
http://www.auntminnie.com/index.aspx?sec=rca&sub=ecr_2013&pag=dis&itemId=102753

8. KLÍČOVÁ SLOVA

Forenzní radiologie

Soudní lékařství

Post mortem zobrazování

Identifikace

Střelná poranění