

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI**

**FAKULTA ZDRAVOTNÍCKYCH VIED**

Ústav radiologických metod

## **DIPLOMOVÁ PRÁCA**

**2023**

**Bc. Margita Dieová**

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNÍCKYCH VIED

Ústav rádiologických metod

Bc. Margita Dieová

## **Možnosti zobrazenia cudzích telies**

Diplomová práca

Vedúci práce: doc. MUDr. Zuzana Sedláčková, Ph.D.

Olomouc 2023

Prehlasujem, že som diplomovú prácu vypracovala samostatne a použila iba uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 2. mája 2023

Bc. Margita Dieová

Ďakujem doc. MUDr. Zuzane Sedláčkovej, Ph.D. za cennú pomoc pri realizácii praktickej časti výskumu, za jej odborné rady a profesionálne názory. Vďačná som aj všetkým zamestnancom rádiologickej kliniky FNOL, ktorí mi ochotne pomohli s realizáciou výskumu a taktiež vedeniu nemocnice za súhlas so zberom dát pre spracovanie tejto diplomovej práce. Ďalej ďakujem rádiológom, ktorí si našli čas a svojím posudkom poskytli dáta na analýzu praktickej časti môjho výskumu. Samozrejme moja vďaka patrí aj mojej rodine a priateľom, ktorí ma pri štúdiu podporovali. A najviac ďakujem Pánu Bohu, bez ktorého by som sa ďaleko nedostala.

## **ANOTÁCIA**

**Typ záverečnéj práce:** Diplomová

**Téma práce:** Možnosti zobrazenia cudzích telies

**Názov práce:** Možnosti zobrazenia cudzích telies

**Názov práce v AJ:** Imaging of foreign bodies

**Dátum zadania:** 2022-01-17

**Dátum odovzdania:** 2023-05-02

**Vysoká škola, fakulta, ústav:** Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta zdravotníckych vied  
Ústav rádiologických metód

**Autor práce:** Bc. Margita Dieová

**Vedúci práce:** doc. MUDr. Zuzana Sedláčková, Ph.D.

**Oponent práce:**

**Abstrakt v SJ:** Táto diplomová práca sa venuje problematike cudzích telies v ľudskom tele. V úvode sme definovali cudzie teleso, príčiny jeho objavenia sa v ľudskom tele a následky sprevádzajúce jeho prítomnosť. Keďže rýchla identifikácia a lokalizácia cudzích telies je nevyhnutná na určenie vhodnej liečby, ďalej sa práca zaoberá jednotlivými zobrazovacími metódami. Vysvetlené sú princípy fungovania ultrasonografie, röntgenu, počítačovej tomografie a magnetickej rezonancie a ich schopnosť detegovať rôzne druhy cudzích telies.

Praktická časť je zameraná na porovnanie detekčnej schopnosti konvenčného röntgenového prístroja (RTG) a počítačovej tomografie (CT) v zobrazovaní rôznych druhov cudzích telies o rôznej veľkosti. Analyzovaný je aj efekt umiestnenia telies na ich detekciu. Cudzie telesá o piatich veľkostiach ( $0,5\text{ mm}^3$ ,  $1\text{ mm}^3$ ,  $2\text{ mm}^3$ ,  $5\text{ mm}^3$  a  $10\text{ mm}^3$ ) z kameňa, dreva, skla, kovu a plastu boli vložené do troch fantómov imitujúcich uviaznutie cudzieho telesa v mäkkom tkanive, medzi kosťou a tkanivom a v dutine vyplnenej vzduchom. Následne boli zhotovené RTG snímky a CT skeny a viditeľnosť cudzích telies bola ohodnotená tromi skúsenými rádiológmi. Porovnaná bola aj zhoda medzi jednotlivými rádiológmi.

Všetky materiály cudzích telies okrem kovu boli kvalitnejšie zobrazené pomocou CT. Cudzie telesá z kovu o každej veľkosti boli jednoznačne viditeľné oboma použitými metódami. Najhoršie detegovaným materiálom bolo drevo. Výskum potvrdil štatisticky signifikantný

rozdiel v detekcii cudzích telies na základe ich veľkosti aj materiálu. Efekt umiestnenia cudzích telies nemal na detekciu signifikantný vplyv. Okrem telies z kovu bol potvrdený štatisticky signifikantný rozdiel v detekcii cudzích telies pomocou RTG a CT prístroja. Taktiež bol preukázaný signifikantný rozdiel v použitých metódach navzájom. Priemerná zhoda hodnotiacich rádiológov bola veľmi vysoká. Vyhľadávanie cudzích telies zobrazovacími metódami zohráva nenahraditeľnú úlohu pre následnú liečbu pacientov.

**Abstrakt v AJ:** This thesis is focused on the issue of foreign bodies in the human body. In the introduction, we defined a foreign body, the causes of its appearance in the human body and the consequences accompanying its presence. Because the prompt identification and localization of the foreign bodies is essential to determining the appropriate treatment, this thesis further deals with individual imaging methods. The way how ultrasonography, plain radiography, computed tomography and magnetic resonance works and their ability to detect different types of foreign bodies is explained.

The practical part is focused on comparing the detection ability of a plain radiography (RTG) and computed tomography (CT) in imaging different types of foreign bodies of different sizes. The effect of the location of bodies on their detection is also analysed. Foreign bodies of five sizes ( $0,5\text{ mm}^3$ ,  $1\text{ mm}^3$ ,  $2\text{ mm}^3$ ,  $5\text{ mm}^3$  and  $10\text{ mm}^3$ ) made of stone, wood, glass, metal and plastic were inserted into three phantoms mimicking foreign body impaction in soft tissue, between bone and tissue and in an air-filled cavity. Then, X-ray images and CT scans were taken, and the visibility of foreign bodies was evaluated by three skilled radiologists. Agreement between individual radiologists was also compared.

All foreign body materials except metal were best visualized using CT. Metal foreign bodies of any size were accurately visible by both methods used. The most difficult material to detect was wood. The research proved a statistically significant difference in the detection of foreign bodies regard to their size and material. The effect of the location of foreign bodies did not show a significant difference on detection. Except for metal objects, a statistically significant difference in foreign bodies detection using plain radiography and CT was confirmed. A significant difference between methods was also confirmed. The average agreement of the evaluating radiologists was 91.9%. Searching for the foreign bodies has an irreplaceable role for following treatment of the patients.

**Kľúčové slová v SJ:** cudzie telesá, detekcia, počítačová tomografia, röntgen, viditeľnosť

**Klíčové slova v AJ:** foreign bodies, detection, computed tomography, plain radiography, visibility

**Rozsah:** 80/2

# Obsah

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Úvod .....                                                                   | 9  |
| 1. Popis rešeršnej stratégie.....                                            | 10 |
| 2. Cudzie telesá.....                                                        | 11 |
| 2.1. Požitie cudzieho telesa.....                                            | 11 |
| 2.2. Vloženie cudzieho telesa .....                                          | 14 |
| 2.3. Vdýchnutie cudzieho telesa .....                                        | 15 |
| 2.4. Poranenia spojené s následnou prítomnosťou cudzieho telesa v tele ..... | 17 |
| 3. Iatrogénne cudzie telesá.....                                             | 18 |
| 4. Zobrazovacie metódy pri diagnostike cudzích telies.....                   | 21 |
| 4.1. Ultrasonografia .....                                                   | 21 |
| 4.2. Röntgen.....                                                            | 23 |
| 4.3. Počítačová tomografia .....                                             | 28 |
| 4.4. Magnetická rezonancia .....                                             | 33 |
| 5. Cieľ práce .....                                                          | 36 |
| 5.1. Ciele výskumu .....                                                     | 36 |
| 5.2. Hypotézy.....                                                           | 36 |
| 5.3. Výskumná otázka.....                                                    | 37 |
| 6. Metodika výskumu .....                                                    | 38 |
| 6.1. Charakteristika výskumného súboru.....                                  | 38 |
| 6.2. Metóda zberu dát .....                                                  | 38 |
| 6.3. Metóda analýzy dát.....                                                 | 41 |
| 7. Výsledky.....                                                             | 43 |
| 8. Diskusia .....                                                            | 52 |
| 8.1. Zobrazenie cudzích telies z kameňa .....                                | 53 |
| 8.2. Zobrazenie cudzích telies z dreva .....                                 | 54 |
| 8.3. Zobrazenie cudzích telies zo skla .....                                 | 56 |

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 8.4. Zobrazenie cudzích telies z kovu .....               | 57 |
| 8.5. Zobrazenie cudzích telies z plastu .....             | 58 |
| 8.6. Zobrazenie cudzích telies z ďalších materiálov ..... | 59 |
| Záver .....                                               | 61 |
| Referenčný zoznam: .....                                  | 62 |
| Zoznam skratiek: .....                                    | 73 |
| Zoznam obrázkov: .....                                    | 74 |
| Zoznam tabuliek: .....                                    | 76 |
| Zoznam príloh: .....                                      | 77 |
| Prílohy .....                                             | 78 |

## Úvod

Cudzie telesá sú všetky predmety, zachytené v ľudskom tele, pochádzajúce z vonkajšieho prostredia. V rámci našej práce sa toto označenie bude vzťahovať predovšetkým k veciam nežiadúcim (pretože napr. náušnice, piercingy, zubné náhrady, kardiostimulátory a osteosyntézy sú taktiež cudzie telesá). Pre náš účel pôjde o veci, ktoré je vhodné z tela odstrániť. Jedná sa o predmety, ktoré sa do tela dostávajú najmä vdýchnutím, prehltnutím, traumatickým poranením, cieľným vložením alebo iatrogénne. (Oikarinen et al., 1993; Grassi et al., 2015)

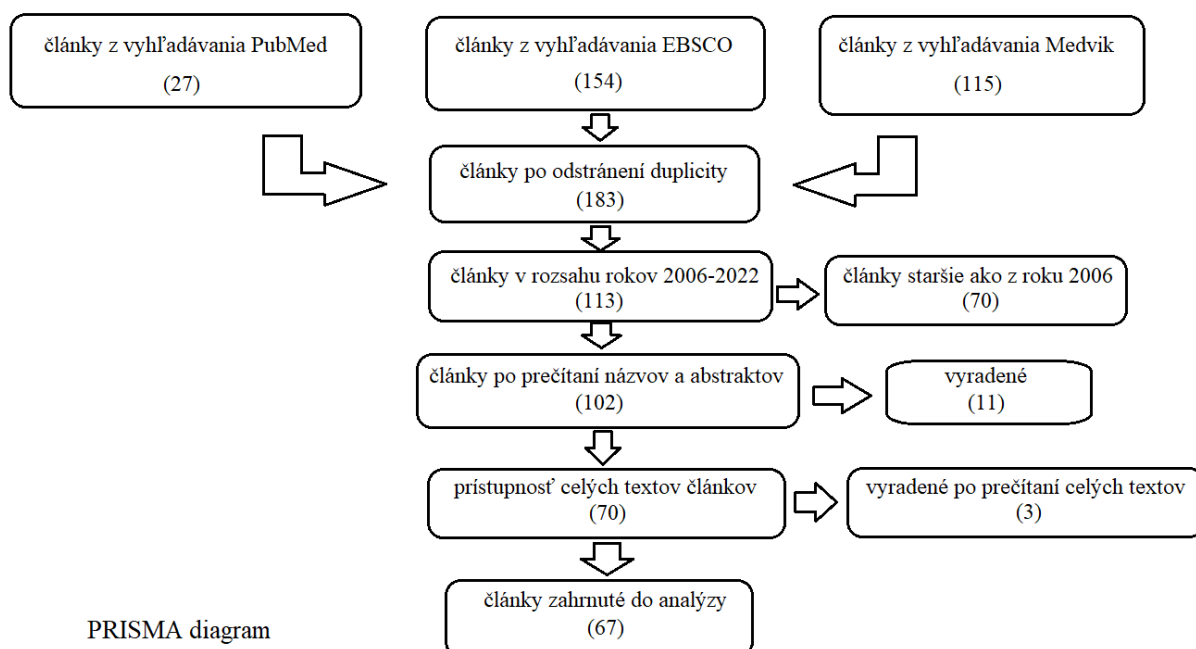
Podľa zloženia, veľkosti, umiestnenia predmetu a jeho vzťahu k okolitým anatomickým štruktúram môže dôjsť k rôznym komplikáciám ako sú bolesť, infekcia, perforácia, krvácanie, fistula, obštrukcia čreva, tvorba abscesov alebo peritonitída. Prítomnosť cudzieho telesa v rane taktiež zhoršuje hojenie mäkkého tkaniva. Faktorom, ktorý je najviac zodpovedný za závažnosť reakcie tela na cudzie teleso, je chemické zloženie materiálu cudzieho telesa. Komplikácie z poranení cudzími telesami bývajú časté a môžu byť život ohrozujúce. Preto je včasná diagnostika a výber najvhodnejšej zobrazovacej modalít veľmi dôležitý. Rádiologický technik by mal byť oboznámený s klinickými príznakmi prehltnutia, vdýchnutia či vloženia najčastejších druhov cudzích telies, aby bol schopný zvoliť najefektívnejší zobrazovací prístup. (Aras et al., 2010; Ingraham et al., 2015, Pugmire, Lim, Avery, 2015)

Teoretická časť tejto diplomovej práce je zameraná na spracovanie literárneho prehľadu v oblasti prítomnosti cudzích telies v ľudskom organizme a príčin a následkov s nimi spojených. Kapitoly sú rozdelené podľa spôsobu, akým sa cudzie telesá do tela dostali. Ďalej sa práca venuje stručnému popisu fungovania jednotlivých zobrazovacích modalít, ktoré sa používajú na identifikáciu a lokalizáciu cudzích telies v ľudskom tele. Podrobne rozobraná je citlivosť, výhody aj nevýhody ultrasonografie (USG), konvenčnej skiagrafie, počítačovej tomografie (CT) a magnetickej rezonancie (MR) pri detekcii cudzích telies v *in vitro* fantómoch.

V praktickej časti práce je hodnotená schopnosť konvenčného röntgenového prístroja a CT prístroja zobrazovať cudzie telesá z rôzneho materiálu, o rôznej veľkosti a umiestnené v troch rozdielnych oblastiach v *in vitro* fantómoch. Otestované je aj hodnotenie rádiológov, ktorí posudzovali viditeľnosť cudzích telies na zhotovených snímkach. Zahrnutá je aj diskusia o najčastejších materiáloch a veľkostiach cudzích telies, ktoré sú predmetom výskumov a štúdií po celom svete. Na základe výsledkov týchto výskumov sú vyvedené závery najvhodnejších metód, ktoré sú odporúčané použiť pri diagnostike špecifických typov cudzích telies.

## 1. Popis rešeršnej stratégie

Na účely literárnej rešerše boli použité databázy Pubmed, EBSCO host a Medvik. Ako kľúčové slová boli použité slovné spojenia: foreign body, foreign bodies, imaging, imaging method, radiology, radiography, RTG, computed tomography, CT, ultrasonography, USG, magnetic resonance, MR a detection. Pre český vyhľadávač boli použité slovné spojenia: cizí těleso, cizí telesá, zobrazování, metoda zobrazení, radiologie, rentgen, RTG, počítačová tomografie, CT, ultrasonografie, USG, magnetická rezonance, MR a detekce. Medzi vyradovacie kritéria pre výsledné vyhladané články boli zaradené podmienky: slovenský, český alebo anglický jazyk textu, literatúra stará maximálne 15 rokov a prístupnosť plného textu. Celkovo bolo dohľadaných 296 vedeckých článkov a odbornej literatúry. Do literárnej rešerše tejto diplomovej práce bolo po procese triedenia zahrnutých 67 bibliografických zdrojov českého aj zahraničného pôvodu vyhladaných pomocou databáz. Ďalej boli na tvorbu teoretickej časti práce použité aj zdroje staršie ako z roku 2006 z dôvodu dohľadania pôvodných autorov informácií. Dokopy bolo v práci použitých 94 bibliografických zdrojov informácií, z toho bolo 86 zahraničných článkov, 5 českých monografií, 2 zahraničné monografie a 1 webová stránka. Prehľad procesu vyradovania použitej literatúry vyhladanej pomocou databáz je znázornený na diagrame PRISMA (Obrázok 1).



Obrázok 1: Prehľad procesu vyradovania použitej literatúry podľa diagramu PRISMA

## 2. Cudzie telesá

Cudzie teleso je vonkajší predmet zachytený v ľudskom tele v dôsledku traumy, terapeutických zásahov, nehôd vozidiel, rôznych druhov poranení, vdýchnutia, prehltnutia alebo úmyselného vloženia. V závislosti od mechanizmu traumy sa môže zloženie a umiestnenie cudzích telies líšiť. Cudzie telesá by mali byť diagnostikované a odstránené bezodkladne, ak chceme predísť komplikáciám ako sú bolesť, opuch, infekcia, tvorba granulómov, migrácia telesa a mnoho ďalších. (Arash et al., 2010; Shokri et al., 2017; Demiralp et al., 2018).

Väčšinu cudzích telies je možné lokalizovať anamnézou pacienta, rozsiahlym klinickým vyšetrením a rádiologickým vyšetrením. Presná lokalizácia cudzieho telesa je nevyhnutná najmä ak je cudzie teleso v kritickom mieste – blízko veľkej cievy, a operatívne odstránenie predstavuje pre pacienta vysoké riziko. Zobrazovacie metódy sú potrebné v prípade suspektných neidentifikovaných cudzích telies a špeciálne pri odstraňovaní mnohopočetných cudzích telies alebo v prípade, keď nie je možné dostatočne preskúmať ranu. Zobrazovacie modalita slúžiace k detekcii cudzích telies zahŕňajú röntgenové snímky, počítačovú tomografiu, magnetickú rezonanciu a ultrazvuk. (Oikarinen et al., 1993; Enislidis et al., 1997; Faguy, 2014; Järvenpää, Arkkila, Aaltonen, 2018; Campbell, Wilbert, 2021)

Každá modalita má svoje silné i slabé stránky, ktoré sa líšia, okrem iného, v závislosti od zloženia materiálu cudzieho telesa, ako aj od jeho umiestnenia. Medzi najčastejšie materiály, z ktorých sú cudzie telesá tvorené, patrí drevo, sklo, plast a kov. Rozhodnutie, čo robiť s uviaznutým cudzím telesom závisí od jeho typu, polohy, času od poranenia, no taktiež od skúseností ošetrojúceho lekára. (Donaldson, 1991; Yanay et al., 2001; Haghnegahdar, Shakibafard, Khosravifard, 2016; Demiralp et al., 2018)

Cudzie teleso je potrebné dôkladne zhodnotiť, a zvážiť aj možnosť ponechať ho na mieste, pretože v niektorých prípadoch môže odstránenie cudzieho telesa spôsobiť väčšie riziko, než prítomnosť samotného cudzieho telesa v rane. Ponechanie cudzieho telesa v rane so sebou ale nesie komplikácie. Okrem život ohrozujúcich komplikácií sú cudzie telesá zdrojom aj mnohých súdnych sporov a žalôb. (Oikarinen et al., 1993; Enislidis et al., 1997; Eggers, Mukhamadiev, Hassfeld, 2005; Javadrashid et al., 2015; Johansen et al., 2021)

### 2.1. Požitie cudzieho telesa

Požitie cudzieho telesa je bežné najmä u detí, mentálne postihnutých a mentálne retardovaných osôb (Obrázok 2- B). Ďalej sa s požitím cudzieho telesa stretávame u dospelých

s neobvyklými sexuálnymi aktivitami a u jednotlivcov, ktorí sa zapájajú do kriminálnych aktivít ako napríklad pašovanie drog, prípadne u väzňov. (Hunter, Taljanovic, 2003, s.732)

Najtypickejším príkladom sú malé deti, ktoré skúmajú predmety ústami. Častým nálezom bývajú mince, kosti, kúsky plastu a rôzne malé detské hračky. (Kay, Wyllie, 2005; Rodríguez et al., 2012; Passali et al., 2015)

Prevažná väčšina všetkých prehltnutých cudzích telies našťastie prejde tráviacim traktom bez problémov. Ostré a podlhovasté predmety (ihly, špendlíky, žiletky a pod.) a väčšie okrúhle predmety zvyknú ale uviaznúť v zúžených oblastiach alebo slučkách tráviaceho traktu (Obrázok 2- C). Gombíkové batérie, ktoré sa používajú do hodínok a kalkulačiek, sú v prípade požitia potenciálne veľmi nebezpečné. Keďže sa podobajú na mince, malé deti majú tendenciu ich zjesť. Batérie môžu byť zdanlivo neškodné, pre ich zaoblený a malý tvar prechádzajú tráviacim traktom bez ťažkostí (Obrázok 2- D). Treba ale brať do úvahy fakt, že batérie obsahujú rôzne alkalické korozívne činidlá a ťažké kovy ako ortuť a kadmium. Ak by došlo k porušeniu obalu batérie a kontaktu jej obsahu s ľudským tráviacim traktom, mohlo by nastať vážne zranenie, spôsobené žieravým obsahom batérie alebo systémová toxicita z otravy ťažkými kovmi vedúca k smrti. Pokiaľ existuje dôkaz o nedostatočnej progresii gombíkovej batérie tráviacim traktom, pristupuje sa k intervenčnej liečbe. Ďalším nebezpečným prehltnutým cudzím telesom je plastová spona, ktorá sa používa na uzatváranie plastových vreciek (napr. obal na chlieb). Zistilo sa, že tieto plastové svorky môžu zvierat rôzne časti sliznice čreva, spôsobiť zápal, vred a celkovo môžu viesť ku závažným dokonca život ohrozujúcim komplikáciám ako perforácia, obštrukcia, invaginácia, tvorba fistúl a brušných abscesov. Na röntgenových snímkach tieto svorky nie sú kontrastné a je ich ťažké odhaliť. Pri pátraní po prehltnutom cudzom telese netreba prestávať, ak sme už jedno našli. (Hunter, Taljanovic, 2003, s. 733-745; Pugmire, Lim, Avery, 2015; Tseng et al., 2015; Yang et al., 2021)

Obzvlášť nebezpečné je požitie magnetu. Malé magnety zo vzácnych zemín, aké sa nachádzajú v magnetických stavebniciach a iných hračkách, sú desaťnásobne silnejšie ako železné magnety. Pokiaľ je prehltnutý samostatný magnet a v tráviacom trakte pacienta nie sú prítomné žiadne ďalšie kovové predmety, magnet dokáže prejsť tráviacim traktom bez komplikácií. Požitie viacerých magnetov alebo následne iných kovových predmetov môže spôsobiť značné poškodenie a mali by byť okamžite odstránené. Príťažlivosť dvoch predmetov cez steny viacerých slučiek čreva vedie často k ischémii, nekróze, perforácii alebo fistule. Magnety sú ľahko detegované RTG zobrazovaním, no mala by sa brať do úvahy aj endoskopia. (Green, 2015; Pugmire, Lim, Avery, 2015; Tseng et al., 2015)

Častokrát dochádza k požitiu viac ako jedného telesa. Vždy treba preskúmať celý gastrointestinálny trakt (GIT), od bázy lebky až po konečník. V dnešnej dobe je nezákonný obchod s drogami a ich užívanie bežné. S tým sa spája ich dovoz medzi krajinami. Ľudia pašujú drogy požívaním alebo vkladáním balíčkov s kokaínom alebo heroínom do konečníka, prípadne vagíny. Obalom sú najčastejšie balóniky alebo kondómy, ktoré majú približne rovnakú absorpčnú schopnosť röntgenového žiarenia ako črevo a tak môžu byť ťažšie detegované. (Hunter, Taljanovic, 2003, s. 742; Bekkerman et al., 2016; Mathew et al., 2021)

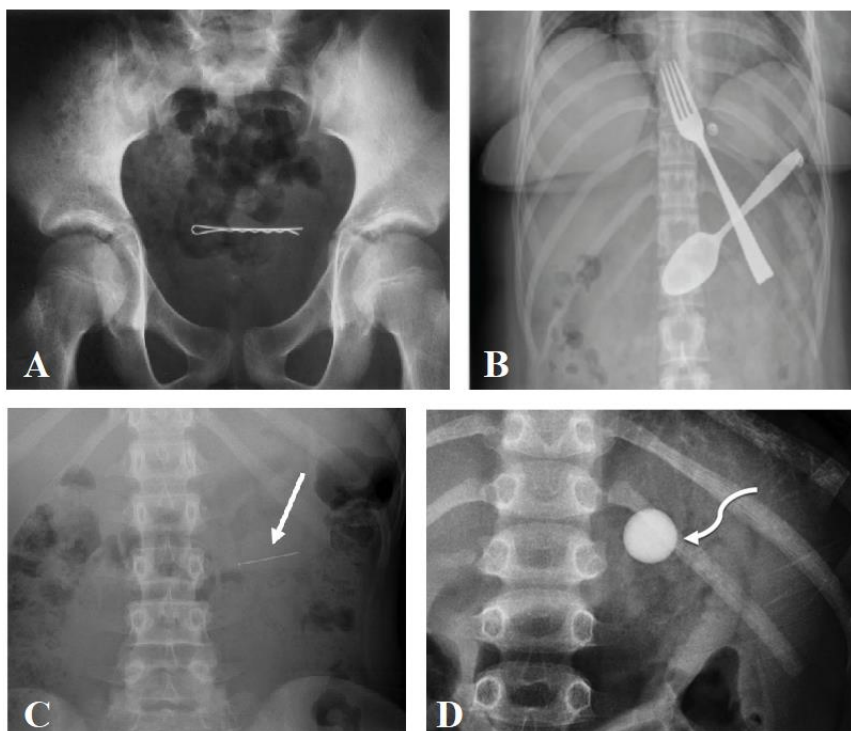
Typickými ťažkosťami, ktoré sa vyskytnú, pokiaľ cudzie teleso neprejde GIT-om bez problémov, sú perforácia alebo obštrukcia pažeráka alebo čreva, zápaly peritonea a mediastína, tvorba abscesov alebo generalizovaná septikémia. Kovové predmety (napr. ihly) alebo podlhovasté predmety (napr. kosti, špáradlá) sa uvádzajú ako najčastejšie cudzie telesá spôsobujúce perforáciu. Väčšinou sa nejedná o akútne stavy. Predmet len čiastočne perforuje stenu čreva a spôsobí chronický zápalový proces. Tento proces vytvára málo symptómov, ktoré sa prejavujú vo väčšej miere až o niekoľko mesiacov alebo rokov. Častokrát sú tieto zápalové procesy odhalené pri röntgenovom vyšetrení, ktoré bolo indikované z iných dôvodov. Pašovanie balíčkov s drogami taktiež prináša určité komplikácie ako obštrukcia čriev alebo akútna toxicita z predávkovania, v prípade prasknutia pašovaného balíčka. (Webb, 1995; Hunter, Taljanovic, 2003, s. 742-745; Pugmire, Lim, Avery, 2015; Tseng et al., 2015)

Medzi klinicky najrelevantnejšie miesta v GIT-e patrí pažerák, vrátnik (pylorus), slučka duodena a jeho prechod v jejunum, ileocekálna chlopňa a oblasť sigmy hrubého čreva a rekta. Oblúk aorty, ľavý hlavný bronchus a oblasť prechodu pažeráka v žalúdok sú taktiež typickými miestami uviaznutia cudzieho telesa. Akékoľvek cudzie teleso v pažeráku by malo byť odstránené, okrem mincí, ktoré najprv pozorujeme po dobu 12 až 24 hodín pred endoskopickým odstránením. Tupé predmety širšie ako 2,5 cm nachádzajúce sa v oblasti vrátnika a predmety dlhšie ako 6 cm nachádzajúce sa v duodenálnej slučke môžu mať problém ďalej postupovať GIT-om a mali by byť endoskopicky odstránené. Duodenojejunálny prechod je obvyklým miestom perforácie pri prehltnutí dlhých predmetov a u ileocekálny chlopne je typická obštrukcia cudzím predmetom. Predmety dlhšie ako 10 cm alebo predmety v oblasti sigmy hrubého čreva sú spojené s neschopnosťou pacienta vylúčiť takéto predmety análnou cestou. (Ayantunde, 2013; Jayachandra, Eslick, 2013; Mesina et al., 2013; Guelfguat et al., 2014; Tseng et al., 2015)

## 2.2. Vloženie cudzieho telesa

Vkladanie cudzích telies do telových otvorov je u ľudí bežné. Deti k tomu vedie hlavne zvedavosť alebo emočné problémy, u dospelých sa s týmto správaním stretávame najmä u mentálne postihnutých alebo jedincov, ktorí majú z vkladania cudzích telies do svojho tela sexuálne potešenie (Obrázok 2- A). Najčastejšími miestami, do ktorých si ľudia vkladajú rôzne predmety sú rektum, vagína, močová rúra, nos a ucho. Cudzie telesá v rekte, močovej rúre alebo močovom mechúry si pacient zvyčajne zámerne zavádza sám, aj keď niekedy sú výsledkom penetrujúceho poranenia alebo ide o inštrumenty, ktoré sa pacientom do tela dostali na základe nesprávnych lekárskeho postupov. Cudzie telesá v močovom mechúry môžu spôsobiť ukladanie minerálnych solí s následnou tvorbou konkrementov. Výskyt konkrementu v močovom mechúry by mal vyvolávať podozrenie na inkrustované cudzie teleso. Väčšina cudzích telies v močovej rúre alebo rekte, napriek svojej veľkosti a ostrému tvaru, nespôsobujú významné zranenia. Močová rúra a rektum sú schopné značnej expanzie, vďaka telovým tekutinám sú dostatočne mazľavé a tak sa do nich dokážu umiestniť predmety väčších rozmerov ako by sa dalo čakať. (Eisen et al. 2002; Hunter, Taljanovic, 2003, s.745-746; Young et al., 2010; Unruh et al., 2012)

Základným vyšetrením u pacienta s bolesťou brucha alebo panvy, s alebo bez anamnézy vloženia cudzieho telesa, je RTG snímka brucha v stoj, prípadne v ľahu. Šikmé a bočné snímky panvy ustupujú CT vyšetreniu panvy, ktoré sú spolu s endoskopiou a štúdiami s kontrastnými materiálmi užitočné pre určenie presnej polohy cudzieho telesa. Častými nálezmi bývajú predmety ako napr. skrutky, sponky, menštruačné pomôcky, teplomery, rektálne rúrky, časti klystíru alebo obaly na čípky. Bežnými komplikáciami nasledujúcimi po zavedení cudzieho telesa do otvorov tela sú ťažké krvácanie z poranenia sliznice, opuch zabráňujúci prirodzenému prechodu telesa alebo jeho jednoduchému odstráneniu a perforácia orgánu s následným krvácaním, tvorbou abscesov alebo sepsou. Ďalším rizikom môžu byť cudzie telesá, ktoré vystúpia do vyššej časti hrubého čreva. Ak dôjde k perforácii hrubého čreva, teleso sa môže zakliesniť v retroperitoneálnych tkanivách, vyvolať lokalizované abscesy, voľne sa vyskytovať v peritoneu alebo migrovať do vzdialených miest tela. (Webb, 1995; Hunter, Taljanovic, 2003, s. 746-747, Shiels, 2007; Lucerna, 2017)



Obrázok 2: Sériá RTG snímiek detegujúcich rôzne vložené (A) a prehltnuté cudzie telesá (B, C, D). A - kovová sponka v močovom mechúry u dvojročného dievčatka, B - úmyselne prehltnutý príbor u 25 ročnej ženy, C - špendlík u 14 ročného dievčatka (šípka), D - okrúhle rádiokontrastné cudzie teleso, absorbujúce RTG žiarenie menej ako minca alebo gombíková batéria (zvlnená šípka),

Zdroje: A - (Hunter, Taljanovic, 2003), B - (Mathew et al., 2021), C a D - Pugmire, Lim, Avery, 2015)

### 2.3. Vdýchnutie cudzieho telesa

Vdýchnutie jedla alebo iných cudzích predmetov je príčinou úmrtia, hlavne u malých detí. Incidencia aspirácie je najvyššia v dvoch vekových kategóriách a to u detí vo veku 1 - 2 rokov a u ľudí starších ako 60 rokov. Rizikové faktory u dospelých zahŕňajú oslabený mechanizmus prehĺtania súvisiaci s vekom, užívanie väčšieho množstva liekov vo forme tabliet, zmenu duševného stavu a neurologické ochorenia. (Baharloo et al., 1999; Boyd et al., 2009; Casalini et al., 2013; Green, 2015; Tseng et al., 2015)

Najčastejšími vdýchnutými telesami sú hlavne kúsky jedla ako napr. cukríky, semená, orechy, surové ovocie a zelenina a kosti. Ďalšími typickými cudzími telesami, ktoré deti môžu vdýchnuť a následne sa nimi dusiť, sú drobné predmety vyskytujúce sa v bežnej domácnosti – mince, hračky oválneho tvaru alebo guľôčky dostatočne malé, aby sa zmestili

do dýchacích ciest. Obzvlášť nebezpečné sú predmety, ktoré sú stlačiteľné. Tie môžu spôsobiť tesnú obštrukciu dýchacích ciest. (Green, 2015; Pugmire, Lim, Avery, 2015, Tseng et al., 2015)

Pri aspirácii cudzieho telesa existuje široké spektrum klinických prejavov, od asymptomatických až po ťažké dýchacie ťažkosti alebo zadusenie. Okrem toho sa u pacientov môžu prejaviť symptómy, ktoré sú nejasné a významne sa kryjú s inými bežnými pediatrickými stavmi, ako napr. astma, zápal pľúc, priedušiek a horných dýchacích ciest. (Green, 2015; Pugmire, Lim, Avery, 2015, Tseng et al., 2015)

Cudzie teleso v pažeráku, hypofaryngu alebo bronchiálnom strome sa môže prejsť hlavne respiračnými ťažkosťami a príznakmi ako sú stridor, sipot alebo pneumónia (Hunter, Taljanovic, 2003). Uviaznutie telesa v hrtane a priedušnici sa prejavuje akútnejšími respiračnými ťažkosťami, chraptom alebo stridorom, zatiaľ čo telesá zachytené v prieduškách spôsobujú širokú škálu symptómov vrátane kašľa, sipotu, dyspnoe, znížených zvukov pri dýchaní a horúčky. Absencia dusenia nevylučuje aspiráciu. Najčastejším patofyziologickým javom z uviaznutia cudzieho telesa v dolných dýchacích cestách je obštrukčný emfyzém. Pri nádychu sa dýchacie cesty rozširujú a vzduch prechádza okolo cudzieho telesa. Pri výdychu sa dýchacie cesty stiahnu okolo cudzieho telesa, čím sa vzduch zachytí v distálnej časti pľúc. (Mu, Sun, He, 1990; Green, 2015; Pugmire, Lim, Avery, 2015; Tseng et al., 2015)

Odporúčanou diagnostickou metódou pri podozrení na aspirované cudzie teleso sú RTG snímky, bronchoskopia a laryngoskopia. Avšak len približne 10 % vdýchnutých cudzích telies je rádiokontrastných. Niektoré štúdie (Haliloglu et al., 2003; Adaletli et al., 2007; Hong et al., 2008; Boyd et al., 2009; Bhat et al., 2010; Huangkan et al., 2012; Jung et al., 2012; Rodriguez et al., 2012; Hariga et al., 2014; Samanth et al., 2014) odporúčajú na diagnostiku rádiolucenčných cudzích telies využiť CT alebo trojdimenzionálnu (3D) CT bronchoskopiu. V takom prípade ale nesmieme zabúdať na hodnoty radiačnej záťaže pre pediatrických pacientov. (Green, 2015; Pugmire, Lim, Avery, 2015; Tseng et al., 2015; Ruiz, 2020)

Dlhodobé komplikácie z uviaznutia vdýchnutého cudzieho telesa zahŕňajú hromadenie sa tkaniva okolo daného telesa, zápal pľúc, bronchiektázie, pneumónie a atelektázy. (Green, 2015; Pugmire, Lim, Avery, 2015; Tseng et al., 2015)

## **2.4. Poranenia spojené s následnou prítomnosťou cudzieho telesa v tele**

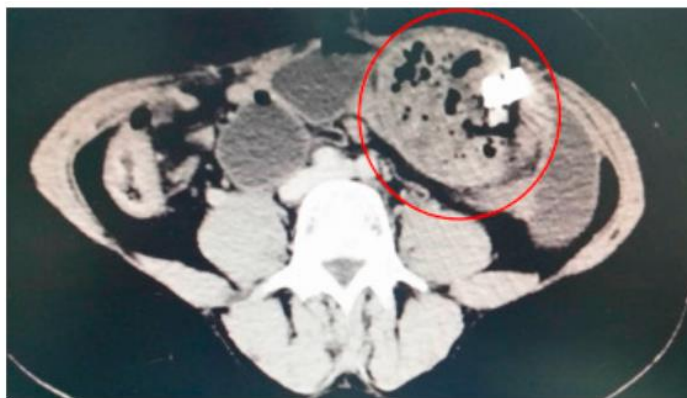
Drobné zranenia ako sú škrabance, odreniny a bodné ranky spojené s prítomnosťou drobných i väčších kusov cudzích telies bývajú spôsobené bežnými činnosťami. Veľkú skupinu zranení s následným preniknutím cudzích telies do tela tvoria dopravné nehody a nehody v priemyselnom odvetví. Poranenia od strelných zbraní nie sú na Slovensku a v Českej republike také bežné ako v Amerike, avšak náboje zo vzduchových pušiek bývajú zobrazované relatívne často. Gulčky a podobné predmety môžu niekedy prejsť značnú vzdialenosť od ich pôvodného miesta vstupu do tela. (Hunter, Taljanovic, 2003, s.747-753)

### 3. Iatrogénne cudzie telesá

Ide o súhrnný termín, akým sa označuje akýkoľvek predmet, ktorý neúmyselne zostal v tele po chirurgickom alebo inom intervenčnom zákroku. Ponechanie chirurgického predmetu v operačnom poli je veľkou obavou každého chirurga. Táto zriedkavá no dramatická nehoda môže viesť k potenciálne smrteľným komplikáciám a vážne poznačiť život chirurga i pacienta. K najfrekvencovanejším ponechaným predmetom patria chirurgické tampóny, ktoré tvoria 68 % prípadov (Cima et al., 2008). Hmota, vytvorená okolo chirurgického tampónu, ktorý ostal v tele pacienta, sa odborne nazýva *gosypibóm* alebo *textilóm*. Podľa Bilaliho et al. (2019) sa tieto predmety najčastejšie nachádzajú v brušnej dutine (58 %) a panve (18 %). Ďalšie prípady gosypibómu boli zaznamenané v hrudníku, končatinách, centrálnom nervovom systéme (CNS) alebo prsiach. Skutočný výskyt gosypibómu je vzhľadom na jeho medicínsko-právne dôsledky, ťažké odhadnúť. Uvádza sa ako jeden zo 100 až 5 000 všetkých chirurgických zákrokov a jeden z 1000 až 1500 intraabdominálnych zákrokov. Gosypibóm tvorí takmer 50 % všetkých súdnych sporov pojednávajúcich o zabudnutých cudzích telesách (Kaiser et al., 1996; O'Connor et al., 2003). K zabudnutiu chirurgického materiálu v operačnom poli najčastejšie dochádza pri urgentných chirurgických zákrokoch, neočakávanej zmene v operácii, ošetrovateľskom alebo operačnom personáli počas operácie, veľmi dlhých operáciách a pri hemoragických intervenciách (Gawande et al., 2003). K ďalším faktorom incidencie tohto javu patrí vysoký index telesnej hmotnosti pacienta a cisársky rez s incidenciou 17,9 % (Gavrić Lovrec et al., 2018). Podľa Cimu et al. (2008) je najčastejším faktorom zlyhanie v komunikácii. Jeho štúdia sa zhoduje s mnohými ďalšími vo fakte, že väčšina zabudnutých cudzích telies sa vyskytuje v prípadoch, kedy sú počty použitého chirurgického materiálu po operácii v norme. Gosypibóm môže vyvolať zápalovú reakciu, v prípade sekundárnej infekcie intraabdominálny absces, vytvoriť cystu alebo kalcifikovať. Sankpal et al. (2020) opísali prípady, v ktorých bol textilóm náhodne objavený 5 rokov po cisárskom reze. Po klinickej stránke, príznaky všeobecne odrážajú komplikáciu, akou je absces, akútna peritonitída v dôsledku perforácie čreva a fistuly. Pacienti uvádzajú pretrvávajúcu bolesť brucha, citlivosť v oblasti brucha, horúčku, krvácanie, poruchy GIT-u, zmenu celkového stavu alebo hmatateľnú brušnú rezistenciu. (Rabie et al., 2016; Bilali et al., 2019; Mejri et al., 2020; Mathew et al., 2021)

Klinickým príznakom výrazne napomáhajú rádiologické nálezy na stanovenie včasnej diagnózy. Natívna snímka brucha môže byť postačujúca na detekciu RTG kontrastného materiálu, ak by bol na použitej textílii prítomný. CT brucha je najlepšou zobrazovacou metódou, ktorá umožňuje stanoviť diagnózu, určiť presnú lokalizáciu gosypibómu a upresniť

jeho prípadné komplikácie (Obrázok 3). Typickým obrazom je heterogénna akoby špongiózna cystická lézia s hyperdenznou líniou a bublinkami plynu (Rabie et al, 2016). U dlhotrvajúceho gosypibómu je možné zaznamenať aj kalcifikovaný “retikulovaný obal”, ktorý je veľmi užitočnou charakteristickou rádiologickou črtou pri diagnostike gosypibómu (Lu et al., 2005). Ďalšou diagnostickou metódou je MR, ktoré dokáže dostatočne zobraziť hyposignálnu cystickú léziu na T1 vážených obrazoch a hypersignálnu na T2 vážených obrazoch. RTG kontrastný materiál, ktorý nie je feromagnetický, poskytuje len slabý signál pre MR, a preto nedochádza k jeho zobrazeniu (Mathew et al., 2021). Pod ultrazvukom môže byť gosypibóm rozpoznaný ako cystický alebo solídny. Cystický typ vidno ako cystickú léziu s cikcakovým hyperechogénnym uzlom a solídny typ ako komplexnú masu so zmiešanými textúrnymi oblasťami (Manzella et al., 2009). Základom diagnostického procesu je anamnéza predchádzajúcich operácií, typy vykonaných intervencií, prítomnosť zápalového syndrómu a sugestívne rádiologické dáta. Po stanovení diagnózy je nevyhnutné okamžité odstránenie gosypibómu, aby sa predišlo závažným komplikáciám, ktorý by mohli ohroziť život pacienta. Pri jednoduchších prípadoch je postačujúca laparoskopia, no v prípade viacerých tráviacich perforácií sa odporúča laparotómia. Zlatým štandardom zostáva samozrejme prevencia. Dodržiavaním prísnych pravidiel štandardných protokolov počítania materiálu, koordináciou medzi členmi po sebe idúcich chirurgických tímov a používaním RTG kontrastných chirurgických tampónov sa riziko výskytu ľudskej chyby obmedzí na minimum a predchádza sa katastrofálnym následkom. (Rabie et al., 2016; Gavrić Lovrec et al., 2018; Mejri et al., 2020; Mathew et al., 2021)



*Obrázok 3: CT sken brucha 35 ročnej ženy dva mesiace po laparotómii odhaľujúce charakteristický špongiózny znak zabudnutého chirurgického tampónu (červený kruh) v ľavej bedrovej jamke, malý absces a obštrukciu tenkého čreva,*

Zdroj: (Rabie et al., 2016)

Stratégie zamerané na zlepšenie bezpečnosti sú predmetom neustáleho výskumu. Ide o technológie zahŕňajúce počítanie chirurgického materiálu pomocou skenovania čiarových kódov a označenie materiálu rádiovou frekvenciou (Fabian, 2005; Macario, Morris, Morris, 2006; Greenberg et al., 2008; Cima et al., 2011; Rabie et al., 2016; Mathew et al., 2021). Ďalšou technológiou je štítok, vyrobený zo špeciálneho magnetického kovu, ktorý pri demagnetizácii vyžaruje rádiové vlny, ktoré môžu byť detegované ručným detektorom [URL 1].

## 4. Zobrazovacie metódy pri diagnostike cudzích telies

Výber najvhodnejšej zobrazovacej metódy je dôležitý pri určovaní prítomnosti a umiestnenia cudzieho telesa. Základnou počiatočnou metódou, pri podozrení na cudzie teleso, by mali byť röntgenové snímky. Avšak rádiolucenčné cudzie telesá s milimetrovými rozmermi žiaľ na röntgenových snímkach odhalené nie sú. Ak máme podozrenie na povrchové cudzie teleso, ďalšou odporúčanou zobrazovacou metódou je ultrasonografia. Pri použití počítačovej tomografie je pacient zaťažený vyššou radiačnou dávkou ako pri obyčajnom röntgene. Využitie CT je vhodné hlavne vtedy, keď máme podozrenie na hlbšie umiestnené cudzie teleso. Pokiaľ nemáme istotu, že cudzie teleso nie je kovové, využitie magnetickej rezonancie na detekciu cudzích telies, nie je odporúčané. O tom, ktorú zobrazovaciu metódu je vhodné použiť, rozhodujú mnohé okolnosti. Táto diplomová práca uvádza prehľad silných stránok a obmedzení ultrasonografie, rádiografie, počítačovej tomografie a magnetickej rezonancie pri vizualizácii cudzích telies v tele pacienta.

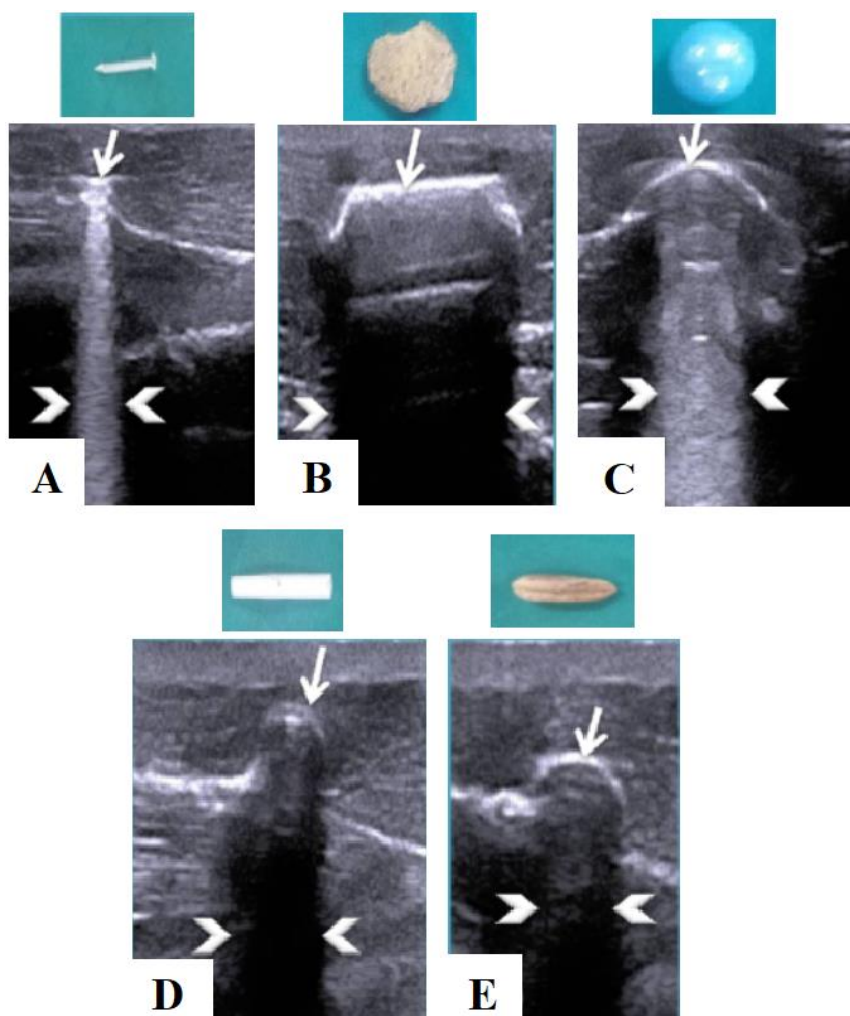
### 4.1. Ultrasonografia

Zvuk s frekvenciou vyššou ako 20 000 Hz (herzov) sa nazýva ultrazvuk. Ľudské ucho je nie schopné ultrazvuk počuť, pretože dokáže vnímať zvuky len od 16 Hz do 20 000 Hz. Na diagnostické účely sa využíva frekvencia o výške niekoľko miliónov hercov (MHz). Čím je frekvencia vyššia, tým je lepšia aj zobrazovacia schopnosť, ale nižšia prenikavosť vln. Na zobrazenie štruktúr uložených hlbšie v tele je volená nižšia ultrazvuková frekvencia. Medzi základné pojmy v ultrasonografii patrí Dopplerov jav. Tento jav popisuje zmenu frekvencie a vlnovej dĺžky prijímaného oproti vysielanému signálu. Ultrazvukové vlnenie je vysielané piezoelektrickým meničom do tela pacienta. Rýchlosť šírenia ultrazvukových vln sa líši pri rôznych typoch tkaniva. Na rozhraní dvoch odlišných tkanív nastáva odrazenie ultrazvukových vln, ktorých veľkosť a doba návratu sú prijímané senzorom a následne analyzované. Veľkou nevýhodou využitia ultrasonografie pri diagnostike je neschopnosť ultrazvukových vln preniknúť cez kosti, kalcifikáty a dutiny vyplnené plynom. Ale vďaka svojim minimálnym vedľajším účinkom, jednoduchosti, dostupnosti, minimálnej predpríprave pacienta a nízkej cene výkonu v porovnaní s vyšetrením pomocou CT alebo MR sa ultrasonografia stala najpoužívanejšou zobrazovacou metódou. (Gavorník, 2001, s. 56-57; Vomáčka et al., 2015, s. 38-39)

Schopnosť USG detegovať cudzie telesá je ovplyvnená akustickou impedanciou objektu, ďalej hĺbkou, v ktorej sa objekt nachádza a okolitými tkanivami. Mnohé štúdie,

porovnávajúce schopnosti zobrazovacích metód detegovať cudzie telesá, sa zhodujú vo fakte, že spomedzi všetkých zobrazovacích metód dokáže USG najlepšie vizualizovať drevené telesá. Netreba ale zabúdať na fakt, že hlavnou výzvou pri použití USG je detekcia hlboko uložených predmetov. USG sa neodporúča na hodnotenie predmetov umiestnených v blízkosti kostí alebo vo vzduchu naplnených dutinách. (Aras et al., 2010; Javadrashid et al., 2015; Abdinian, Aminian, Seyyedkhamesi, 2018; Abolvardi et al., 2020)

Mnohé štúdie, ktoré sa pokúsili zobrazit' cudzie teleso napr. v nosovej dutine, ohodnotili takéto teleso ako neviditeľné na USG obraze. Pokiaľ berieme do úvahy iba umiestnenie cudzieho telesa, schopnosť USG v detekcii telesa v mäkkom tkanive je lepšia než s použitím konvenčného RTG alebo CT. Uprednostňovanie USG pri detekcii cudzích telies v mäkkom tkanive než na povrchu kosti je pravdepodobne spôsobené nižšou penetráciou ultrazvukových vln do tkanív. USG sa odporúča, keď podozrivé cudzie telesá nie sú viditeľné na RTG snímkach, najmä v povrchových tkanivách a pri rádiolucentných cudzích telesách. Príklad zobrazenia niektorých cudzích telies na USG obrazoch môžeme vidieť na nasledujúcom Obrázku 4. (Ginsburg, Ellis, Flom, 1990; White, Pharoah, 2014; Valizadeh et al., 2016; Abdinian, Aminian, Seyyedkhamesi, 2018; Abolvardi et al., 2020)



Obrázok 4: Zobrazenie cudzích telies pomocou USG – A - kov, B - kameň, C - sklo, D - plast, E - drevo. Telesá vidno ako hyperechogénne útvary (šípky), všimnime si artefakt v tvare chvosta kométy distálne na A a C (hlavy šípok), a čisté akustické tienenie distálne na B, D a E (hlavy šípok),

zdroj: (Gomaa, Abdelaal, 2015)

## 4.2. Röntgen

Röntgenový obraz je dvojrozmerný obraz trojrozmerného objektu. RTG obraz vzniká dopadom RTG žiarenia na špeciálny detektor, ktorého fotodiódy premieňajú elektromagnetické žiarenie na elektrický prúd fyzikálnym javom známym ako fotoefekt. Pri procese digitalizácie je následne elektrický prúd prevedený na binárny systém. Digitálny obraz je tvorený v jednotlivých obrazových elementoch nazývaných pixely. Každý pixel nesie súradnicu a stupeň šedej. Rozlíšenie digitálneho obrazu je určené počtom pixelov, čím je pixelov viac, tým lepšia je rozlišovacia schopnosť. RTG žiarenie je prúd fotónov, kvánt elektromagnetického

žiarenia. Na diagnostiku sa využíva umelý zdroj RTG žiarenia, ktorým je röntgenová lampa. RTG lampa premieňa kinetickú energiu elektrónov na energiu RTG žiarenia. Princípom RTG vyšetrenia je umiestnenie pacienta medzi zdroj žiarenia a detektor. RTG žiarenie je pri prechode rôznym druhom materiálu rôzne pohlcované. Po ožiarení pacienta dopadá RTG žiarenie na detektor, v ktorom následne prebehne už spomínaná premena žiarenia na elektrický prúd. Výsledný digitálny obraz podáva informáciu o absorpcii žiarenia jednotlivými tkanivami ľudského organizmu. Čím viac žiarenia dopadá na detektor, tým je výsledný obraz tmavší. Vzduch vďaka svojej nízkej hustote dovoľuje RTG žiareniu prechod bez výraznejšej absorpcie. Preto sú pľúca na výslednom obraze tmavšie ako mäkké tkanivá, tuk alebo kosti. Ak je RTG žiarenie absorbované materiálom s vysokou hustotou, v ľudskom tele napr. vápnik v kostiach, žiarenie nedopadne na detektor a na snímke ostanú biele oblasti. (Vomáčka et al., 2015, s. 26)

Röntgenové prístroje prešli za necelých 130 rokov od objavu röntgenového žiarenia obdivuhodným vývojom. Od ožarovania filmov so zosilňovacími fóliami, vyvolávania RTG obrazu z latentného obrazu pomocou fotochemického procesu manuálnym spôsobom v temných komorách, neskôr pomocou vyvolávacích automatov poloautomatickým alebo plne automatickým spôsobom až po nástup digitalizácie.

Približne 100 rokov bola rádiografia založená na analógovom princípe. Digitálne zobrazovacie systémy sa taktiež značne rozvíjajú. Najprv sa využívala nepriama digitalizácia, pri ktorej sa používajú RTG kazety v ktorých je uložená pamäťová fólia. Kazeta je po ožiarení vložená do tzv. čítačky, ide o prístroj v ktorom prebieha ožiarenie fólie laserom, uvoľní sa energia elektrónov, ktorá ako viditeľné svetlo prechádza do fotonásobiča. Elektrický analógový signál je ďalej pomocou analógovo-digitálneho prevodníka premenený na digitálnu informáciu. Pamäťové fólie sú opätovne použité na ďalšie zobrazovanie, latentný obraz je z nich odstránený intenzívnym osvietením v čítačke. V dnešnej dobe sa s nepriamou digitalizáciou ešte stále stretávame na niektorých menších RTG pracoviskách, no prevažná väčšina RTG kliník disponuje prístrojmi s priamou digitalizáciou. Pri priamej digitalizácii sa využívajú detektory obsahujúce scintilačnú vrstvu, ktorá transformuje dopadajúce žiarenie na viditeľné svetlo, ktoré ďalej dopadá na polovodičový detektor v ktorom vzniká elektrické napätie. Pomocou analógovo-digitálneho prevodníku je následne získavaný digitálny obraz. Detektorom priamej digitalizácie sa hovorí aj flat-panely. Oproti nepriamej digitalizácii využívajúcej RTG kazety sú flat-panely rýchlejšou metódou, digitálny obraz je získaný za pár sekúnd, zatiaľ čo pri nepriamej digitalizácii ide o krokovú metódu, pri ktorej je nutné ožiarení RTG kazetu manuálne vložiť do čítačky, v ktorej proces získania digitálneho obrazu a odstránenia latentného obrazu trvá približne 30 sekúnd. Za ten čas je s flat-panelom možné vykonať ďalšiu

expozíciu. Hlavnou nevýhodou flat-panelov je ich vysoká cena. Konštrukcia RTG lampy rovnako prešla nemalým rozvojom, od studených katódových trubíc a bi-anódových RTG lúčnic obsahujúcich okrem vlastnej anódy aj pomocnú anódu, tzv. antikatódu a vyplnených rôznymi plynmi, cez pevnú anódu až po dnešnú vakuovanú sklenenú trubicu s katódou, ktorá má dve vlákna a jednu skosenou rotačnou anódou.

Takmer všetky plastové a väčšina tenkých hliníkových predmetov nie sú na röntgenových snímkach kontrastné. Väčšina kostí, okrem rybieh, je pomocou röntgenu dobre detekovateľná. Sklo je vždy kontrastné a nezáleží na obsahu olova alebo iných kovov v ňom. Sklenené cudzie telesá, požitá, nachádzajúce sa v telovej dutine alebo v mäkkom tkanive, by mali byť na röntgenových snímkach vždy viditeľné. Samozrejme, záleží na ich veľkosti. Vo všeobecnosti by mali byť viditeľné kusy skla o veľkosti 1 mm a väčšie. Submilimetrové úlomky skla uložené hlboko v mäkkom tkanive nemusia byť röntgenom odhalené. Šanca na rozlíšenie takého telesa by ešte viac klesla, pokiaľ by sa jednalo o obézneho pacienta. Hliník je na rozdiel od väčšiny ostatných bežných kovov relatívne rádiolucenčný. Hliníkové predmety, požitá či vdychnutá, sa na röntgenových snímkach neodhaľujú ľahko. Tento fakt je jedným z dôvodov, prečo sa mince už nevyrábajú z hliníku. Hrozilo totiž riziko pre deti, pokiaľ by prehltli hliníkovú mincu a tá by sa dostala do dýchacích ciest alebo do gastroezofageálneho spojenia. Takéto cudzie teleso je potrebné odstrániť intervenčne a keďže by sa jednalo o hliník, liečebný výkon by mohol byť obťažný, ak by teleso nebolo na röntgenových snímkach dostatočne vidno. Aj keď väčšina prehltnutých mincí prejde tráviacim traktom bez problémov, existujú prípady, kedy hliníkové mince spôsobili ťažkosti pri diagnostike. Problém pri zobrazovaní tvoria aj cudzie telesá, ktoré sú obalené žľou a minerálnymi soľami. Prehľad niektorých rádiokontrastných a rádiolucenčných materiálov je obsiahnutý v Tabuľke 1. (Arana et al., 2001; Hunter, Taljanovic, 2003, s. 737-739; Gomaa, Abdelaal, 2015; Pugmire, Lim, Avery, 2015)

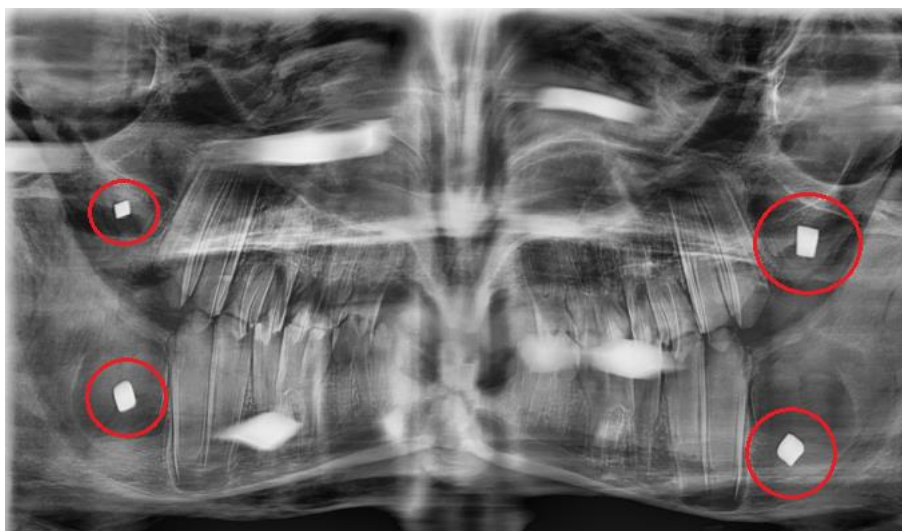
Tabuľka 1: Materiál cudzieho telesa na RTG snímkach

| Rádiokontrastný material                                                                            | Rádiolucenčný materiál       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| všetky druhy skla                                                                                   | väčšina plastov              |
| väčšina kovov (okrem hliníka)                                                                       | hliník                       |
| väčšina zvieracích a niektoré rybie kosti                                                           | väčšina rybích kostí         |
| kúsky pôdy a minerálov, piesok, štrk                                                                | väčšina dreva, triesky, trne |
| niektoré potraviny, lieky a jedy –<br>chloralhydrát, ťažké kovy, iodidy,<br>fenotiazín, rozpúšťadlá | väčšina potravín a liekov    |

Zdroj: (Hunter, Taljanovic, 2003)

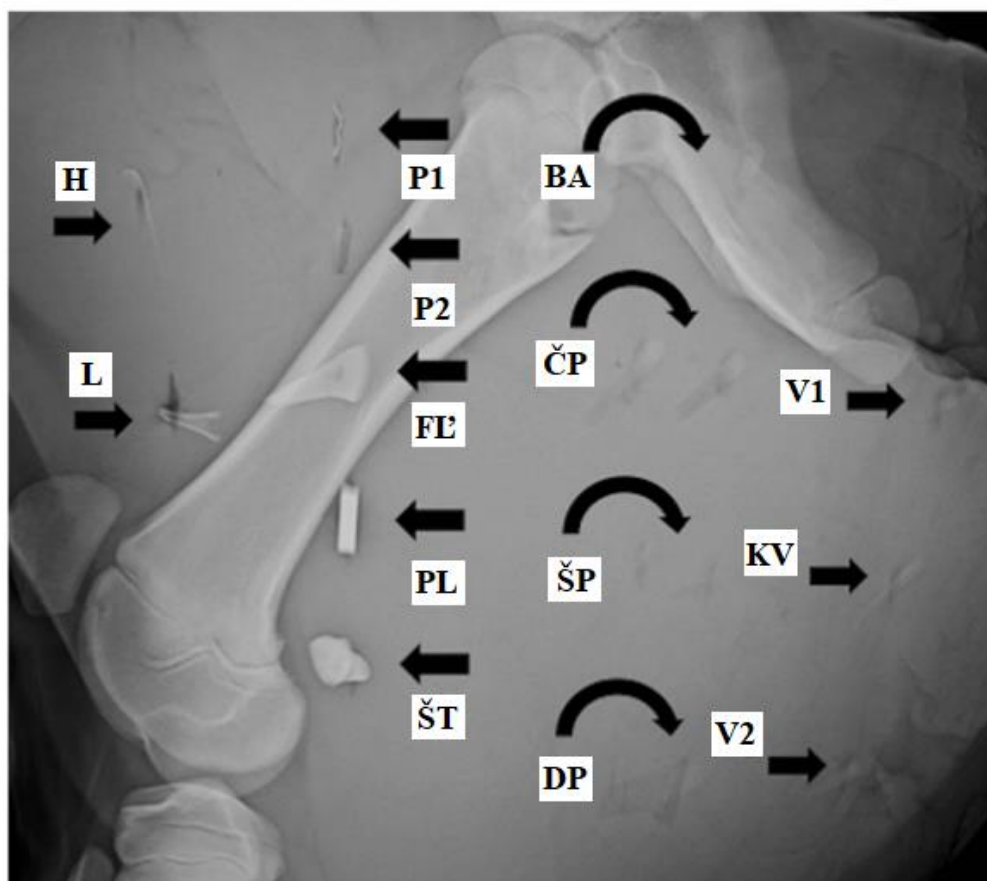
Röntgenové snímky a panoramatické RTG snímky sú zvyčajne prvými, počiatočnými zobrazovacími metódami sprevádzajúcimi vyšetrenie pri podozrení na cudzie teleso. Sú spoľahlivé v diagnostike RTG kontrastných cudzích telies nachádzajúcich sa v mäkkom tkanive (Obrázok 5), no nie sú dostatočné pri zobrazovaní rádiolucenčných telies. Taktiež prekryvanie tkanív (superpozícia) je veľkým obmedzením dvojrozmerného zobrazovania. (Kaviani et al., 2014; Omezli, Torul, Sivrikaya, 2015; Valizadeh et al., 2016; Abdinian, Aminian, Seyyedkhamesi, 2018)

Viditeľnosť cudzích telies na RTG snímkach závisí od hustoty materiálu telesa. Čím vyššia je hustota, tým je vyšší útlm RTG žiarenia prechádzajúceho materiálom a tým lepšie je odlíšenie telesa od okolitých štruktúr. Hustota drevených cudzích telies je podobná ako hustota svalov a mäkkých tkanív a preto sa od seba ťažko rozlišujú (Obrázok 6). Najviac kontrastné teleso je kov, z čoho vyplýva, že kovové predmety sú najlepšie zobrazené práve na RTG snímkach a CT skenoch. (Ginsburg, Ellis, Flom, 1990; Lari et al., 2016; Abdinian, Aminian, Seyyedkhamesi, 2018)



Obrázok 5: Ortopantomogram (OPG) fantómu ovčej hlavy zobrazujúci kovové fragmenty o veľkostiach  $2\text{ mm}^3$ ,  $3\text{ mm}^3$ ,  $4\text{ mm}^3$  a  $5\text{ mm}^3$  (červené kruhy),

Zdroj: (Shishvan, Ebrahimnejad, 2018)



Obrázok 6: Bočný RTG obraz fantómu nohy ošípanej zobrazujúci fragmenty nasledujúcich cudzích telies. Označenie telies: kosť ryby halibuta (H), kosť lososa (L), rôzne druhy plastu (P1, P2), sklo z fľaše (FL), plexisklo (PL), štrk (ŠT), bambusové drevo (BA) suché (vľavo) a vlhavo (vpravo)

*a mokré (vpravo), drevená čínska palička (ČP) suchá (vľavo) a mokrá (vpravo), špáradlo do zubov (ŠP) suché (vľavo) a mokré (vpravo), drevený depresor jazyka (DP) suchý, rôzne druhy plastovej vidličky (V1, V2), kompostovateľná vidlička (KV),*

Zdroj: (Ingraham et al., 2015)

### 4.3. Počítačová tomografia

Počítačová tomografia je zobrazovacia technika, ktorá generuje obrazy v podobe rezov v axiálnej rovine skenovaním zväzkom RTG lúčov okolo vyšetrovaného objektu. CT je založené na stanovení koeficientov útlmu (lineárnej absorpcie) v tkanive RTG lúčom, ktorý prechádza telom pacienta. CT snímka predstavuje rez, „mapu“ rozloženia hustoty tkaniva v skúmanom objeme. (Cohen, Boyes-Varley, 1986; Catwright, Kurumety, Frueh, 1995; Bullock et al., 1999; Popescu et al., 2011)

Kolimovaný úzky lúč RTG žiarenia prechádza telom pacienta a jeho intenzita je meraná pomocou niekoľkých radov detektorov, umiestnených diametrálne oproti röntgenovej lampe. Pre danú polohu RTG lampy je nameraná hodnota intenzity vychádzajúceho lúča nazývaná ako projekcia. Dáta z detektorov sú potom rekonštruované počítačom prostredníctvom matematickej analýzy jeho viacerých projekcií. (Figueira, Francis, Wilcsek, 2007; Popescu et al., 2011)

Počítačová alebo výpočtová tomografia je transmisná rádiodiagnostická zobrazovacia metóda, ktorá meria rozdiely absorpcie fotónov RTG žiarenia, pri jeho prechode telom pacienta. Ide o denzitometrickú metódu, teda informácie o hustote (denzite) štruktúr sú získavané počítačovou rekonštrukciou. Hodnoty, o absorpcii žiarenia v tele pacienta, zaznamenané detektormi CT prístroja sú cez analógovo-digitálny prevodník prevedené do digitálnej formy a uložené v matici. Matrica sa skladá z pixelov. Objemové elementy sú označované ako voxely. Každý pixel predstavuje dvojrozmernú informáciu o trojrozmernej objemovej štruktúre. Pixelové súradnice zodpovedajú voxelovým. Relatívne hodnoty absorpcie sú získavané porovnaním hodnôt koeficientov zoslabenia RTG žiarenia s koeficientom zoslabenia vody. Na vyjadrenie absorpcie sa využíva Hounsfieldova stupnica. Atenuácia (absorpcia) je vyjadrená matematicky, v hodnotách denzity v Hounsfieldových jednotkách (HU). Škála hodnôt denzity v Hounsfieldových jednotkách siaha od -1000 HU po +3096 HU. Prehľad hodnôt absorpcie rôznych najčastejších materiálov ľudského tela je znázornený v Tabuľke 2. Tkanivá, ktoré majú absorpciu nižšiu ako voda, majú hodnoty HU záporné. Hounsfieldove jednotky sú zobrazené v odtieňoch sivej farby. Na odlišenie susediacich tkanív s podobnou

absorpciou slúžia kontrastné látky a rekonštrukčný algoritmus. (Režňák et al., 1992, s. 47-51; Ferda, Mírka, Baxa, 2009, s. 14; Vomáčka et al., 2015, s. 42-43)

Tabuľka 2: Denzity niektorých tkanív

| Druh tkaniva                       | Denzita         |
|------------------------------------|-----------------|
| kosti, kalcifikácie                | >85 HU          |
| koagulum                           | 65 až 85 HU     |
| mäkké tkanivá, parenchýmové orgány | 25 až 75 HU     |
| krv                                | 40 HU           |
| svaly                              | 10 až 40 HU     |
| tekutiny (likvor, moč, žlč)        | 0 až 15 HU      |
| voda                               | 0 HU            |
| tuk                                | -50 až -150 HU  |
| vzdušné pľúca                      | -800 až -900 HU |
| vzduch                             | -1000 HU        |

Vysvetlivky: HU – Hounsfieldove jednotky (z angl. Hounsfield Units).

Zdroj: (Režňák et al., 1992; Ferda, Mírka, Baxa, 2009; Vomáčka et al., 2015)

Pre správne zobrazenie pomocou CT sú mimoriadne dôležité akvizičné parametre a ich správne použitie. Akvizičnými parametrami sú: expozícia, kolimácia, perióda rotácie a faktor stúpania, taktiež nazývaný ako *pitch* faktor. Expozícia zahŕňa nastavenie elektrického prúdu a napätia na RTG lampe. Nastavením hodnoty elektrického napätia sa ovplyvňuje kvalita zobrazenia a výsledná absorbovaná dávka. Čím je elektrický prúd v nastavení expozície vyšší, tým je väčšie aj kvantum žiarenia. Pri použití vyšších hodnôt elektrického prúdu je vo výslednom obraze menej šumu, ale absorbovaná dávka narastá. Šum vnáša do obrazu náhodnú zložku, nesúvisiacu so zobrazovaným objektom. Šum obrazu je nežiadúci, zvyšuje alebo znižuje detekovateľný signál. Nastavením napätia je ovplyvnená energia RTG žiarenia. Kolimácia udáva šírku sústavy detektorov nachádzajúcich sa v gantry, ktoré sú ožiarené RTG žiarením, v smere osi Z. Faktor stúpania alebo tzv. *pitch* faktor je parameter používaný pre špirálový zber dát pri CT zobrazení. *Pitch* faktor je definovaný ako pomer veľkosti posunu vyšetrovacieho stolu CT prístroja na jednu rotáciu RTG lampy v gantry a celkovej kolimácie zväzku žiarenia. Rýchlosť posunu stolu je určená vzdialenosťou, ktorú stôl prejde za dobu

jednej otáčky RTG lampy o 360°. Perióda rotácie určuje časové rozlíšenie, teda čím kratšia perióda sa použije, tým je potrebná vyššia hodnota elektrického prúdu, pokiaľ má byť vizuálna kvalita zobrazenia zachovaná. (Ferda, Mírka, Baxa, 2009, s. 16-27)

Po oskenovaní objektu sú získané dáta následne zrekonštruované do obrazovej informácie, a tú je možné upravovať rekonštrukčnými parametrami. Medzi rekonštrukčné parametre patrí veľkosť matrice (matrix), veľkosť zobrazovaného poľa, prekryvanie vrstiev medzi jednotlivými obrazmi (increment) a rekonštrukčný algoritmus. Matrix udáva počet bodov matrice, ktorou je tvorený axiálny obraz. Pomocou rekonštrukčného algoritmu sa dá ovplyvniť prechod rozhrania denzít medzi jednotlivými pixelmi. Pri zvýraznení prechodu je síce lepšie geometrické rozlíšenie, ale zato aj viac šumu v obraze. (Ferda, Mírka, Baxa, 2009, s. 36-37)

Pacient môže byť vyšetrený CT prístrojom skenovaním sekvenčným, špirálovým, dynamickým sériovým, dynamickým objemovým alebo s využitím duálnej energie RTG žiarenia. V dnešnej dobe je najviac používané špirálové skenovanie, tiež nazývané helikálne. Vyšetrenie môže prebiehať aj pri použití nízkych hodnôt elektrického prúdu a napätia. Také vyšetrenie sa označuje ako nízкодávkové. Okrem toho, že sú znížené hodnoty expozície, aj radiačná záťaž pre pacienta je nižšia. Nízкодávkové vyšetrenia sú využívané hlavne pri orgánoch ako sú napr. pľúca, hrubé črevo alebo močové cesty, teda ide o orgány s nízkou absorpciou žiarenia a veľkým kontrastom oproti okoliu. Pre nižšiu radiačnú záťaž sa nízкодávkové CT skenovanie často uplatňuje aj v pediatrii. (Ferda, Mírka, Baxa, 2009, s. 24-31)

Vývoj CT prístroja prešiel niekoľkými typmi, tzv. generáciami odlišujúcimi sa v konštrukcii a spôsobe zberu dát. Pohyb vyšetrovacieho stola, RTG lampy a detektorov prešiel od translačne-rotačného po plne rotačný. Počet detektorov sa neustále zväčšoval a dnes sa používajú CT prístroje s niekoľkými radmi detektorov v osi Z, označované ako Multislice CT (MSCT) alebo multidetektorové CT (MDCT). Počet radov detektorov je určený počtom rezov, obrazov získaných skenovaním objektu. Za jednu otáčku RTG lampy a detektorov je možné získať až 256 rezov (z *angl.* Slice), záleží na type CT prístroja. Čím viac rezov za jednu otáčku je možné získať, tým kratšia je doba vyšetrenia, kvalita obrazu je vyššia a absorbovaná dávka pre pacienta je nižšia.

Zväzok RTG žiarenia používaný pri CT skenovaní bol kedysi len paralelný, no s technickým pokrokom sa začali využívať zväzky v tvare vejáru (z *angl.* Fan Beam) alebo kužeľu (z *angl.* Cone Beam). Pri použití kužeľovitého zväzku je skenovanie rýchlejšie, pretože zväzok pokrýje väčšiu časť detektorov a tak postačuje menej otáčok pri skenovaní celého

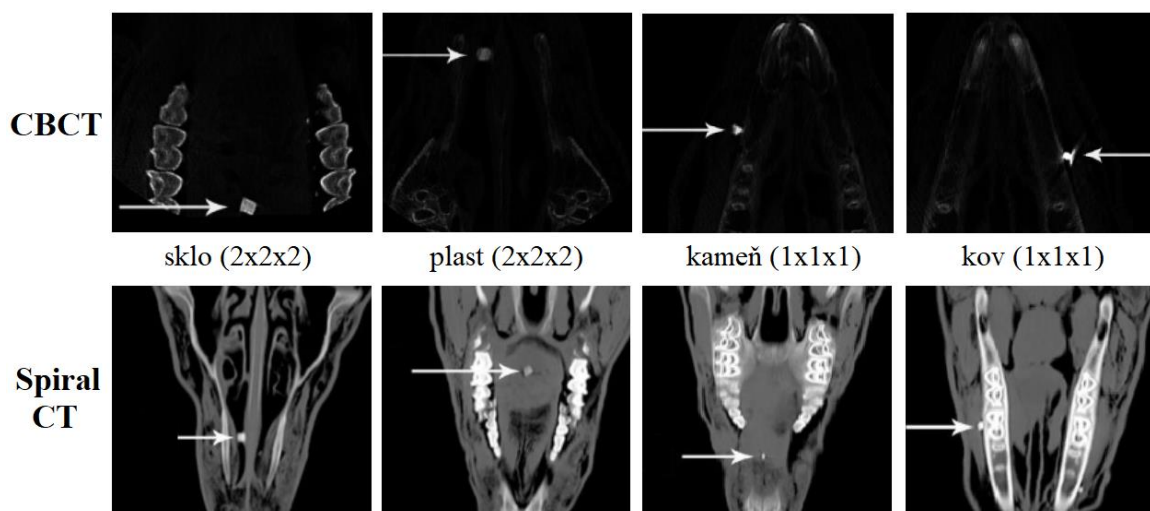
objektu. Počítačová tomografia s kužeľovitým zväzkom (CBCT) našla uplatnenie hlavne v zobrazovaní v oblasti hlavy a krku a má oproti konvenčnému CT mnoho výhod. CBCT vystavuje pacienta nižšej účinnej dávke ionizujúceho žiarenia, je menej nákladná, menej časovo náročná, je dostupnejšia v zubných a maxilofaciálnych rádiologických centrách a má submilimetrové rozlíšenie. (Javadrashid et al., 2013; Abdinian, Aminian, Seyyedkhamesi, 2018; Abolvardi et al., 2020)

Nevýhodou CBCT je geometrická projekcia kužeľovitého zväzku, citlivosť detektorov a nižšie kontrastné rozlíšenie v porovnaní s konvenčným CT. Či je CBCT ideálnou modalitou na presnú detekciu cudzích telies v mäkkých tkanivách, vzhľadom na vyššie spomenuté nedostatky, ostáva predmetom diskusie. (Kullman, Al Sane, 2012; Kaviani et al., 2014; Javadrashid et al., 2017; Shishvan, Ebrahimnejad, 2018)

CT a CBCT sú indikované len vtedy, keď konvenčná rádiografia nemôže poskytnúť dostatok informácií na plánovanie liečby a na odstránenie superponovaných štruktúr. V odbornej literatúre sa CT považuje za zlatý štandard na detekciu cudzích telies vďaka skenovaniu z rôznych rovín, vysokému kontrastu, presnosti a správnej rekonštrukcii tvaru, veľkosti a polohy objektov. CT je ale značne nákladné, má obmedzenú dostupnosť, vystavuje pacienta vysokým dávkam ionizujúceho žiarenia a pri skenovaní kovov zobrazuje rozsiahle artefakty. (Kullman, Al Sane, 2012; Schnider, Reichart, Bornstein, 2012; Abdinian, Aminian, Seyyedkhamesi, 2018; Valizadeh et al., 2018; Abolvardi et al., 2020)

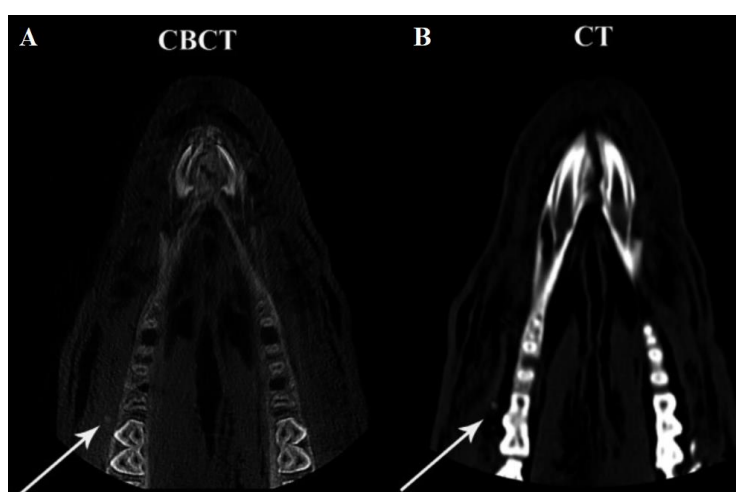
CT a CBCT majú lepšie priestorové rozlíšenie ako iné zobrazovacie modalitty a preto sú vhodné na vizualizáciu veľmi malých objektov. Priestorovým rozlíšením sa označuje schopnosť zobrazovacieho systému vizualizovať objekt s vysokým kontrastom. Priestorové rozlíšenie je obmedzené veľkosťou pixelov a voxelov. Veľkosť voxelu CBCT je menšia ako veľkosť pixelov CT, z čoho vyplýva, že CBCT má lepšie priestorové rozlíšenie. Kovové predmety, kamene a sklo je možné spoľahlivo detegovať oboma zobrazovacími metódami, keďže ide o rádiokontrastné látky. Rozlíšenie kontrastu sa týka odlíšenia anatomických štruktúr s podobným kontrastom a ovplyvňuje presnosť detekcie cudzieho telesa. Väčší rozptyl žiarenia pri CBCT má za následok nižšie kontrastné rozlíšenie oproti CT. Preto je CT vhodnejšie pri detekcii plastových predmetov než CBCT (Obrázok 7). Avšak, plastové častice sú aj tak veľmi slabo vizualizované, hlavne v mäkkých tkanivách, kvôli ich podobnej denzite. Časti zubov je problematické detegovať najmä v perioste, pravdepodobne kvôli podobným hodnotám HU kosti a zubu. Pokiaľ sa jedná o rádiolucetné predmety ako napr. drevo a hliník, odporúča sa využitie ultrasonografie. (Kaviani et al., 2014; Javadrashid et al., 2015; Abdinian, Aminian, Seyyedkhamesi, 2018; Shishvan, Ebrahimnejad, 2018; Abolvardi et al., 2020)

Podľa Abolvardiho et al. (2020) je, vzhľadom na nižšiu dávku žiarenia na pacienta a cenu, možné CBCT použiť na detekciu cudzích telies rôznych veľkostí a zloženia, ktoré prenikli do rôznych miest pri dentoalveolárnej traume, s takmer rovnakou presnosťou ako CT. Abolvardi et al. (2020) odporúča detegovať cudzie telesá v maxilofaciálnej oblasti pomocou CBCT, avšak plastové telesá odporúča zobrazovať pomocou CT (Obrázok 8).



Obrázok 7: Detekcia cudzích telies pomocou počítačovej tomografie s kužeľovitým zväzkom a špirálovej počítačovej tomografie. Na skenoch je sklenené teleso umiestnené v nosovej dutine, plastové teleso a teleso z kameňa v jazyku a kovové teleso sa nachádza v perioste.

Zdroj: (Abolvardi et al., 2020)



Obrázok 8: Ťažkosti pri detekcii plastového cudzieho telesa o veľkosti 1 mm<sup>3</sup> (šípky) v perioste za použitia CBCT (A) a CT (B),

Zdroj: (Abolvardi et al., 2020)

#### 4.4. Magnetická rezonancia

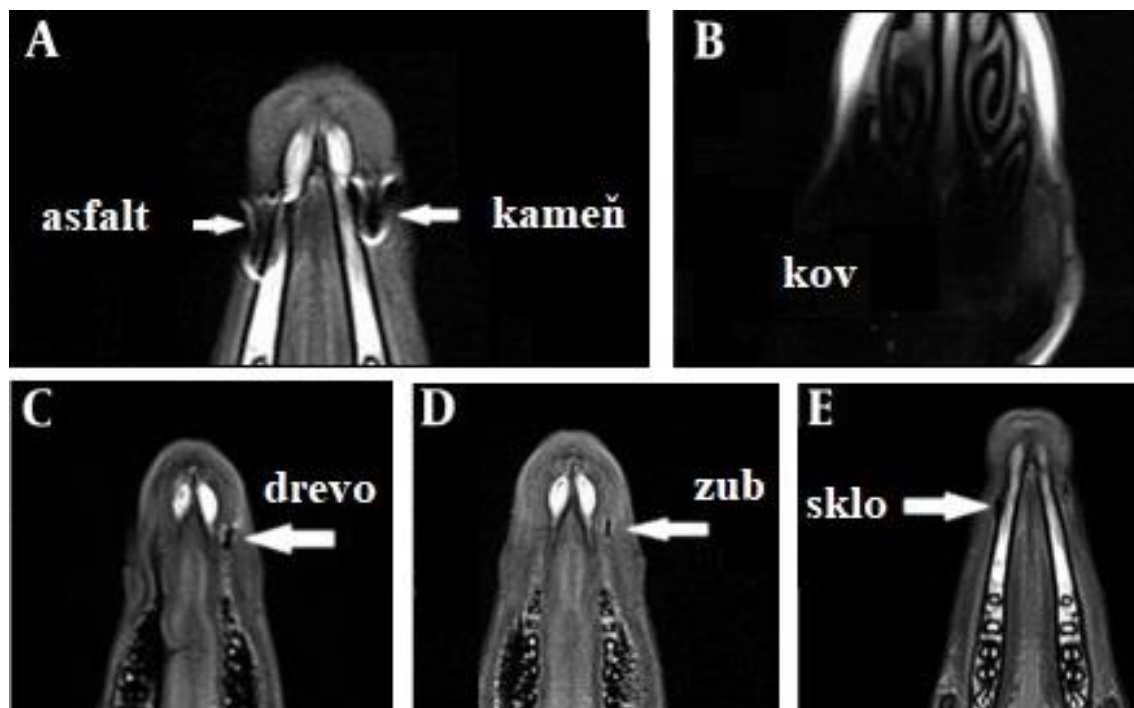
Ide o neinvazívnu tomografickú zobrazovaciu metódu založenú na rozdieloch v magnetických vlastnostiach jadier atómov rôznych prvkov. Protóny majú kladný náboj a neustále rotujú okolo vlastnej osi pohybom označovaným ako spin. Spin predstavuje mechanický moment hybnosti. Protóny vďaka svojmu náboju vytvárajú vo svojom okolí magnetické pole a elementárny magnetický moment. Na zobrazovanie pomocou MR je možné využiť len tie jadrá atómov, ktoré majú nepárne nukleónové číslo. Pri párnom počte protónov sa magnetický moment navzájom vyruší a jadro sa navonok chová nemagneticky. Vodík má vo svojom jadre jeden protón a keďže je početne zastúpený v živom organizme, je najvhodnejším prvkom pre zobrazovanie magnetickou rezonanciou. Orientácia rotačných osí protónov je za bežných okolností náhodná. Pokiaľ ale protóny umiestnime do statického magnetického poľa, usporiadajú sa rovnobežne so siločiarami vonkajšieho magnetického poľa. Tkanivo tak začne vykazovať svoj úhrnný magnetický moment. Protóny okrem spinu vykonávajú aj precesiu. Osi protónov krúžia okolo indukčných čiar konštantného magnetického poľa. Protóny, síce usporiadané rovnobežne, pohybujúce sa po rovnakej kruhovej dráhe rovnakou rýchlosťou, ale nerotujú synchronizovane. Frekvencia ich precesného pohybu závisí od intenzity vonkajšieho magnetického poľa a magnetických vlastností daného jadra atómu, ktoré sú vyjadrené ako gyromagnetický pomer. Tieto dve závislosti tvoria Larmorovu frekvenciu. Tkanivá v organizme sa vyznačujú rôzne veľkými magnetickými momentmi, ktoré poskytujú informáciu o zložení daného tkaniva. (Režňák et al., 1992, s. 102-105; Válek, Žižka, 1996, s. 5-7; Vomáčka et al., 2015, s. 47)

Princíp MR spočíva vo vychýľovaní protónov zo stavu rovnováhy, aby bolo možné zmerať vektor tkanivovej magnetizácie. Do tkaniva je vyslaný elektromagnetický impulz, ktorý spôsobí úbytok pozdĺžnej magnetizácie a zároveň mení pôvodne chaotický precesný pohyb protónov na synchronizovaný. Magnetické momenty protónov sa zosumarizujú v smere kolmom na priebeh indukčných čiar magnetického poľa, vzniká tzv. priečna magnetizácia, protóny sú vychýlené o  $90^\circ$ . Frekvencia impulzu sa musí rovnať Larmorovej frekvencii, aby bol protón vodíku schopný energiu prijať. Tento jav sa označuje ako rezonancia. Akonáhle je elektromagnetický impulz vypnutý, dochádza k relaxácii. Pri relaxácii sa vychýlené protóny vracajú do pôvodnej, nesynchronizovanej precesie a odovzdávajú svoju prebytočnú energiu okoliu. Proces relaxácie je opísaný pozdĺžnou relaxačnou dobou  $T_1$  a priečnou relaxačnou dobou  $T_2$ . Ide o časovú konštantu, ktorá určuje rýchlosť priebehu relaxácie v určitom tkanive. Relaxačný čas  $T_1$  je definovaný ako doba potrebná na to, aby vektor pozdĺžnej magnetizácie

dosiahol 63 % svojej pôvodnej veľkosti, pokiaľ vyslaný elektromagnetický impulz spôsobil vychýlenie o 90°. Relaxačný čas  $T_2$  predstavuje dobu, za ktorú priečna magnetizácia dosiahne 37 % pôvodnej hodnoty. Dôležitosť poznania relaxačných časov je v ich odlišnosti v zdravých tkanivách a v tkanivách postihnutých patologickým procesom. (Režňák et al., 1992, s. 105-114; Válek, Žižka, s. 7-20, 1996; Vomáčka et al., 2015, s. 49)

Oproti ostatným zobrazovacím metódam je MR drahá, menej dostupná a časovo náročná. Síce dokáže zobrazit' rádiolucetné telesá, je kontraindikovaná, pokiaľ sa jedná o cudzie teleso neznámeho druhu. Ak by bolo dané cudzie teleso z kovu, vplyvom silného magnetického poľa hrozí nebezpečenstvo poškodenia tkaniva posunutím predmetu. Okrem toho by kovové predmety znehodnocovali obraz rozsiahlymi artefaktmi. Výhodou MR je hlavne fakt, že nepoužíva RTG žiarenie. (Oikarinen et al., 1993; Javadrashid et al., 2015; Shishvan, Ebrahimnejad, 2018; Abolvardi et al., 2020)

Valizadeh et al. (2016) vo svojej štúdií zhodnotili účinnosť MR pri detekcií rádiolucetných cudzích telies ako vhodnejšiu, poskytujúcu optimálnejšie výsledky v porovnaní s CT a CBCT. Kvôli veľkým artefaktom predmetov z asfaltu, kovu a kameňa, ktoré sa zobrazujú na  $T_1$  aj  $T_2$  vážených obrazoch, je MR schopná ukázať prítomnosť cudzieho telesa, no nemôže byť použitá na jeho lokalizáciu (Obrázok 9). Sklo a drevo sú na  $T_1$  aj  $T_2$  vážených obrazoch viditeľné ako oblasť s nízkou intenzitou signálu (hyposignálne). Cudzie telesá uviaznuté v dutinách sú, na rozdiel od USG, pomocou magnetickej rezonancie detekovateľné. (Lagalla et al., 2000; Valizadeh et al., 2016; Javadrashid et al., 2017; Abolvardi et al., 2020)



Obrázok 9: Magnetická rezonancia cudzích telies (šípky) umiestnených v ovčej hlave na rozhraní mäkkého tkaniva a kosti. A - asfalt a kameň, B - kov, C - drevo, D - zub, E - sklo.

Zdroj: (Valizadeh et al., 2016)

Vzhľadom na rozdielnosť názorov odborných štúdií ohľadom metódy, používanej ako zlatý štandard, nasledujúci *in vitro* výskum porovnáva účinnosť RTG a CT zobrazovacích modalít v detekcii cudzích telies. Z výsledkov nášho výskumu by sme chceli vyvodiť záver, ktorá z dvoch spomínaných metód by sa mala používať ako metóda prvej voľby.

## 5. Cieľ práce

### 5.1. Ciele výskumu

Cieľom teoretickej časti tejto práce je spracovanie literárnej rešerše zameranej na možnosti zobrazenia cudzích telies použitím rôznych rádiologických zobrazovacích metód.

Cieľom praktickej časti práce je

- porovnanie zobrazovacej schopnosti konvenčného röntgenu a CT prístroja s pomocou fantómov, pri snímkaní rôznych najčastejších druhov cudzích telies,
- zmeranie denzity a ohodnotenie viditeľnosti vybraných cudzích telies a štatistické analyzovanie výsledkov a
- porovnanie výsledkov s odbornou literatúrou.

### 5.2. Hypotézy

- a) porovnanie zobrazenia cudzích telies pomocou RTG a CT prístroja.

$H_{10}$  – V detekcii súboru cudzích telies nie je medzi RTG a CT zobrazením signifikantný rozdiel.

$H_{1A}$  – V detekcii súboru cudzích telies je medzi RTG a CT zobrazením signifikantný rozdiel.

- b) porovnanie zobrazenia cudzích telies v závislosti na ich veľkosti.

$H_{20}$  – V detekcii skúmaných cudzích telies nie je pri každej veľkosti medzi RTG a CT zobrazením signifikantný rozdiel.

$H_{2A}$  – V detekcii skúmaných cudzích telies je pri každej veľkosti medzi RTG a CT zobrazením signifikantný rozdiel.

- c) porovnanie zobrazenia cudzích telies v závislosti na ich zložení.

$H_{30}$  – V detekcii skúmaných cudzích telies nie je pri každom druhu materiálu medzi RTG a CT zobrazením signifikantný rozdiel.

$H_{3A}$  – V detekcii skúmaných cudzích telies je pri každom druhu materiálu medzi RTG a CT zobrazením signifikantný rozdiel.

d) porovnanie hodnotenia viditeľnosti cudzích telies medzi rádiológmi.

$H_{40}$  – V hodnotení viditeľnosti súboru cudzích telies jednotlivými rádiológmi nie je signifikantný rozdiel.

$H_{4A}$  – V hodnotení viditeľnosti súboru cudzích telies jednotlivými rádiológmi je signifikantný rozdiel.

### **5.3. Výskumná otázka**

Aká je najmenšia veľkosť vybraných cudzích telies jednotlivých materiálov, ktoré dokáže RTG prístroj a CT prístroj zobrazit'?

## 6. Metodika výskumu

### 6.1. Charakteristika výskumného súboru

Ide o kvantitatívny neexperimentálny prierezový výskum zameraný na porovnanie dvoch zobrazovacích modalít v problematike zobrazovania cudzích telies rôzneho typu. Dáta boli nazbierané snímkaním výskumného súboru na konvenčnom RTG prístroji a špirálovom MDCT prístroji. Ako minimálna veľkosť základného výskumného súboru  $n$  bolo určených dvadsaťpäť cudzích telies, ktoré boli vybrané zámerne. Jednotlivé zložky súboru boli vybrané podľa nasledujúcich kritérií:

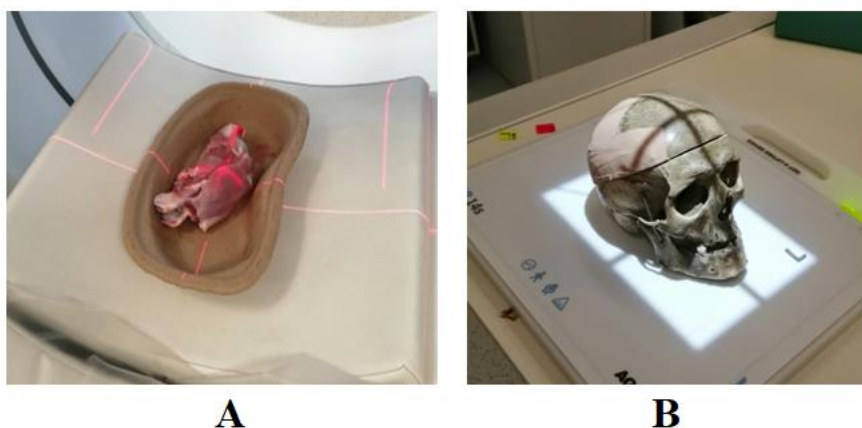
- veľkosť cudzieho telesa –  $0,5\text{ mm}^3$ ,  $1\text{ mm}^3$ ,  $2\text{ mm}^3$ ,  $5\text{ mm}^3$ ,  $10\text{ mm}^3$
- materiál cudzieho telesa – podľa dostupných štatistík najbežnejší (kov, drevo, sklo, plast a kameň)

Výskumný súbor tvorili cudzie telesá z piatich rôznych materiálov o piatich veľkostiach.

### 6.2. Metóda zberu dát

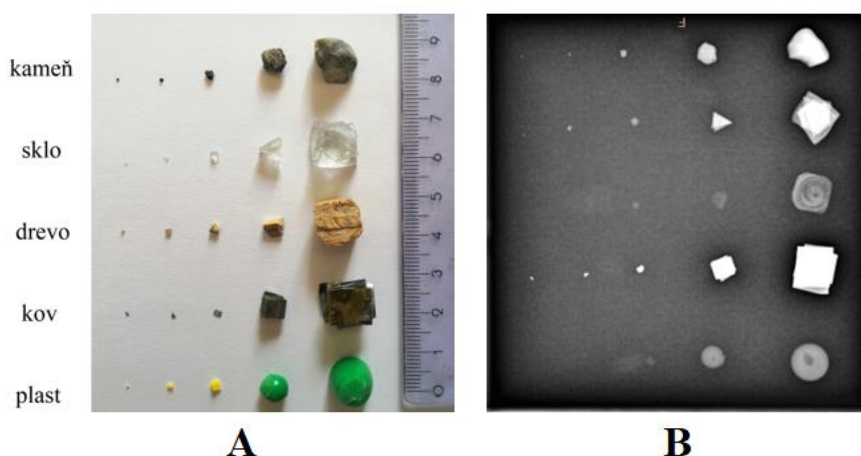
Výskumná časť diplomovej práce prebiehala na konvenčnom RTG prístroji a CT prístroji vo Fakultnej nemocnici v Olomouci v priestoroch Rádiologickej kliniky v septembri 2022. Vedenie pracoviska súhlasilo s realizáciou výskumu (Príloha 1). Výskum bol schválený Etickou komisiou Fakulty zdravotníckych vied Univerzity Palackého (Príloha 2). Zber dát prebiehal v dobe, kedy prístroje neboli vytiažené. V čase realizácie výskumu nastali situácie, kedy bolo nutné vyšetriť na danom prístroji pacienta. Pacient bol samozrejme okamžite uprednostnený.

Na realizáciu tohto výskumu bolo ako fantóm použité čerstvé kozie mäso, 1 deň po smrti zvierat'a, zohľadňujúc všetky príslušné hygienické opatrenia, taktiež inštitucionálne a vládne etické záujmy týkajúce sa používania zvierat podľa národných smerníc a nariadení. Mäso – pečeň a ramenná kosť obklopená tkanivom, boli najprv osnímkované bez umiestnenia prvkov výskumného súboru, aby sa vylúčila prítomnosť akýchkoľvek možných cudzích telies alebo anomálií (Obrázok 10 A). Celá realizácia praktickej časti diplomovej práce bola uskutočnená v ten istý deň. Ďalším fantómom použitým na zhotovenie snímok a skenov pri detekcii rôznych cudzích telies bola vysušená ľudská lebka (Obrázok 10 B).



Obrázok 10: Použité fantómy: A - kozie mäso a kosť; B - vysušená ľudská lebka.

Výskumný súbor tvorili cudzie telesá z najčastejšie vyskytovaných materiálov ako uvádzajú svetové výskumné články. Na tento konkrétny výskum boli vybraté: kameň (asfalt), drevo (jedľa obrovská), sklo (okenné sklo), kov (železo) a plast (plastová figúrka a vrchnák z PET fľaše). Prvky výskumného súboru boli pripravené o rozmeroch  $0,5 \text{ mm}^3$ ,  $1 \text{ mm}^3$ ,  $2 \text{ mm}^3$ ,  $5 \text{ mm}^3$  a  $10 \text{ mm}^3$  (Obrázok 11 A).



Obrázok 11: A - rôzne veľkosti pripravených cudzích telies; B - RTG snímok pripravených cudzích telies.

Prvky výskumného súboru (cudzíe telesá) boli voľne osnímkované RTG prístrojom (Obrázok 11 B) a oskenované pomocou špirálového MDCT prístroja, aby sa zmerala ich denzita v Hounsfieldových jednotkách (Tabuľka 3). Hodnoty sú priemerom piatich meraní s veľkosťou oblasti záujmu (ROI – z *angl.* Region of interest) zohľadňujúcou dopad efektu čiastočného útlnu (partial volume effect)  $3,5 \text{ mm}^2$ .

Tabuľka 3: Denzita skúmaných cudzích telies a okolitých tkanív podľa Hounsfieldovej stupnice.

| Materiál | HU                              |                                     |
|----------|---------------------------------|-------------------------------------|
|          | Natív<br>(šírka vrstvy 1,25 mm) | Bone scan<br>(šírka vrstvy 0,63 mm) |
| Kov      | 3071                            | 3286                                |
| Kameň    | 2350                            | 2590                                |
| Sklo     | 1920                            | 2370                                |
| Plast    | 33                              | 139                                 |
| Drevo    | -318                            | -221                                |
| Pečeň    | 86                              | 200                                 |
| Sval     | 72                              | 152                                 |
| Kosť     | 1562                            | 2533                                |
| Vzduch   | -980                            | -887                                |
| Voda     | 8                               | 77                                  |

Vysvetlivky: HU – Hounsfieldova jednotka (z angl. Hounsfield Unit).

Následne boli predmety oddelene vložené do fantómov. Na napodobnenie cudzích telies v mäkkom tkanive boli urobené malé rezy na ventrálnej časti kože pečene pomocou skalpelu a predmety boli opatrne vložené do štrbín a zakryté tkanivom. Na simuláciu cudzích telies v perioste bol urobený hlboký rez, aby sa oddelilo mäkké tkanivo od povrchu kosti (Obrázok 12 A). Predmety boli vložené do tesnej blízkosti mäkkého tkaniva a povrchu kosti a mäkké tkanivo bolo následne vrátené do pôvodného tvaru. Predmety boli umiestnené aj do dutiny vyplnenej vzduchom – do vnútornej strany záhlavovej kosti ľudskej lebky, kúsok pod veľký záhlavový otvor bez akéhokoľvek zakrytia (Obrázok 12 B).

Spôsob realizácie vkladania cudzích telies do fantómov bol následne skontrolovaný. Keďže sa pri realizácii výskumu s predmetmi o približne milimetrovej veľkosti opakovane manipulovalo, mohlo by dôjsť k prípadnému strateniu daného predmetu v tkanive alebo eventuálne k neumiestneniu daného predmetu do fantómu, čo by mohlo v konečnom dôsledku ovplyvniť hodnotenie viditeľnosti pomocou použitej zobrazovacej modality. Všetky telesá sa počas expozície skutočne vo fantómoch nachádzali.



Obrázok 12: A - vloženie cudzích telies z dreva medzi kosť a mäkké tkanivo; B – vloženie kovových cudzích telies do zadnej lebečnej jamy.

RTG snímky boli zhotovené plne automatizovaným RTG prístrojom so stropným závesom AGFA DR-600 (Agfa-Gevaert AG, Mortsel, Belgicko). Vzdialenosť medzi RTG lampou a detektorom bola 1 meter. Snímkovaná plocha bola primárnymi clonami nastavená na veľkosť 30 cm x 20 cm. Hodnoty expozície boli upravené a prispôsobené snímkovaným objektom tak, aby výsledné snímky neboli podexponované ani preexponované a aby snímky ponúkali čo možno najlepšiu obrazovú kvalitu. Táto optimalizácia expozičných parametrov priniesla niekoľko nehodnotiteľných obrazov. Obzvlášť pri hľadaní optimálnych hodnôt pre snímkovanie ľudskej lebky išlo o mnoho cvičných expozícií. Fantómy imitujúce mäkké tkanivo a mäkké tkanivo s kosťou, boli po implantácii cudzích telies napokon exponované hodnotami 48 kilovoltov (kV) a 2 miliampér sekundy (mAs). Na fantóm použitý na imitovanie cudzieho telesa v dutine boli použité hodnoty 60 kV a 8 mAs.

Špirálové CT skeny boli zhotovené na prístroji GE Revolution CT ES (General Electric, Chicago, Illinois, USA) s veľkosťou matrice 512 x 512 a pitch 1. Použité boli expozičné hodnoty 120 kV a 1 mAs. Skeny boli zhotovené o dvoch šírkach vrstvy. Sken označený ako nativ má šírku vrstvy 1,25 mm, šírku okna 300 HU a stred okna 30 HU. Druhý sken, označený ako bone plus, má šírku vrstvy 0,63 mm, šírku okna 2000 HU a stred okna 350 HU.

### 6.3. Metóda analýzy dát

Snímky boli ohodnotené tromi skúsenými rádiológmi. Na hodnotenie viditeľnosti cudzích telies bola použitá štvorbodová stupnica (Tabuľka 4), ktorá bola upravená od pôvodnej päťbodovej škály.

Všetky dáta boli analyzované pomocou štatistického programu Statistica verzia 12. Na overenie hypotéz boli použité štatistické testy: Wilcoxonov párový test, Kruskal-Wallisov

test, Mann-Whitneyov U test a Cohenov kappa koeficient (K). Ako štatisticky významná bola považovaná hladina významnosti  $p < 0,05$ .

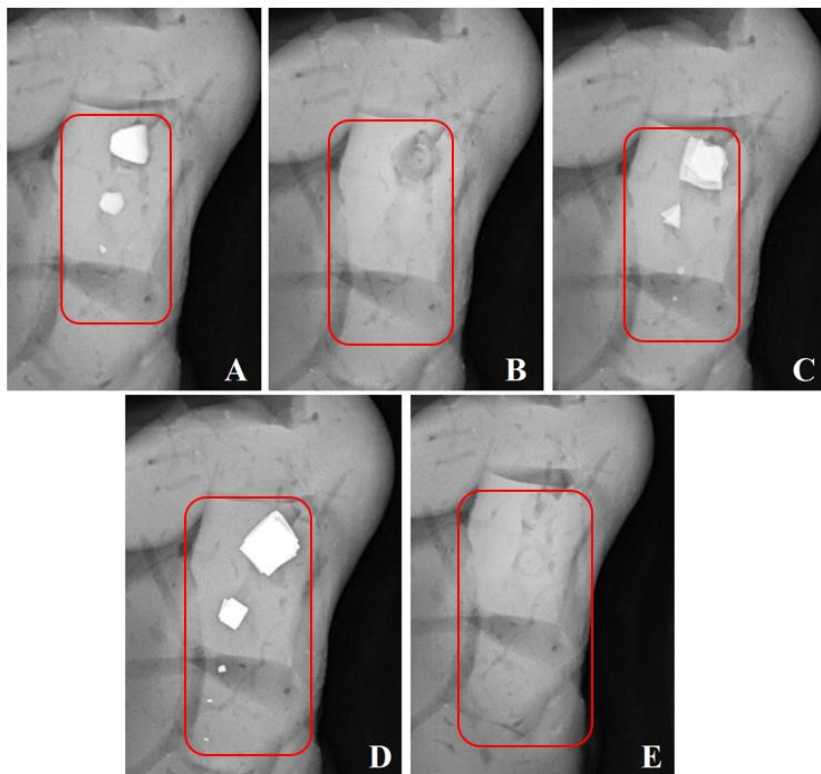
*Tabuľka 4: Bodovacia stupnica na interpretáciu obrazov (upravená)*

| Stupeň viditeľnosti | Kvalita obrazu | Definícia                                                                 |
|---------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------|
| +3                  | Výborný obraz  | Vynikajúce rozlíšenie detailov, výborná viditeľnosť a ohraničenie okolia  |
| +2                  | Dobrý obraz    | Dobré odlíšenie detailov, dostatočná viditeľnosť aj ohraničenie od okolia |
| +1                  | Zlý obraz      | Nedostatočné rozlíšenie detailov, zlá viditeľnosť aj ohraničenie          |
| 0                   | Žiadny obraz   | Teleso nie je vôbec viditeľné                                             |

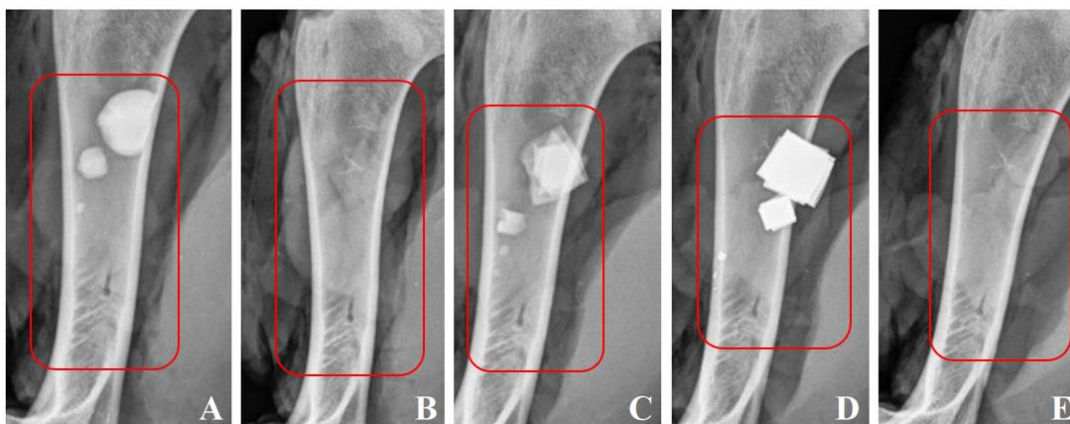
zdroj: (Aras et al., 2010).

## 7. Výsledky

Na Obrázku 13 a Obrázku 14 môžeme vidieť naše RTG snímky a porovnať viditeľnosť telies s vyššou denzitou (telesá A, C a D) oproti telesám s nízkou denzitou (B a E), ktoré dokážeme od okolia odlíšiť len s ťažkosťami, prípadne vôbec.

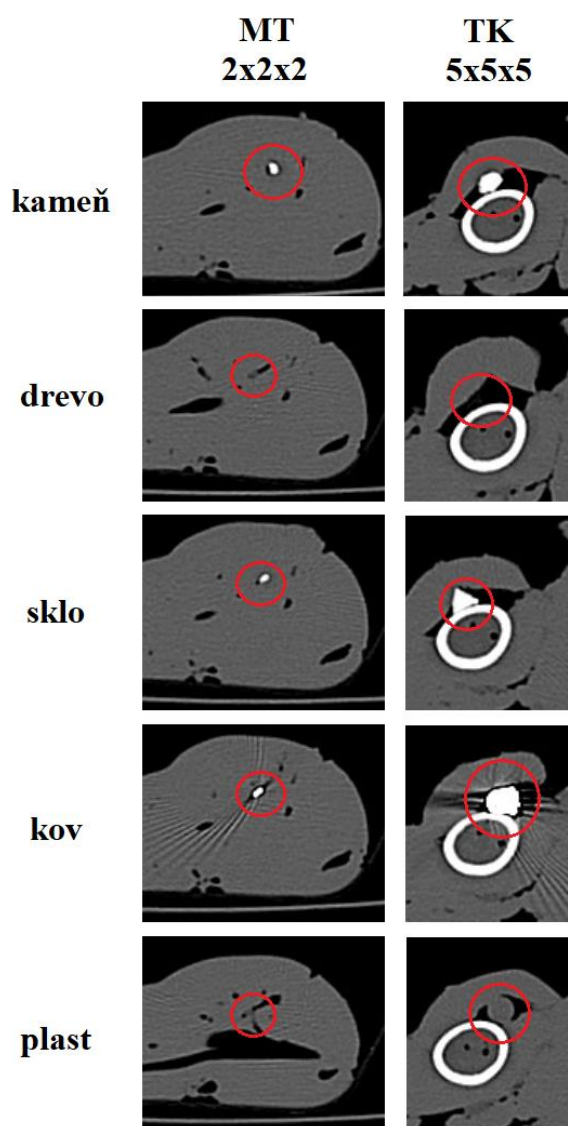


Obrázok 13: RTG snímky cudzích telies (červený rám) v mäkkom tkanive (pečeň). Telesá na snímkach sú zoradené podľa veľkosti zhora nadol od najväčšieho po najmenšie. A – kameň, B – drevo, C – sklo, D – kov, E – plast.

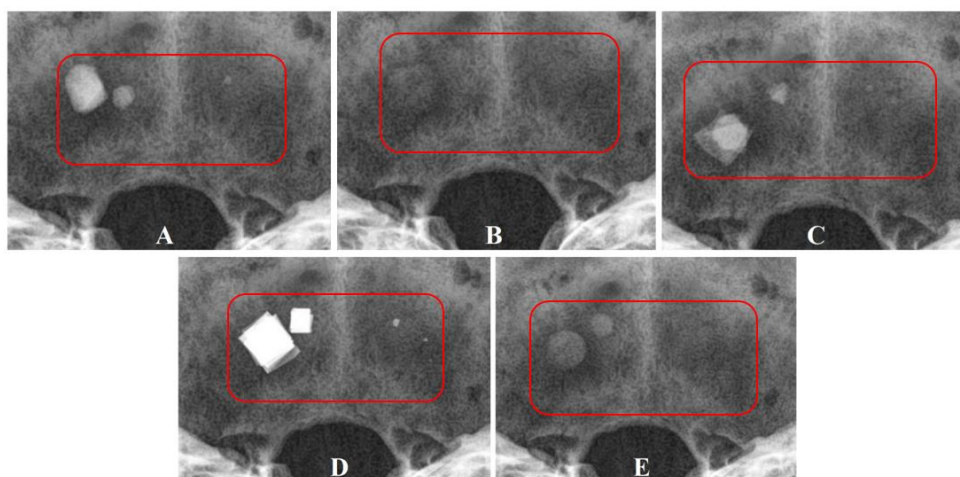


Obrázok 14: RTG snímky cudzích telies (červený rám) umiestnených medzi mäkkým tkanivom a kosťou. Telesá na snímkach sú zoradené podľa veľkosti zhora nadol od najväčšieho po najmenšie. A – kameň, B – drevo, C – sklo, D – kov, E – plast.

Na Obrázku 15 sú pre ilustráciu zobrazené CT skeny cudzích telies o veľkosti  $2\text{ mm}^3$  a  $5\text{ mm}^3$ . Rovnako ako pri RTG snímkach, môžeme porovnať „výborný obraz“ telies s vysokou denzitou oproti tým, s nízkou denzitou (drevo, plast). Na skenoch telies umiestnených medzi tkanivo a kosť (TK) naznačuje prítomnosť rádiolucentných telies vzduchová medzera medzi tkanivom a kosťou, ktorá vznikla pri umiestňovaní telies do tejto lokality. Pri kovových telesách si môžeme všimnúť značné obrazové artefakty, ktoré nechávajú na obraze mäkkého tkaniva pruhový vzor.

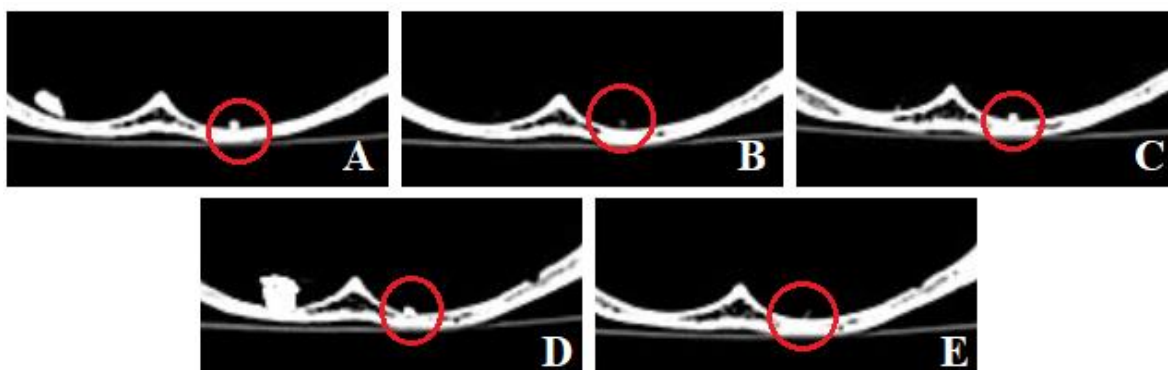


Obrázok 15: CT skeny (šírka vrstvy  $0,63\text{ mm}$ ) cudzích telies (červený kruh) umiestnených v MT – mäkké tkanivo, o veľkosti  $2\text{ mm}^3$  a v TK – medzi tkanivom a kosťou, o veľkosti  $5\text{ mm}^3$ .



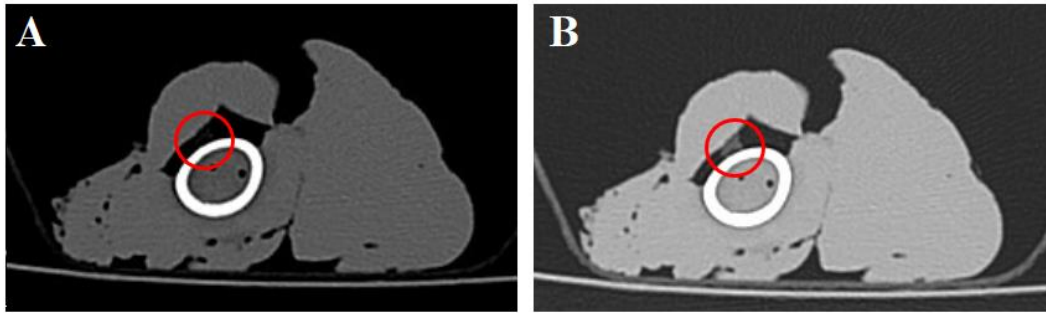
Obrázok 16: RTG snímky cudzích telies (červený rám) v lebke. Telesá na snímkach sú zoradené podľa veľkosti zľava doprava od najväčšieho po najmenšie. A – kameň, B – drevo, C – sklo, D – kov, E – plast.

Na Obrázku 16 môžeme porovnať zobrazenie na RTG snímkach a viditeľnosť telies umiestnených vo fantóme lebky oproti transverzálnym CT skenom fantómu na Obrázku 17. Na Obrázku 16 sa 2 mm<sup>3</sup> a menšie cudzie telesá na kostenom podklade strácajú, zatiaľ čo na Obrázku 17 sú telesá z väčšej časti obklopené vzduchom (čiernou farbou) a sú tak ľahšie detegované.



Obrázok 17: CT skeny (šírka vrstvy 0,63 mm) cudzích telies (červený kruh) o veľkosti 2 mm<sup>3</sup> umiestnených v lebke. A – kameň, B – drevo, C – sklo, D – kov, E – plast.

Obrázok 18 znázorňuje, aká dôležitá môže byť zmena okna pri detekcii. V časti A cudzie teleso z dreva vôbec nevidíme, no stačí nastaviť stred CT okna na hodnotu podobnú denzite dreva, a teleso dokážeme dostatočne odlíšiť od okolia, ako môžeme vidieť v B časti obrázku.



Obrázok 18: CT sken (šírka vrstvy 0,63 mm) cudzieho telesa z dreva (červený kruh) o veľkosti 5 mm<sup>3</sup> umiestneného medzi tkanivom a kosťou, A – bez úpravy okna; B – s úpravou okna.

Tabuľka 5 prezentuje výsledné stupne viditeľnosti jednotlivých skúmaných cudzích telies. Uvedené hodnoty sú mediánom stupňov viditeľnosti určených jednotlivými hodnotiacimi rádiológmi.

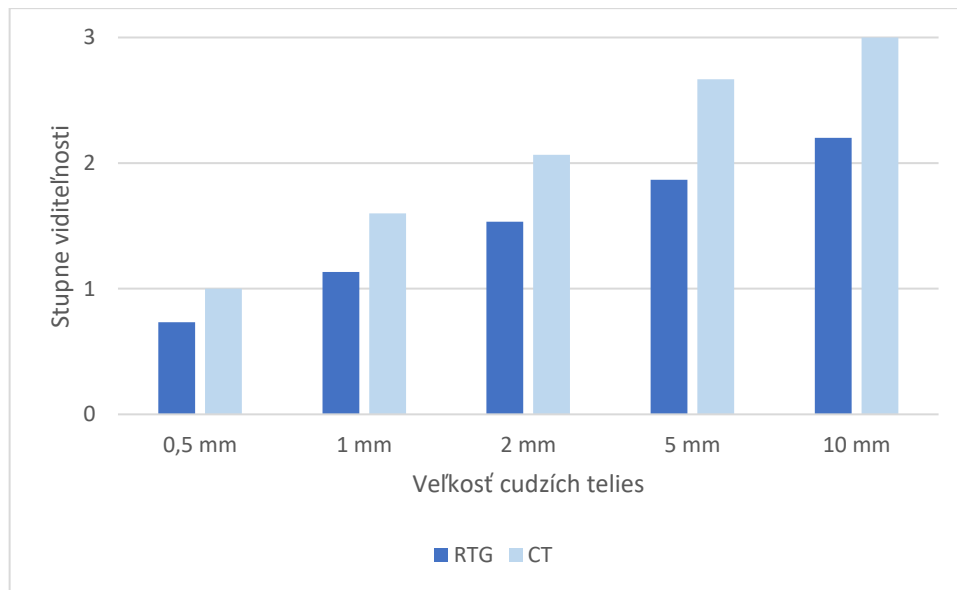
Tabuľka 5: Stupne viditeľnosti cudzích telies uložených v mäkkom tkanive (MT), medzi tkanivom a kosťou (TK) a v dutine (D) za použitia RTG a CT zobrazovacích modalít. Hodnoty sú mediánmi hodnotení troch rádiológov.

| Zobrazovacie modality a umiestnenia telies |              |     |    |   |    |    |   |
|--------------------------------------------|--------------|-----|----|---|----|----|---|
| Materiál                                   | Veľkosť (mm) | RTG |    |   | CT |    |   |
|                                            |              | MT  | TK | D | MT | TK | D |
| Kameň                                      | 0,5          | 1   | 0  | 0 | 2  | 0  | 0 |
|                                            | 1            | 2   | 0  | 0 | 3  | 2  | 1 |
|                                            | 2            | 3   | 2  | 2 | 3  | 3  | 3 |
|                                            | 5            | 3   | 3  | 3 | 3  | 3  | 3 |
|                                            | 10           | 3   | 3  | 3 | 3  | 3  | 3 |
| Drevo                                      | 0,5          | 0   | 0  | 0 | 0  | 0  | 0 |
|                                            | 1            | 0   | 0  | 0 | 0  | 0  | 0 |
|                                            | 2            | 0   | 0  | 0 | 0  | 1  | 2 |
|                                            | 5            | 0   | 0  | 0 | 2  | 2  | 2 |
|                                            | 10           | 1   | 0  | 1 | 3  | 3  | 3 |
| Sklo                                       | 0,5          | 1   | 0  | 0 | 3  | 0  | 1 |
|                                            | 1            | 3   | 2  | 1 | 3  | 3  | 3 |
|                                            | 2            | 3   | 3  | 1 | 3  | 3  | 3 |
|                                            | 5            | 3   | 3  | 2 | 3  | 3  | 3 |
|                                            | 10           | 3   | 3  | 3 | 3  | 3  | 3 |
| Kov                                        | 0,5          | 3   | 3  | 3 | 3  | 3  | 3 |
|                                            | 1            | 3   | 3  | 3 | 3  | 3  | 3 |
|                                            | 2            | 3   | 3  | 3 | 3  | 3  | 3 |
|                                            | 5            | 3   | 3  | 3 | 3  | 3  | 3 |
|                                            | 10           | 3   | 3  | 3 | 3  | 3  | 3 |
| Plast                                      | 0,5          | 0   | 0  | 0 | 0  | 0  | 0 |
|                                            | 1            | 0   | 0  | 0 | 0  | 0  | 0 |
|                                            | 2            | 0   | 0  | 0 | 0  | 0  | 1 |
|                                            | 5            | 0   | 0  | 2 | 1  | 3  | 3 |
|                                            | 10           | 1   | 1  | 2 | 2  | 3  | 3 |

Na overenie prvej hypotézy bol použitý Mann-Whitneyov U test, ktorý preukázal signifikantný rozdiel v presnosti detekcie cudzích telies medzi nami použitými zobrazovacími modalitami ( $p = 0,011$ ). Keďže  $p$  je  $<0,05$ ,  $H_{10}$  bola zamietnutá a potvrdená bola alternatívna hypotéza  $H_{1A}$  - V detekcii súboru cudzích telies je medzi RTG a CT zobrazením signifikantný rozdiel.

Wilcoxonov párový test, Mann-Whitneyov U test a Kruskal-Wallisov test preukázali, že presnosť RTG a CT prístroja boli významne ovplyvnené zložením a veľkosťou snímkaných cudzích telies. Umiestnenie cudzích telies významne neovplyvňuje ich detekciu nami použitými zobrazovacími modalitami.

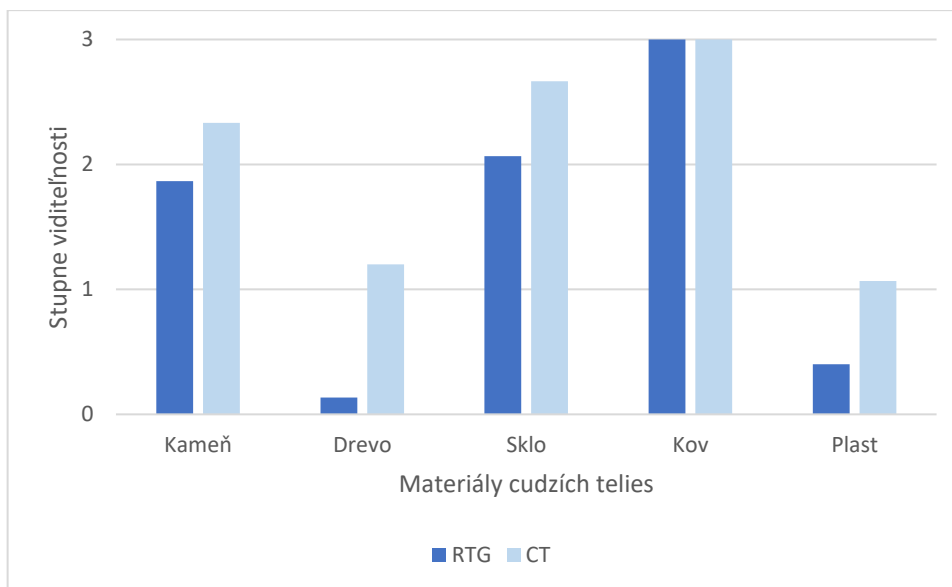
Medzi presnosťou skúmaných techník bol preukázaný signifikantný rozdiel pre cudzie telesá o veľkosti  $1 \text{ mm}^3$  ( $p=0,027$ ),  $2 \text{ mm}^3$  ( $p=0,015$ ),  $5 \text{ mm}^3$  ( $p=0,010$ ) a  $10 \text{ mm}^3$  ( $p=0,017$ ). Pre veľkosť  $0,5 \text{ mm}^3$  použitý štatistický test nepotvrdil signifikantný rozdiel medzi použitím RTG alebo CT prístroja ( $p=0,087$ ). Presnosť modalít sa so zvyšujúcou sa veľkosťou cudzích telies zvyšuje. V presnosti RTG prístroja v detekcii cudzích telies vzhľadom na ich veľkosť bol preukázaný signifikantný rozdiel ( $p=0,025$ ). V presnosti CT prístroja v detekcii cudzích telies vzhľadom na ich veľkosť bol preukázaný veľmi vysoko signifikantný rozdiel ( $p=0,0004$ ). Keďže signifikantný rozdiel bol preukázaný len u niektorých veľkostiach, prijímame nulovú hypotézu  $H_{20}$  – V detekcii skúmaných cudzích telies nie je pri každej veľkosti medzi RTG a CT signifikantný rozdiel. Rozdiel bol signifikantný pre veľkosti  $1 \text{ mm}^3$  vrátane, u veľkosti  $0,5 \text{ mm}^3$  rozdiel významný nebol. Presnosť detekcie zobrazovacích modalít vzhľadom na veľkosť cudzích telies je znázornená na Obrázku 19.



*Obrázok 19: Schopnosť detekcie cudzích telies rôznej veľkosti pomocou konvenčného röntgenového prístroja (RTG) a počítačovej tomografie (CT) v stupňoch viditeľnosti.*

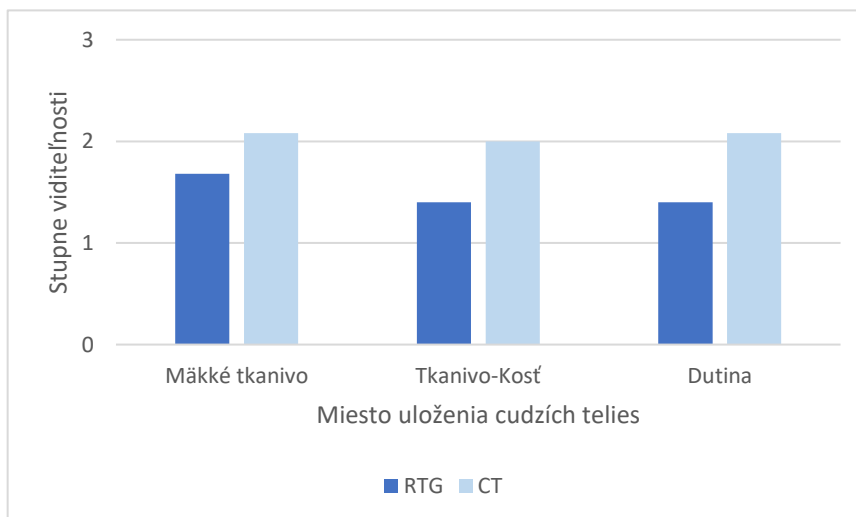
Medzi presnosťou skúmaných techník bol preukázaný vysoko signifikantný rozdiel pri detekcii telies z dreva a plastu ( $p=0,005$  a  $p=0,009$ ) a signifikantný rozdiel pre kameň ( $p=0,013$ ) a sklo ( $p=0,016$ ). CT ich zobrazovalo výrazne lepšie. Keďže všetky kovové cudzie telesá boli detegované a ohodnotené „výborným obrazom“ pri oboch použitých zobrazovacích modalitách, neexistuje medzi nimi v ich presnosti štatisticky žiadny rozdiel.

Na základe výsledkov prijímame nulovú hypotézu  $H_{30}$  - V detekcii skúmaných cudzích telies nie je pri každom druhu materiálu medzi RTG a CT zobrazením signifikantný rozdiel. Rozdiel bol signifikantný pri dreve, plaste, kameni a skle. Pri kove rozdiel signifikantný nebol. Presnosť detekcie zobrazovacích modalít vzhľadom na zloženie cudzích telies je znázornená na Obrázku 20.



Obrázok 20: Schopnosť detekcie cudzích telies z rôzneho materiálu pomocou konvenčného röntgenového prístroja (RTG) a počítačovej tomografie (CT) v stupňoch viditeľnosti.

Rozdiel v presnosti detekcie medzi RTG a CT prístrojom nebol významný ani pre jednu lokalitu, do ktorej boli cudzie telesá vložené ( $p > 0,05$ ). Zobrazenie cudzích telies v rôznych lokalitách nájdeme na Obrázkoch 13 až 17. Presnosť detekcie zobrazovacích modalít na základe umiestnenia cudzích telies je znázornená na Obrázku 21.



Obrázok 21: Schopnosť detekcie cudzích telies v rôznych lokalitách pomocou konvenčného röntgenového prístroja (RTG) a počítačovej tomografie (CT) v stupňoch viditeľnosti.

Medzi rádiológmi A, B a C, ktorí hodnotili viditeľnosť cudzích telies na RTG snímkach a CT skenoch bola vyhodnotená prítomnosť zhody podľa Cohenovho kappa koeficientu (K).

Medzi rádiológmi A a B bola percentuálna zhoda 91,3 %, ( $K=0,796$ ), čo predstavuje „podstatnú zhodu“. Medzi rádiológmi A a C išlo o zhodu 89,9 %, ( $K=0,771$ ), ktorá sa taktiež označuje pojmom „podstatná zhoda“. Medzi rádiológmi B a C bola zhoda vyššia v porovnaní s predošlými dvojicami, 94,6 %, ( $K=0,883$ ). Pokiaľ koeficient  $K>0,81$ , jedná sa o „takmer perfektnú zhodu“. Priemerná zhoda medzi hodnotiteľmi je 91,9 %, ( $K=0,817$ ). Táto zhoda je dostatočná na prijatie nulovej hypotézy  $H_0$  - V hodnotení viditeľnosti súboru cudzích telies jednotlivými rádiológmi nie je signifikantný rozdiel.

Výskumná otázka „Aká je najmenšia veľkosť vybraných cudzích telies jednotlivých materiálov, ktoré dokáže RTG prístroj a CT prístroj zobrazit“ je na základe zhodnotenia priemernej viditeľnosti z Tabuľky 5 prehľadne zhrnutá v Tabuľke 6. Za použitia RTG prístroja nebolo detegované žiadne z drevených telies umiestnených medzi tkanivo a kosť (chýbajúca veľkosť v tabuľke).

*Tabuľka 6: Najmenšia veľkosť cudzieho telesa v milimetroch detegovaná pomocou RTG a CT.*

| Zobrazovacie modality a umiestnenia telies |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                            | RTG    |        |        | CT     |        |        |
| Materiál                                   | MT     | TK     | D      | MT     | TK     | D      |
| Kameň                                      | 0,5 mm | 2 mm   | 2 mm   | 0,5 mm | 1 mm   | 1 mm   |
| Drevo                                      | 10 mm  | -      | 10 mm  | 5 mm   | 2 mm   | 2 mm   |
| Sklo                                       | 0,5 mm | 1 mm   | 1 mm   | 0,5 mm | 1 mm   | 0,5 mm |
| Kov                                        | 0,5 mm | 0,5 mm | 0,5 mm | 0,5 mm | 0,5 mm | 0,5 mm |
| Plast                                      | 10 mm  | 10 mm  | 5 mm   | 5 mm   | 5 mm   | 2 mm   |

Vysvetlivky: MT: v mäkkom tkanive; TK: medzi tkanivom a kosťou; D: v dutine.

## 8. Diskusia

Na detekciu cudzích telies v ľudskom organizme sa používajú rôzne zobrazovacie metódy, ako ultrasonografia, röntgen, počítačová tomografia a magnetická rezonancia. Účinnosť detekcie cudzieho telesa je ovplyvnená jeho veľkosťou, zložením, umiestnením a použitou zobrazovacou technikou.

Hodnotením zobrazovacej schopnosti spomínaných modalít sa zaoberali výskumy z celého sveta, porovnávajúce dve, tri až štyri zobrazovacie techniky. Veľkosť zobrazovaných cudzích telies sa pohybuje v rozpätí od 0,5 mm po 0,5 cm.

V našom výskume sme sa zamerali na porovnanie detekčnej schopnosti dvoch zobrazovacích modalít a to konvenčného röntgenového prístroja a multidetektorovej počítačovej tomografie. Výskumný súbor tvorili cudzie telesá z materiálov, ktoré sú podľa Arasa et al. (2010) najčastejšie. Veľkosť cudzích telies sme zvolili podobnú, aká je predmetom záujmu viacerých svetových výskumov. Z dôvodu obáv o zobrazenie rádiolucentných telies bola zvolená aj väčšia, než bežne skúmaná veľkosť – 10 mm. Za účelom znázornenia postupne zhoršujúcej sa detekčnej schopnosti použitých zobrazovacích modalít pri zmenšujúcej sa veľkosti zobrazovaného telesa sme na tento výskum vybrali 5 rôznych veľkostí, zatiaľ čo v iných štúdiách (Kaviani et al., 2014; Javadrashid et al., 2015; Abdinian, Aminian a Seyyedkhamesi, 2018 a ďalšie) ide priemerne o 3 veľkosti.

Miestom uloženia zvolených predmetov boli mäkké tkanivo, rozhranie medzi povrchom kosti a mäkkým tkanivom a vzduchom vyplnená dutina. Tieto lokality sú podľa Eggersa, Mukhamadieva a Hassfelda (2005) a Arasa et al. (2010) najčastejšími miestami, do ktorých sa cudzie telesá dostávajú.

Cudzie telesá sme uložili do *in vitro* fantómov, ako tomu je aj vo väčšine článkov, keďže skúmanie zobrazenia v živých organizmoch len za účelom výskumu, by z hľadiska radiačnej ochrany nebolo adekvátne. Avšak skutočnosť, že ide o *in vitro* výskum bráni v reprodukcii zápalových reakcií vyvolaných prítomnosťou cudzích telies v živých tkanivách, ako je správne poukázané v štúdií od Krimmela et al. (2001), Obera (2008), Javadrashida et al. (2013, 2015 a 2017) a ďalších. Zápalové reakcie alebo opuch by mohli poslúžiť ako indikátor pre prítomnosť cudzieho telesa, no tieto reakcie organizmu nám v *in vitro* štúdiách chýbajú.

Na hodnotenie viditeľnosti cudzích telies bola použitá štvorbodová stupnica (Tabuľka 4), ktorá bola upravená od pôvodnej päťbodovej škály, ktorú použili ako prví vo svojom výskume Aras et al. (2010) a ktorá slúži na hodnotenie viditeľnosti cudzích telies v mnohých ďalších štúdiách až doteraz. Pôvodná stupnica zahŕňa medzi „dobrým“ a „zlým

obrazom“ navyiac aj „slabý obraz“, definovaný ako nedostatočné rozlíšenie detailov, nedostatočná viditeľnosť, nedostatočné ohraničenie. V našom výskume sme tento stupeň spojili so stupňom charakterizujúcim „zlý obraz“, z dôvodu nejednoznačných definícií. Chápanie definície „slabého“ a „zlého obrazu“ bolo veľmi subjektívne a nebolo možné jednoznačne rozlíšiť a s istotou tvrdiť, kedy sa jedná o „nedostatočné rozlíšenie detailov“ a kedy o „nerozoznateľné detaily“.

### **8.1. Zobrazenie cudzích telies z kameňa**

Výsledky viditeľnosti cudzích telies z kameňa detegovaných pomocou RTG, získané našim výskumom sa zhodujú s výsledkami zo štúdií porovnávajúcimi zobrazovaciu schopnosť RTG prístroja od Arasa et al. (2010), Javadrashida et al. (2013, 2015, 2017), Lariho et al. (2016), Abdiniana, Aminiana a Seyyedkhamesiho (2018) a Jandla (2021). Cudzie telesá z kameňa o veľkosti 2 mm<sup>3</sup> a väčšej boli jednoznačne detegované oboma skúmanými modalitami a ohodnotené „výborným obrazom“ (okrem dvoch prípadov). Kameň o veľkosti 1 mm<sup>3</sup> bolo pomocou RTG náročnejšie rozpoznať - „dobrý obraz“ ponúklo len pri kameni umiestnenom v mäkkom tkanive. V ostatných lokalitách dáva RTG „zlý“ až „žiadny obraz“, v porovnaní s CT, ktoré poskytlo v týchto miestach „dobrý obraz“ daného telesa v polke prípadov. Kamienok veľký 0,5 mm<sup>3</sup> bol skúmanými metódami rozpoznaný len v mäkkom tkanive.

Výskumy Kavianiho et al. (2014) a Jandla et al. (2021) porovnávajúce detekčnú schopnosť špirálového CT a CBCT uvádzajú najmenšiu veľkosť cudzieho telesa z kameňa, ktorú obe modalitty dokázali dostatočne zobraziť 0,5 mm, a to vo všetkých troch lokalitách. V štúdií Javadrashida et al. (2015) ponúka CT metóda obraz cudzieho telesa z kameňa o veľkosti 0,5 mm ohodnotený tromi zo štyroch možných bodov, teda „dobrý obraz“, taktiež vo všetkých troch lokalitách. Podobne je tomu tak aj v štúdií od Panighariho et al. (2015), Lariho et al. (2016) a Abdiniana, Aminiana a Seyyedkhamesiho (2018). Z ich výsledkov je zjavné, že teleso z kameňa o veľkosti 0,5 mm je pomocou CT jednoznačne možné rozpoznať. Výsledky týchto štúdií sú v rozpore s našimi, zhotovenými pomocou CT, podľa ktorých teleso z rovnakého materiálu a veľkosti nebolo možné detegovať (okrem telesa uloženého v mäkkom tkanive).

Valizadeh et al. (2016) vo svojej štúdií porovnávajúcej detekčnú schopnosť špirálového CT a CBCT prišli k záveru, že špirálové CT ponúka lepší obraz cudzích telies z kameňa, vo všetkých troch lokalitách, než CBCT. V štúdií od Haghnegahdara, Shakibafarda

a Khosravifarda (2016) venujúcej sa detekčnej schopnosti zobrazovacích modalít rozpoznať cudzie telesá v rôznej hĺbke je dokázané, že na CT modalitu nemá hĺbka umiestnenia cudzieho telesa z kameňa, po detekčnej stránke, žiadny vplyv.

Pre porovnanie, ultrasonografia taktiež poskytuje kvalitný obraz a spoľahlivo deteguje cudzie telesá z kameňa (zhoda so štúdiou Arasa et al., 2010), no len do hĺbky 4 cm vrátane. Detekčnú schopnosť USG porovnávali aj Javadrashid et al. (2015) a Abdinian, Aminian a Seyyedkhamesi (2018), ktorí si vo výsledkoch mierne odporujú. V prvej spomínanej štúdií výsledky ponúkajú záver, že USG nebolo schopné detegovať cudzie telesá z kameňa, ktoré boli menšie ako 2 mm, avšak z druhej štúdie je zrejmé, že USG dokázalo detegovať takéto teleso aj o veľkosti 0,5 mm, i keď získaný obraz bol ohodnotený ako „zlý“.

Javadrashid et al. (2015, 2017) a Valizadeh et al. (2016) porovnávali vo svojich štúdiách okrem vyššie spomínaných zobrazovacích modalít aj detekčnú schopnosť magnetickej rezonancie. Vo výsledkoch si tieto dve štúdie taktiež odporujú, pretože zatiaľ čo podľa Valizadeha et al. (2016) ponúka MR „zlý obraz“ cudzích telies z kameňa vo všetkých troch lokalitách, v štúdií od Javadrashida et al. (2015, 2017) výsledky ukazujú „dobrú“ viditeľnosť cudzích telies z kameňa, veľkých od 3 mm po 0,5 mm, umiestnených vo svale aj na povrchu kosti. Telesá v dutine nebolo pomocou MR možné detegovať. Z výskumu Jandla et al. (2021) vyplýva schopnosť MR detegovať cudzie telesá z kameňa o veľkosti 1 mm a väčšej.

Na základe výsledkov nášho výskumu tvrdíme, že CT modalita poskytuje kvalitnejší obraz cudzích telies z kameňa, než RTG. Z výsledkov štúdií, ktoré porovnávali aj ďalšie zobrazovacie modalitty vyplýva, že cudzie telesá z kameňa sú najkvalitnejšie zobrazené pomocou špirálového CT. Po ňom nasleduje CBCT, RTG, MR a nakoniec USG.

## **8.2. Zobrazenie cudzích telies z dreva**

Cudzie telesá z dreva bolo možné na RTG snímkach rozpoznať len pri rozmeroch telesa 10 mm<sup>3</sup>. Napriek tejto veľkosti, viditeľnosť telesa bola ohodnotená iba ako „zlá“, v prípade umiestnenia telesa v mäkkom tkanive a v dutine. Teleso umiestnené medzi tkanivo a kosť nebolo pomocou RTG prístroja detegované. Ostatné menšie drevené cudzie telesá pre nízku denzitu ich materiálu a podobnosť s denzitou okolitých štruktúr nebolo možné jednoznačne rozlíšiť. Snímky boli ohodnotené „žiadnym obrazom“ vo všetkých troch lokalitách, do ktorých boli telesá uložené. Rovnaké stanovisko zastávajú aj štúdie Oikarinena et al. (1993), Arasa et al. (2010), Javadrashida et al. (2015, 2017), Lariho (2016), Abdiniana, Aminiana a Seyyedkhamesiho (2018), Alfuraiha et al. (2021) a Jandla et al. (2021).

Schopnosť CT prístroja detegovať drevené cudzie telesá je v porovnaní s RTG vyššia. Najmenšia veľkosť telesa, ktorú bolo možné na CT skenoch rozpoznať bola 2 mm<sup>3</sup>. Najlepšie ohodnotenie viditeľnosti dostali drevené telesá umiestnené v dutine. Tento fakt je potvrdený aj v štúdiách Blankenshipa, Bakera (2007), Shresthu et al. (2009), Arasa et al. (2010), Kavianiho et al. (2014), Valizadeha et al. (2016) a Abdiniana, Aminiana a Seyyedkhamesiho (2018). Naopak, štúdie od Javadrashida et al. (2013, 2015, 2017), Haghnegahdara, Shakibafarda a Khosravifarda (2016) a Jandla et al. (2021) v hodnotení detekčnej schopnosti CT prístroja prišli k záveru, že drevené cudzie telesá neboli touto zobrazovacou modalitou odhalené ani v jednej z troch lokalít ich umiestnenia, ani pri rôznej hĺbke ich uloženia. V štúdií od Kavianiho et al. (2014) ponúkajú špirálové CT a CBCT pri detekcii drevených cudzích telies rovnakú kvalitu obrazu, ale Valizadeh et al. (2016) dosiahli použitím CBCT modality jednoznačnú viditeľnosť u 16 z 20 drevených cudzích telies v dutine, kým použitie špirálového CT nedokázalo odhaliť žiadne drevené cudzie teleso v dutine.

Štúdie hodnotiace zobrazovaciu schopnosť USG (Oikarinen et al., 1993; Aras et al., 2010; Blankenship, Baker, 2007; Shrestha et al., 2009; Javadrashid et al., 2013, 2015, 2017; Panigrahiho et al., 2015; Haghnegahdar, Shakibafard a Khosravifard, 2016; Valizadeh et al., 2016; Abdinian, Aminian a Seyyedkhamesi, 2018 a Alfuraih et al., 2021) sa jednoznačne zhodujú v tvrdení, že USG je najvhodnejšou zobrazovacou metódou v detekcii drevených cudzích telies. Hlavným nedostatkom USG stále zostáva nemožnosť zobrazenia telies, ktoré sa nachádzajú v dutinách vyplnených vzduchom. Zobrazenie drevených telies o veľkosti 2 mm a väčších bolo za použitia USG, v štúdiách od Javadrashida et al. (2013, 2015, 2017) a Marcada a Hayra (2018) ohodnotené „výborným obrazom“. Hĺbka uloženia cudzieho telesa má na detekčnú schopnosť USG vplyv a v štúdií Hagheghdara, Shakibafarda a Khosravifarda (2016) je USG schopné zobrazit' drevené cudzie teleso, uložené v hĺbke maximálne 4 cm.

Štúdie hodnotiace okrem iných aj zobrazovaciu schopnosť MR (Valizadeh et al., 2016; Javadrashid et al., 2017 a Jandl et al., 2021) si v detekčnej schopnosti MR protirečia. Kým štúdie Javadrashida et al. a Jandla et al. ohodnotili zobrazovaciu schopnosť MR ako ponúkajúcu „žiadny obraz“, v štúdií Valizadeha et al. dokázala MR rozpoznať drevené cudzie telesá umiestnené vo svale aj na povrchu kosti, polovica z nich bola ohodnotená „dobrým obrazom“, polovica „zlým“. Iba telesá v dutine neboli pomocou MR dostatočne viditeľné. K názoru Valizadeha et al. (2016) sa prikláňa aj Alfuraih et al. (2021). Drevené objekty sa na T<sub>1</sub> a T<sub>2</sub> vážených obrazoch MR javia ako oblasti s nízkou intenzitou signálu.

Naše výsledky potvrdzujú, že CT modalita ponúka vysoko kvalitnejší obraz pri detekcii drevených cudzích telies, v porovnaní s použitím RTG prístroja. Názorný príklad kvality

detekcie je zobrazený na Obrázku 18, kde je porovnaná viditeľnosť dreveného telesa na konkrétnom CT skene bez zmeny okna a so zmenou okna.

### 8.3. Zobrazenie cudzích telies zo skla

Vychádzajúc z výsledkov nášho výskumu, cudzie telesá zo skla sú pomocou RTG metódy spoľahlivo detegované, ak sa jedná o veľkosť 1 mm<sup>3</sup> a viac. Najhoršie ohodnotená viditeľnosť telies zo skla na RTG snímkach bola pri telesách umiestnených v dutine. Príčinou je podobnosť denzity skla a okolia, v našom prípade kosti lebky. Naše výsledky sa zhodujú s hodnotením viditeľnosti sklenených cudzích telies, zobrazených pomocou RTG, v štúdiách Javadrashida et al. (2015, 2017), Lariho (2016) a Abdiniana, Aminiana a Seyyedkhamesiho (2018), ktorí rovnako uvádzajú najmenšiu veľkosť, ktorú je možné jednoznačne odlíšiť od okolia, 1 mm.

V porovnaní s RTG bolo zobrazovanie pomocou CT v detekcii sklenených cudzích telies účinnejšie. Podľa našich hodnotiacich rádiológov ponúkla CT modalita „výborný obraz“ u telies všetkých skúmaných veľkostí, umiestnených v mäkkom tkanive. Telesá o veľkosti 0,5 mm<sup>3</sup> uložené v dutine a medzi tkanivom a kosťou boli rozoznané obtiažnejšie. Články Oikarinen et al. (1993), Aras et al. (2010), Haghnegahdar, Shakibafard a Khosravifard (2013), Kaviani et al. (2014), Javadrashid et al. (2015, 2017), Valizadeh et al. (2016), Abdinian, Aminian a Seyyedkhamesi (2018) a Abolvardi et al. (2020) vedú k rovnakým záverom. Kaviani et al. (2014), Javadrashid et al. (2015, 2017), Abdinian, Aminian a Seyyedkhamesi (2018) a Jandl et al. (2021) uvádzajú rovnako ako my, za najmenšiu zo skúmaných veľkostí, ktorú CT bolo schopné detegovať, veľkosť 0,5 mm<sup>3</sup>. Kaviani et al. (2014), ktorí porovnávali špirálové CT a CBCT, uvádzajú detekčnú schopnosť oboch modalít pri detekcii cudzích telies zo skla za rovnakú, zatiaľ čo Abolvardi et al. (2020) a Jandl et al. (2021) ohodnotili skeny zhotovené pomocou CBCT lepšími stupňami, než tie zhotovené pomocou špirálového CT. Do tretice, z výsledkov štúdie Valizadeha et al. (2016) je zrejmé, že špirálové CT malo lepšiu detekčnú schopnosť ako CBCT. Štúdia Haghnegahdara, Shakibafarda a Khosravifarda (2016) zhodnotila, že účinnosť CT v detekcii sklenených cudzích telies nie je ovplyvnená hĺbkou uloženia telesa.

Zato USG bola schopná detegovať takéto teleso len do hĺbky 4 cm. V štúdií Javadrashida et al. (2015, 2017) boli sklenené telesá pomocou USG detegované len o veľkosti 2 mm a viac, v štúdií Abdiniana, Aminiana a Seyyedkamesiho (2018) išlo o veľkosť 1 mm a viac. Spomínané štúdie sa spolu s Oikarinenom et al. (1993) a Arasom et al. (2010) zhodujú,

že USG dokáže spoľahlivo zobrazit' sklenené cudzie telesá napriek artefaktom, ktoré dané zobrazovanie sprevádzajú.

Zhodnoteniu schopnosti MR metódy sa venovali štúdie Javadrashida et al. (2015, 2017) a Valizadeha et al. (2016) a z ich výsledkov vyplýva spoľahlivá viditeľnosť cudzích telies zo skla u telies o veľkosti 2 mm a väčšej. Podľa Jandla et al. (2021) dokáže MR zobrazit' sklenené cudzie teleso aj o veľkosti 0,5 mm. V štúdií Alfuraiha et al. (2021) boli cudzie telesá zo skla ohodnotené najlepším skóre pri všetkých spomínaných zobrazovacích modalitách. Tomuto tvrdeniu sa prikláňa aj štúdia Panigrahiho et al. (2015), okrem USG modality, u ktorej bol obraz ohodnotený len ako „slabý“. Cudzie telesá zo skla, podobne ako z dreva, sa na  $T_1$  a  $T_2$  vážených obrazoch MR javia ako oblasti s nízkou intenzitou signálu.

Vychádzajúc z výsledkov nášho výskumu považujeme CT modalitu za schopnejšiu poskytnúť kvalitnejší diagnostický obraz než za použitia RTG prístroja. Pre rôzne názory ohľadom detekčnej schopnosti špirálového CT a CBCT nemôžeme jednoznačne určiť, ktorá z týchto dvoch modalít je vhodnejšia, no vychádzajúc z ďalších štúdií, porovnávajúcich detekčnú schopnosť zobrazovacích modalít zoradíme tieto metódy, pokiaľ ide o detekciu cudzích telies zo skla, od najspoľahlivejšej nasledovne: CT/CBCT, RTG, USG a najhorší obraz poskytuje MR.

#### **8.4. Zobrazenie cudzích telies z kovu**

Cudzie telesá z kovu o veľkosti 0,5 mm<sup>3</sup> a väčšej sa dajú, na základe výsledkov tohto výskumu, spoľahlivo zobrazit' oboma skúmanými modalitami. K rovnakému záveru prišli aj Oikarinen et al. (1993), Aras et al., (2010), Javadrashid et al. (2013), Kaviani et al. (2014), Javadrashid et al. (2015), Panigrahi et al. (2015), Haghnegahdar, Shakibafard a Khosravifard (2016), Valizadeh et al. (2016), Javadrashid et al. (2017), Abdinian, Aminian a Seyyedkhamesi (2018), Abolvardi et al. (2020) a Jandl et al. (2021). Keďže ide o predmet s vysokou hustotou, je možné ho jednoznačne rozpoznať od okolitého tkaniva, ktoré má oveľa nižšiu hustotu. Na Obrázku 15 je jasne vidno značné obrazové artefakty na CT skenoch kovového cudzieho telesa, s akými sa na RTG snímkach nestretávame. Haghnegahdar, Shakibafard a Khosravifard (2016) a Abdinian, Aminian a Seyyedkhamesi (2018) vo svojich výskumoch overovali okrem nami skúmaných zobrazovacích techník aj detekčnú schopnosť ultrasonografie.

Ultrasonografia dokáže spoľahlivo detegovať kovové cudzie telesá len v mäkkom tkanive a len do určitej hĺbky. Podľa Haghnegahdara, Shakibafarda a Khosravifarda (2016) dokázala USG zobrazit' teleso len do hĺbky 4 cm, jednalo sa o telesá veľké približne 40-45 mm<sup>3</sup>.

S cudzími telesami, ktoré boli v blízkosti kosti má USG v porovnaní s RTG a CT modalitami horšiu detekčnú schopnosť. Potvrdzujú to aj štúdie od Arasa et al. (2010), Panigrahiho et al. (2015), Valizadeha et al. (2016) a Javadrashida et al. (2017). Naopak v štúdií od Abdiniana, Aminiana a Seyyedkhamesiho (2018) sa stretávame s kovovými telesami detegovanými pomocou USG v blízkosti povrchu kosti ohodnotenými „výborným obrazom“, zatiaľ čo telesá v mäkkom tkanive ponúkajú „dobrý obraz“. Všetky zmienené výskumy, ktoré zahŕňali USG sa zhodujú vo fakte, že USG metóda nedokáže zobrazit' cudzie telesá umiestnené vo vzduchu vyplnených dutinách.

Valizadeh et al. (2016) a Javadrashid et al. (2015, 2017) skúmali okrem RTG, CT a USG aj detekčnú schopnosť magnetickej rezonancie. Obe štúdie sa zhodujú v hodnotení kovových cudzích telies vo všetkých troch lokalitách ich umiestnenia pomocou MR, ktoré poskytuje „zlý“ až „žiadny obraz“. Feromagnetické telesá nesú potenciálne riziko posunutia sa, pri pôsobení magnetického poľa pri MR vyšetrení. Okrem toho dáva železo na T<sub>1</sub> a T<sub>2</sub> vážených obrazoch veľké artefakty, kvôli ktorým dokáže MR len poukázať na prítomnosť cudzieho telesa, neumožňuje však jeho presnú lokalizáciu.

Na základne výsledkov nášho a ďalších svetových výskumov pokladáme RTG a CT za rovnako kvalitné zobrazovacie metódy v diagnostike kovových cudzích telies, keďže obe metódy poskytujú obraz ohodnotený najvyšším možným skóre. Po nich nasleduje ultrasonografia a magnetická rezonancia je, z fyzikálnych príčin, najmenej vhodnou zobrazovacou metódou.

## **8.5. Zobrazenie cudzích telies z plastu**

Cudzie telesá z plastu boli pomocou RTG zobrazené o minimálnej veľkosti 5 mm<sup>3</sup> a to len v prípade uloženia v dutine. Telesá z plastu uložené v ostatných dvoch lokalitách boli detegované až pri veľkosti 10 mm<sup>3</sup>. Plast má nízku densitu a tak je jeho odlíšenie od okolitých štruktúr, na obrazoch zhotovených prístrojmi používajúcimi na zobrazovanie RTG žiarenie, náročné. Telesá umiestnené v dutine dostali najlepšie hodnotenie, telesá uložené v ostatných lokalitách boli ohodnotené „zlým obrazom“. V štúdií Javadrashida et al. (2015, 2017) bola najmenšia detegovaná veľkosť plastového cudzieho telesa, za použitia RTG, 3 mm.

Zobrazovanie pomocou CT ponúka, oproti RTG, lepšie výsledky. Môžeme tvrdiť, že plastové teleso je vidno už pri veľkosti 2 mm<sup>3</sup>. Rovnaké stanovisko majú aj Kaviani et al. (2014), Javadrashid et al. (2015, 2017) a Abolvardi et al. (2020). Kaviani et al. (2014) porovnávajú špirálové CT a CBCT techniku nezaznamenali rozdiel v detekčnej schopnosti

oboch typov modalít, pri zobrazovaní cudzích telies z plastu. V štúdií Haghnegahdara, Shakibafarda a Khosravifarda (2016) nemala hĺbka uloženia plastového cudzieho telesa, rovnako ako u všetkých ostatných materiálov, na detekciu pomocou CT prístroja žiadny vplyv.

Pri overovaní vplyvu hĺbky na detekčnú schopnosť USG prístroja, prišli autori danej štúdie k záveru, že s rastúcou hĺbkou uloženia cudzieho telesa sa zhoršuje detekčná schopnosť USG, nezávisiac na druhu materiálu, z ktorého cudzie telesá pozostávajú. Javadrashid et al. (2015, 2017) uvádzajú najmenšiu veľkosť plastového cudzieho telesa, ktorá bola pomocou USG zobrazená, 2 mm.

Táto veľkosť je rovnaká aj za použitia MR. Jedná sa o všetky skúmané lokality, do ktorých boli telesá vložené, okrem dutiny. MR nedokáže poskytnúť obraz dostatočný na hodnotenie viditeľnosti v oblastiach, kde nie je voda.

Za najvhodnejšiu z nami skúmaných zobrazovacích metód, podľa výsledkov nášho výskumu, na detekciu plastových cudzích telies určujeme CT techniku. V porovnaní s RTG ide o štatisticky vysoko signifikantný rozdiel (str. 49). Štúdií, ktoré do materiálov cudzích telies zahrnuli aj plast je menej. Podľa Javadrashida et al. (2015 a 2017) poskytuje najkvalitnejší obraz CT modalita, nasledovaná USG a napokon RTG a MR, ktoré ponúkli podobné výsledky.

## **8.6. Zobrazenie cudzích telies z ďalších materiálov**

Alfuraih et al. (2021) skúmali cudzie telesá aj iných materiálov, než akým sme sa venovali v našom výskume. Telesá z hliníku boli najkvalitnejšie zobrazené pomocou USG. CT modalita ponúkla „dobrý obraz“ a snímky zhotovené RTG prístrojom boli ohodnotené ako poskytujúce „zlý obraz“. Telesá z medi boli, prekvapivo, horšie zobrazené pomocou CT modalita, než za použitia RTG alebo USG, ktoré poskytli „výborný obraz“ telies.

Lari et al. (2016) a Shokri et al. (2017) sa venovali porovnávaní senzitivity a špecifickosti USG, RTG, CBCT a MR v detekcii rôznych druhov cudzích telies. Na základe výsledkov ich výskumu má CBCT najvyššiu diagnostickú citlivosť. Po nej nasledoval RTG, USG a najnižšiu citlivosť má MR. Špecifickosť bola 100 % u všetkých zobrazovacích modalít, pokiaľ sa jednalo o drevené cudzie telesá. Pri ostatných materiáloch bola špecifickosť modalít vysoká, okrem RTG. Použitie CBCT ako metódy prvej voľby, na detekciu cudzích telies u pacientov s traumou, podporujú aj fakty akými sú nižšia cena, hlavne v porovnaní s MR, schopnosť detegovať telesá v dutinách vyplnených plynom

a v blízkosti štruktúr s vysokou denzitou, v porovnaní s USG a nižšia radiačná záťaž pacienta, v porovnaní s MDCT. K rovnakému záveru prišli aj Jandl et al. (2021).

Náš výskum bol ovplyvnený niekoľkými limitmi. Za hlavnú limitáciu pokladáme nemožnosť použitia *in vivo* fantómov. Použitím *in vitro* fantómov prichádza výskum o odpoveď organizmu na prítomnosť cudzieho telesa v tele. Ide o rôzne patologické procesy, ktoré by mohli poskytnúť hodnotnú informáciu o prítomnosti cudzieho telesa, ktoré nebolo, napr. pre nízku denzitu, samostatne dostatočne detegované. Aj napriek snahe o čo najvhodnejšiu náhradu za skutočný ľudský organizmus, použité fantómy len s ťažkou dokážu poskytnúť dostatočnú informáciu, v porovnaní s *in vivo* fantómom. Suchá ľudská lebka bez mäkkých tkanív absorbuje žiarenie v odlišnej miere, než hlava živého tvora obklopená tkanivom. Na presné porovnanie zobrazovacích metód sú potrebné ďalšie štúdie pracujúce so živými organizmami s cudzími telesami.

Ďalším limitom boli vzduchové bubliny v mäkkom tkanive, ktoré zhoršovali prehľadnosť pri hodnotení viditeľnosti telies na CT skenoch.

Ako ďalší z možných limitov nášho výskumu je získanie dát len od troch rádiológov. Validita výsledného ohodnotenia by bola vyššia, keby sa na konkrétnom stupni viditeľnosti daného cudzieho telesa zhodlo čo najviac rádiológov hodnotiacich zhotovené snímky a skeny.

Subjektívne chápanie jednotlivých definícií priradených k stupňom viditeľnosti mohlo taktiež ovplyvniť výsledné ohodnotenie jednotlivých rádiológov.

## Záver

Identifikácia cudzích telies v mäkkých tkanivách nie je vždy jednoduchá, no znalosť ich zobrazenia je rozhodujúca pre presnú diagnózu, ktorá je vzhľadom k hroziacim komplikáciám rozhodne zásadná. Predkladaná diplomová práca sa zaoberá identifikáciou a možnosťami zobrazenia cudzích telies za použitia zobrazovacích metód, v praktickej časti sme sa zamerali na hodnotenie RTG a CT, v diskusii sú potom popísané aj výsledky štúdií, kde autori hodnotili okrem týchto zobrazovacích metód aj USG a MR.

Pre zhrnutie, jednotlivé zobrazovacie metódy je vhodné použiť za nasledujúcich podmienok. Ak cudzie teleso uviazlo v povrchových mäkkých tkanivách, odporúča sa použiť USG. Pokiaľ sa teleso dostalo hlboko do tkaniva alebo sa nachádza za kosťou alebo v dutine vyplnenej plynom, najvhodnejšia je detekcia pomocou CBCT, pre jej nižšiu radiačnú záťaž aj cenu, v porovnaní s CT. Ak je cudzie teleso z rádiokontrastného materiálu (napr. kameň, kov, sklo, a i.), odporúča sa použiť CBCT alebo CT, prípadne RTG (pokiaľ sa jedná o kov). Pre materiály s nízkou denzitou (napr. drevo, plast, hliník), tzv. rádiolucenčné materiály, platí použitie USG, prípadne MR. Obe metódy sú výhodné aj vďaka absencii použitia röntgenového žiarenia. Použitie MR je však kontraindikované, ak sa jedná o cudzie teleso z feromagnetickkej látky.

Vo všeobecnosti má každá zobrazovacia modalita používaná na detekciu cudzích telies svoje výhody a nevýhody. Výber metódy je najviac ovplyvnený denzitou daného cudzieho telesa. Medzi ďalšie faktory zo strany telesa patria zloženie a veľkosť telesa a jeho poloha v organizme. Zo strany detekčných modalít ide hlavne o dostupnosť zobrazovacích modalít, ich cenové náklady a v oblasti radiačnej je rozhodujúca výška dávky žiarenia na pacienta.

Z nášho výskumu vyplýva, že ako zlatý štandard sa u kovových cudzích telies uplatní RTG, u ostatných CT.

Pre určenie najmensej detekovateľnej veľkosti jednotlivých telies rôzneho zloženia sú potrebné ďalšie štúdie. Budúce výskumy by sa mohli v danej problematike podrobnejšie zamerať na zobrazovanie iatrogénnych cudzích telies a ich komplikácie, či už pri zobrazovaní, aj zo zdravotného hľadiska.

## Referenčný zoznam:

ABDINIAN, Mehrdad, Aminian, Maedeh, Seyyedkhamesi, Samad. Comparison of accuracy between panoramic radiography, cone-beam computed tomography, and ultrasonography in detection of foreign bodies in the maxillofacial region: an *in vitro* study. In: *Journal of The Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* [online]. 2018, roč. 44, č. 1, s. 18-24. [cit. 2022-08-28]. ISSN 2234-5930. DOI: 10.5125/jkaoms.2018.44.1.18.

ABOLVARDI, Masoud et al. Detection of different foreign bodies in the maxillofacial region with spiral computed tomography and cone-beam computed tomography: An *in vitro* study. In: *Imaging Science in Dentistry* [online]. 2020, roč. 50, č. 4, s. 291-298. [cit. 2022-08-28]. ISSN 2233-7830. DOI: 10.5624/isd.2020.50.4.291.

ALFURAIH, Abdulrahman M. et al. Semi-quantitative scoring of imaging modalities in detecting soft tissue foreign bodies: an *in vitro* study. In: *Acta Radiologica* [online]. 2021, roč. 63, č. 4, s. 474-480. [cit. 2022-01-22]. ISSN 1600-0455. DOI: 10.1177/0284185121999654.

ARANA, Alvaro et al. Management of ingested foreign bodies in childhood and review of the literature. In: *European Journal of Pediatrics* [online]. 2001, roč. 160, č. 8, s. 468-472. [cit. 2022-08-02]. ISSN 0340-6199. DOI: 10.1007/s004310100788.

ARAS, M. H. et al. Comparison of the sensitivity for detecting foreign bodies among conventional plain radiography, computed tomography and ultrasonography. In: *Dentomaxillofacial Radiology* [online]. 2010, roč. 39, č. 2, s. 72-78. [cit. 2022-03-04]. ISSN 1476-542X. DOI: 10.1259/dmfr/68589458.

AYANTUNDE, Abraham A. Approach to the diagnosis and management of retained rectal foreign bodies: clinical update. In: *Techniques in Coloproctology* [online]. 2013, roč. 17, č. 1, s. 13-30. [cit. 2023-01-03]. ISSN 1128-045X. DOI: 10.1007/s10151-012-0899-1.

BAHARLOO, Farhad et al. Tracheobronchial Foreign Bodies: Presentation and Management in Children and Adults. In: *Chest* [online]. 1999, roč. 115, č. 5, s. 1357-1362. [cit. 2023-01-03]. ISSN 1931-3543. DOI: 10.1378/chest.85.3.452c.

BEKKERMAN, Mikhael et al. Endoscopic Management of Foreign Bodies in the Gastrointestinal Tract: A Review of the Literature. In: *Gastroenterology Research and Practice* [online]. 2016. [cit. 2022-07-24]. ISSN 1687-630X. DOI: 10.1155/2016/8520767.

BILALI, V. et al. Gossypiboma in abdomen: retained surgical gauze after a cesarean section. In: *Il Giornale di Chirurgia* [online]. 2019, roč. 40, č. 4, s. 338-342. [cit. 2022-07-30]. ISSN 1971-145X. Dostupné na internete: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32011989/>

- BLANKENSHIP, Robert B., Baker, Todd. Imaging modalities in wounds and superficial skin infections. In: *Emergency medicine clinics of North America* [online]. 2007, roč. 25, č. 1, s. 223-234. [cit. 2022-01-22]. ISSN 1558-0539. DOI: 10.1016/j.emc.2007.01.011.
- BOYD, Michael et al. Tracheobronchial foreign body aspiration in adults. In: *Southern medical journal* [online]. 2009, roč. 102, č. 2, s. 171-174. [cit. 2023-01-03]. ISSN 1541-8243. DOI: 10.1097/SMJ.0b013e318193c9c8.
- BULLOCK, John D. et al. Unusual Orbital Foreign Bodies. In: *Ophthalmic Plastic and Reconstructive Surgery* [online]. 1999, roč. 15, č. 1, s. 44-51. [cit. 2022-08-26]. ISSN 1537-2677. DOI: 10.1097/00002341-199901000-00010.
- CAMPBELL, Eric A., CHRISTOPHER, Wilbert D. Foreign Body Imaging. In: StatPearls Publishing [online]. 2021. Dostupné na internete: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470294/>
- CASALINI, Angelo et al. Foreign body aspiration in adults and in children: advantages and consequences of a dedicated protocol in our 30-year experience. In: *Journal of bronchology & interventional pulmonology* [online]. 2013, roč. 20, č. 4, s. 313-321. [cit. 2023-01-03]. ISSN 1948-8270. DOI: 10.1097/LBR.0000000000000024.
- CATWRIGHT, Mont J., KURUMETY, Usha R., FRUEH, Bartley R. Intraorbital Wood Foreign Body. In: *Ophthalmic Plastic and Reconstructive Surgery* [online]. 1995, roč. 11, č. 1, s. 44-48. [cit. 2022-08-26]. ISSN 1537-2677. DOI: 10.1097/00002341-199503000-00008.
- CIMA, Robert R. et al. Incidence and Characteristics of Potential and Actual Retained Foreign Object Events in Surgical Patients. In: *Journal of the American College of Surgeons* [online]. 2008, roč. 207, č. 1, s. 80-87. [cit. 2022-07-30]. ISSN 1879-1190. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2007.12.047.
- CIMA, Robert R. et al. Using a data-matrix-coded sponge counting system across a surgical practice: impact after 18 months. In: *Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety* [online]. 2011, roč. 37, č. 2, s. 51-58. [cit. 2022-08-06]. ISSN 1938-131X. DOI: 10.1016/s1553-7250(11)37007-9.
- COHEN, Mark A., BOYES-VARLEY, Greg. Penetrating Injuries to the Maxillofacial Region. In: *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* [online]. 1986, roč. 44, č. 3, s. 197-202. [cit. 2022-08-26]. ISSN 1531-5053. DOI: 10.1016/0278-2391(86)90108-4.
- DEMIRALP, Kemal Ö. et al. Comparison of Cone Beam Computed Tomography and ultrasonography with two types of probes in the detection of opaque and non-opaque foreign

bodies. In: *Medical Ultrasonography* [online]. 2018, roč. 20, č. 4, s. 467-474. [cit. 2022-05-25]. ISSN 1844-4172. DOI: 10.11152/mu-1562.

DONALDSON, James S. Radiographic Imaging of Foreign Bodies in the Hand. In: *Hand Clinics* [online]. 1991, roč. 7, č. 1, s. 125-134. [cit. 2022-05-25]. ISSN 1558-1969. DOI: 10.1016/s0749-0712(21)01315-9.

EGGERS, Georg, MUKHAMADIEV, Damir, HASSFELD, Stefan. Detection of foreign bodies of the head with digital volume tomography. In: *Dentomaxillofacial Radiology* [online]. 2005, roč. 34, č. 2, s. 74-79. [cit. 2022-05-25]. ISSN 1476-542X. DOI: 10.1256/dmfr/22475468.

EISEN, Glenn M. et al. Guideline for the management of ingested foreign bodies. In: *Gastrointestinal Endoscopy* [online]. 2002, roč. 55, č. 7, s. 802-806. [cit. 2022-08-02]. ISSN 1097-6779. DOI: 10.1016/s0016-5107(02)70407-0.

ENISLIDIS, Georg et al. Computed intraoperative navigation guidance – a preliminary report on a new technique. In: *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* [online]. 1997, roč. 35, č. 4, s. 271-274. [cit. 2022-05-25]. ISSN 1532-1940. DOI: 10.1016/s0266-4356(97)90046-2.

FABIAN, Carl E. Electronic tagging of surgical sponges to prevent their accidental retention. In: *Surgery* [online]. 2005, roč. 137, č. 3, s. 298-301. [cit. 2022-08-06]. ISSN 1532-7361. DOI: 10.1016/j.surg. 2004.10.003.

FAGUY, Kathryn. Imaging Foreign Bodies. In: *Radiologic Technology* [online]. 2014, roč. 85, č. 6, s. 655-678. [cit. 2022-05-25]. ISSN 1943-5657. Dostupné na internete: [https://media.asrt.org/pdf/drpubs/RADT\\_0714\\_ForeignBodies\\_DR.pdf](https://media.asrt.org/pdf/drpubs/RADT_0714_ForeignBodies_DR.pdf)

FERDA, Jiří, MÍRKA, Hynek, BAXA, Jan. *Multidetektorová výpočetní tomografie. Technika vyšetření*. Praha: Galén, 2009. 213 s. ISBN 978-80-7262-608-3.

FIGUEIRA, Edwin C., FRANCIS, Ian C., WILCSEK, Geoffrey A. Intraorbital glass foreign body missed on CT imaging. In: *Ophthalmic Plastic and Reconstructive Surgery* [online]. 2007, roč. 23, č. 1, s. 80-82. [cit. 2022-08-26]. ISSN 1537-2677. DOI: 10.1097/IOP.0b013e31802c82a2.

FLORIDI, Chiara et al. Intravascular Foreign Bodies: What the Radiologist Needs to Know. In: *Seminars in Ultrasound, CT and MRI* [online]. 2015, roč. 36, č. 1, s. 73-79. [cit. 2022-05-16]. ISSN 1558-5034. DOI: 10.1053/j.sult.2014.11.001.

GAVORNÍK, Peter. *Všeobecná angiológia*. 2. vyd. Bratislava: UK, 2001. 268 s. ISBN 80-223-1608-3.

- GAVRIĆ LOVREC, Vida et al. Retained surgical needle and gauze after cesarean section and adnexectomy: a case report and literature review. In: *The Journal of International Medical Research* [online]. 2018, roč. 46, č. 11, s. 4775-4780. [cit. 2022-08-02]. ISSN 1473-2300. DOI: 10.1177/0300060518788247.
- GAWANDE, Atul A. et al. Risk factors for retained instruments and sponges after surgery. In: *The New England Journal of Medicine* [online]. 2003, roč. 348, č. 3, s. 229-235. [2022-08-06]. ISSN 1533-4406. DOI: 10.1056/NEJMs021721.
- GINSBURG, Michael J., ELLIS, George L., FLOM, Lynda L. Detection of soft-tissue foreign bodies by plain radiography, xerography, computed tomography, and ultrasonography. In: *Annals of Emergency Medicine* [online]. 1990, roč. 19, č. 6, s. 701-703. [cit. 2022-08-29]. ISSN 1097-6760. DOI: 10.1016/s0196-0644(05)82483-7.
- GOMAA, Mohamed, ABDELAAL, Ahmed. Ultrasonography versus Radiography in Detection of Different Foreign Bodies in a Cadaveric Calf Thigh Specimen. In: *Research Journal for Veterinary Practitioners* [online]. 2015, roč. 3, č. 4, s. 83-88. [cit. 2022-09-12]. ISSN 2308-2798. DOI: 10.14737/journal.rjvp/2015/3.4.83.88.
- GRASSI, Roberto et al. Application of imaging guidelines in patients with foreign body ingestion or inhalation: literature review. In: *Seminars in Ultrasound, CT and MR* [online]. 2015, roč. 36, č. 1, s. 48-56. [cit. 2022-03-04]. ISSN 1558-5034. DOI: 10.1053/j.sult.2014.10.004.
- GREEN, Sarah S. Ingested and Aspirated Foreign Bodies. In: *Pediatrics in Review* [online]. 2015. Roč. 36, č. 10, s. 430-437. [cit. 2023-01-02]. ISSN 1526-3347. DOI: 10.1542/pir.36-10-430.
- GREENBERG, Caprice C. et al. Bar-coding Surgical Sponges To Improve Safety: A Randomized Controlled Trial. In: *Annals of Surgery* [online]. 2008. Roč. 247, č. 4, s. 612-616. [cit. 2022-08-06]. ISSN 1528-1140. DOI: 10.1097/sla.0b013e3181656cd5.
- GUELFGUAT, Mark et al. Clinical guidelines for imaging and reporting ingested foreign bodies. In: *American Journal of roentgenology* [online]. 2014, roč. 203, č. 1, s. 37-53. [cit. 2023-01-03]. ISSN 1546-3141. DOI: 10.2214/AJR.13.12185.
- HAGHNEGAHDAR, Abdolaziz, SHAKIBAFARD, Alireza, KHOSRAVIFARD, Negar. Comparison between Computed Tomography and Ultrasonography in Detecting Foreign Bodies Regarding Their Composition and Depth: An *In Vitro* Study. In: *Journal of Dentistry*

[online]. 2016, roč. 17, č. 3, s. 177-184. [cit. 2022-07-02]. ISSN 2345-6418. Dostupné na internete: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5006826/#B7>

HUNTER, Tim B., TALJANOVIC, Mihra S. Foreign Bodies. In: *RadioGraphics* [online]. 2003, roč. 23, č. 3, s. 731-757. [cit. 2022-07-17]. ISSN 1527-1323. DOI: 10.1148/rg.233025137.

INGRAHAM, CH. R. et al. Radiology of foreign bodies: how do we image them? In: *Emergency Radiology* [online]. 2015, roč. 22, č. 4, s. 425-430. [cit. 2022-03-04]. ISSN 1070-3004. DOI: 10.1007/s10140-015-1294-9.

JANDL, Nico M. et al. Diagnostic yield of cone beam computed tomography for small foreign body detection in the hand in comparison with radiography, MSCT and MRI: an ex vivo study. In: *Injury* [online]. 2021, roč. 52, č. 10, s. 2841-2847. [cit. 2022-01-22]. ISSN 1879-0267. DOI: 10.1016/j.injury.2021.01.017.

JAVADRASHID, Reza et al. Evaluation of the result of diagnostic of Spiral computed tomography comparing with cone beam computed tomography in diagnostic of foreign body in the orbit. In: *Journal of American Science* [online]. 2013, roč. 9, č. 7, s. 94-98. [cit. 2022-08-28]. ISSN 2375-7264. Dostupné na internete: <http://www.jofamericanscience.org>.

JAVADRASHID, Reza et al. Visibility of different foreign bodies in the maxillofacial region using plain radiography, CT, MRI and ultrasonography: an *in vitro* study. In: *Dentomaxillofacial Radiology* [online]. 2015, roč. 44, č. 4, 20140229. [cit. 2022-07-02]. ISSN 1476-542X. DOI: 10.1259/dmfr.20140229.

JAVADRASHID, Reza et al. Visibility of different intraorbital foreign bodies using plain radiography, computed tomography, magnetic resonance imaging, and cone-beam computed tomography: an in vitro study. In: *Canadian Association of Radiologists journal* [online]. 2017, roč. 68, č. 2, s. 194-201. [cit. 2022-08-28]. ISSN 1488-2361. DOI: 10.1016/j.carj.2015.09.011.

JAYACHANDRA, Shruti, ESLICK, Guy D. A systematic review of pediatric foreign body ingestion: Presentation, complications, and management. In: *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* [online]. 2013, roč. 77, č. 3, s. 311-317. [cit. 2023-01-03]. ISSN 1872-8464. DOI: 10.1016/j.ijporl.2012.11.025.

JÄRVENPÄÄ, Pia, ARKKILA, Perttu, AALTONEN, Leena-Maija. Globus Pharyngeus: a review of etiology, diagnostics, and treatment. In: *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology* [online]. 2018, roč. 275, č. 8, s. 1945-1953. [cit. 2022-05-25]. ISSN 1434-4726. DOI: 10.1007/s00405-018-5041-1.

JOHANSEN, Andrew et al. Pediatric Esophageal Foreign Body: Possible Role for Digital Tomosynthesis. In: *Pediatric Emergency Care* [online]. 2021, roč. 37, č. 4, s. 208-212. [cit. 2022-05-25]. ISSN 1535-1815. DOI: 10.1097/PEC.0000000000001517.

KAISER, William C. et al. The Retained Surgical Sponge. In: *Annals of Surgery* [online]. 1996, roč. 224, č. 1, s. 79-84. [cit. 2022-08-06]. ISSN 1528-1140. DOI: 10.1097/00000658-199607000-00012.

KAVIANI, Farzaneh et al. Detection of Foreign Bodies by Spiral Computed Tomography and Cone Beam Computed Tomography in Maxillofacial Regions. In: *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects* [online]. 2014, roč. 8, č. 3, s. 166-171. [cit. 2022-08-28]. ISSN 2008-2118. DOI: 10.5681/joddd.2014.030.

KAY, Marsha, WYLLIE, Robert. Pediatric foreign bodies and their management. In: *Current Gastroenterology Reports* [online]. 2005, roč. 7, č. 3, s. 212-218. [cit. 2022-08-02]. ISSN 1534-312X. DOI: 10.1007/s11894-005-0037-6.

KRIMMEL, Michael et al. Wooden foreign bodies in facial injury: a radiological pitfall. In: *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* [online]. 2001, roč. 30, č. 5, s. 445-447. [cit. 2022-01-22]. ISSN 1531-5053. DOI: 10.1054/ijom.2001.0109.

KULLMAN, Leif, AL SANE, Mona. Guidelines for dental radiography immediately after a dento-alveolar trauma, a systematic literature review. In: *Dental Traumatology* [online]. 2012, roč. 28, č. 3, s. 193-199. [cit. 2022-08-28]. ISSN 1600-9657. DOI: 10.1111/j.1600-9657.2011.01099.x.

LAGALLA, Roberto et al. Plain film, CT and MRI sensibility in the evaluation of intraorbital foreign bodies in an in vitro model of the orbit and in pig eyes. In: *European Radiology* [online]. 1993, roč. 10, č. 8, s. 1338-1341. [cit. 2022-09-08]. ISSN 1432-1084. DOI: 10.1007/s003309900306.

LAMMERS, R. L. Soft tissue foreign bodies. In: *Annals Emergency Medicine* [online]. 1988, roč. 17, č. 12, s. 1336-1347. [cit. 2022-03-06]. ISSN 1097-6760. DOI: 10.1016/s0196-0644(88)80361-5.

LARI, Sima S. et al. Comparative Sensitivity Assessment of Cone Beam Computed Tomography and Digital Radiography for detecting Foreign Bodies. In: *The Journal of Contemporary Dental Practice* [online]. 2016, roč. 17, č. 3, s. 224-229. [cit. 2022-09-12]. ISSN 1526-3711. DOI: 10.5005/jp-journals-10024-1831.

LU, Yi-Ying et al. Calcified reticulate rind sign: a characteristic feature of gossypiboma on computed tomography. In: *World Journal of Gastroenterology* [online]. 2005, roč. 11, č. 31, s. 4927-4929. [cit. 2022-08-06]. ISSN 2219-2840. DOI: 10.3748/wjg.v11.i31.4927.

LUCERNA, Alan. Foreign Body Insertions: A Review. In: *Emergency Medicine* [online]. 2017, roč. 49, č. 7, s. 315-319. [cit. 2022-08-02]. ISSN 1472-0213. DOI: 10.12788/emed.2017.0040.

MACARIO, Alex, MORRIS, Dean, MORRIS, Sharon. Initial Clinical Evaluation of a Handheld Device for Detecting Retained Surgical Gauze Sponges Using Radiofrequency Identification Technology. In: *Archives of Surgery* [online]. 2006, roč. 141, č. 7, s. 659-662. [cit. 2022-08-06]. ISSN 1538-3644. DOI: 10.1001/archsurg.141.7.659.

MANZELLA, Adonis et al. Imaging of gossypibomas: pictorial review. In: *American Journal of Roentgenology* [online]. 2009, roč. 193, príl. 6, s. 94-101. [cit. 2022-08-06]. ISSN 1546-3141. DOI: 10.2214/AJR.07.7132.

MATHEW, Rishi P. et al. Clinical presentation, diagnosis and management of aerodigestive tract foreign bodies in the adult population: Part 1. In: *South African Journal of Radiology* [online]. 2021, roč. 25, č. 1. [cit. 2022-07-24]. ISSN 2078-6778. DOI: 10.4102/sajr.v25i1.2022.

MEJRI, Atef et al. Gossypiboma: the failure of a successful intervention. In: *Pan African Medical Journal* [online]. 2020, roč. 36, s. 1-6. [cit. 2022-07-30]. ISSN 1937-8688. DOI: 10.11604/pamj.2020.36.335.25464.

MERCADO, L. N. S., HAYRE, Christopher M. The detection of wooden foreign bodies: An experimental study comparing direct digital radiography (DDR) and ultrasonography. In: *Radiography* [online]. 2018, roč. 24, č. 4, s. 340-344. [cit. 2022-01-22]. ISSN 1532-2831. DOI: 10.1016/j.radi.2018.04.004.

MESINA, Cristian et al. Problems of Diagnosis and Treatment Caused by Ingested Foreign Bodies. In: *Chirurgia* [online]. 2013, roč. 108, č. 3, s. 400-406. [cit. 2023-01-03]. ISSN 1842-368X. Dostupné na internete: <http://revistachirurgia.ro/pdfs/2013-3-400.pdf>

MU, Liancai, SUN, Deqiang, HE, Ping. Radiological diagnosis of aspirated foreign bodies in children: Review of 343 cases. In: *The Journal of Laryngology & Otology* [online]. 1990. Roč. 104, č. 10, s. 778-782. [cit. 2023-01-02]. ISSN 1748-5460. DOI: 10.1017/s0022215100113891.

OBER, Christopher P. et al. Comparison of ultrasound, computed tomography, and magnetic resonance imaging in detection of acute wooden foreign bodies in the canine manus. In:

*Veterinary Radiology & Ultrasound* [online]. 2008, roč. 49, č. 5, s. 411-418. [cit. 2022-01-22]. ISSN 1740-8261. DOI: 10.1111/j.1740-8261.2008.00399.x.

O'CONNOR, Angus R. et al. Imaging of retained surgical sponges in the abdomen and pelvis. In: *American Journal of Roentgenology* [online]. 2003, roč. 180, č. 2, s. 481-489. [cit. 2022-08-06]. ISSN 1546-3141. DOI: 10.2214/ajr.180.2.1800481.

OIKARINEN, K. S. et al. Visibility of foreign bodies in soft tissue in plain radiographs, computed tomography, magnetic resonance imaging, and ultrasound. An in vitro study. In: *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* [online]. 1993, roč. 22, č. 2, s. 119-124. [cit. 2022-03-06]. ISSN 0901-5027. DOI: 10.1016/s0901-5027(05)80818-5.

OMEZLI, Mehmet M., TORUL, Damla, SIVRIKAYA, Efe C. The prevalence of foreign bodies in jaw bones on panoramic radiography. In: *Indian Journal of Dentistry*. [online]. 2015, roč. 6, č. 4, s. 185-189. [cit. 2022-09-12]. ISSN 2213-3666. DOI: 10.4103/0975-962X.170371.

PANIGRAHI, Ranajit et al. Foreign Body Detection in Musculoskeletal Injuries: A In Vitro Blinded Study Comparing sensitivity among Digital radiography, Ultrasonography, CT and Magnetic Resonance Imaging. In: *Musculoskeletal Regeneration* [online]. 2015. [cit. 2022-01-22]. ISSN 2378-5551. DOI: 10.14800/MR.649.

PASSALI, Desiderio et al. Foreign body injuries in children: a review. In: *Acta Otorhinolaryngologica Italica* [online]. 2015, roč. 35, č. 4, s. 265-271. [cit. 2022-07-17]. ISSN 1827-675X. Dostupné na internete: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4731891/>

POPESCU, Roxana et al. The importance of CT imaging for detecting traumatic intraorbital and maxillofacial foreign bodies. In: *Romanian Neurosurgery* [online]. 2011, roč. 18, č. 4, s. 476-482. [cit. 2022-08-26]. ISSN 2344-4959. Dostupné na internete: <https://www.journals.lapub.co.uk/index.php/roneurosurgery/article/view/617>

PUGMIRE, Brian S., LIM, Ruth, AVERY, Laura L. Review of Ingested and Aspirated Foreign Bodies in Children and Their Clinical Significance for Radiologists. In: *RadioGraphics* [online]. 2015, roč. 35, č. 5, s. 1528-1538. [cit. 2022-08-02]. ISSN 1527-1323. DOI: 10.1148/rg.2015140287.

RABIE, Ezzedien M. et al. Gossypiboma revisited: A never ending issue. In: *International Journal of Surgery Case Reports* [online]. 2016, roč. 19, s. 87-91. [cit. 2022-07-30]. ISSN 2210-2612. DOI: 10.1016/j.ijscr. 2015.12.032.

REŽŇÁK, Ivan et al. *Moderné zobrazovacie metódy v lekárskej diagnostike*. Martin: Osveta, 1992. 144 s. ISBN 80-217-0428-4.

RODRÍGUEZ, Hugo et al. Management of foreign bodies in the airway and oesophagus. In: *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* [online]. 2012, roč. 76, č. 1, s. 84-91. [cit. 2022-07-17]. ISSN 0165-5876. DOI: 10.1016/j.ijporl.2012.02.010.

RUIZ, Fadel E. Airway foreign bodies in children. In: *UpToDate, Mallory GB* [online]. 2020. [cit. 2023-01-02]. Dostupné na internete: Airway foreign bodies in children (medilib.ir)

SANKPAL, Jitendra et al. Oh, My Gauze !!!- A rare case report of laparoscopic removal of an incidentally discovered gossypiboma during laparoscopic cholecystectomy. In: *International Journal of Surgery Case Reports* [online]. 2020, roč. 72, s. 643-646. [cit. 2022-08-02]. ISSN 2210-2612. DOI: 10.1016/j.ijscr.2020.04.058.

SHIELS, William E. Soft Tissue Foreign Bodies: Sonographic Diagnosis and Therapeutic Management. In: *Ultrasound Clinics* [online]. 2007, roč. 2, č. 4, s. 669-681. [cit. 2022-08-02]. ISSN 1879-9647. DOI: 10.1016/j.cult.2007.12.001.

SHISHVAN, Hadi H., EBRAHIMNEJAD, Hamed. A study on the ability of panoramic, CT, Cone-beam CT, MRI and ultrasonography in detecting different foreign-bodies in the maxillofacial region (an in-vitro study). In: *Electronic Journal of General Medicine* [online]. 2018, roč. 15, č. 3, s. 1-6. [cit. 2022-08-28]. ISSN 2516-3507. DOI: 10.29333/ejgm/85026.

SHOKRI, Abbas et al. Comparison of Ultrasonography, Magnetic Resonance Imaging and Cone Beam Computed Tomography for Detection of Foreign Bodies in Maxillofacial Region. In: *Journal of Clinical and Diagnostic Research* [online]. 2017, roč. 11, č. 4, s. TC 15-TC 19. [cit. 2022-05-25]. ISSN 0973-709X. DOI: 10.7860/JCDR/2017/24523.9736.

SHRESTHA, Dipak et al. The role of ultrasonography in detection and localization of radiolucent foreign body in soft tissues of extremities. In: *JNMA: Journal of the Nepal Medical Association* [online]. 2009, roč. 48, č. 173, s. 5-9. [cit. 2022-01-22]. ISSN 1815-672X. Dostupné na internete: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19529050/>.

SCHNIDER, Nicole, REICHART, Peter A., BORNSTEIN, Michael M. Intraoral foreign bodies detected 40 years after a car accident using cone beam computed tomography. In: *Quintessence International* [online]. 2012, roč. 43, č. 9, s. 741-745. [cit. 2022-08-28]. ISSN 1936-7163. Dostupné na internete: <https://www.quintessence-publishing.com/deu/en/article/840563>.

TSENG, Hsiang-Jer et al. Imaging Foreign Bodies: Ingested, Aspirated, and Inserted. In: *Annals of Emergency Medicine* [online]. 2015. Roč. 66, č. 6, s. 1-13. [cit. 2023-01-02]. ISSN 1097-6760. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2015.07.499.

- UNRUH, Brandon T. et al. Insertion of Foreign Bodies (polyembolokoilamania): Underpinnings and Management Strategies. In: *Primary Care Companion for CNS Disorders* [online]. 2012, roč. 14, č. 1. [cit. 2022-08-02]. ISSN 2155-7780. DOI: 10.4088/PCC.11f01192.
- VÁLEK, Vlastimil, ŽIŽKA, Jan. *Moderní diagnostické metody. III. díl: Magnetická rezonance*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 1996. 45 s. ISBN 80-7013-225-6.
- VALIZADEH, Solmaz et al. Evaluation of visibility of foreign bodies in the maxillofacial region: comparison of computed tomography, cone beam computed tomography, ultrasound and magnetic resonance imaging. In: *Iranian Journal of Radiology* [online]. 2016, roč. 13, č. 4. [cit. 2022-08-29]. ISSN 2008-2711. DOI: 10.5812/iranjradiol.37265.
- VALIZADEH, Solmaz et al. Diagnostic Accuracy of Cone Beam Computed Tomography in Identification of Foreign Bodies in the Head and Neck Region. In: *Journal of Dental School* [online]. 2018, roč. 36, č. 4, s. 136-139. [cit. 2022-08-28]. ISSN 2645-4351. Dostupné na internetu:  
[https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?journal=J+Dent+Sch+Shahid+Beheshti+Univ+Med+Sci&title=Diagnostic+accuracy+of+cone+beam+computed+tomography+in+identification+of+foreign+bodies+in+the+head+and+neck+region&author=S+Valizadeh&author=L+Alibakhshi&author=MG+Ahsaie&author=S+Kazemi&author=Z+Vasegh&volume=36&publication\\_year=2018&pages=136-139&](https://scholar.google.com/scholar_lookup?journal=J+Dent+Sch+Shahid+Beheshti+Univ+Med+Sci&title=Diagnostic+accuracy+of+cone+beam+computed+tomography+in+identification+of+foreign+bodies+in+the+head+and+neck+region&author=S+Valizadeh&author=L+Alibakhshi&author=MG+Ahsaie&author=S+Kazemi&author=Z+Vasegh&volume=36&publication_year=2018&pages=136-139&).
- VOMÁČKA, Jaroslav et al. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. 2. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. 158 s. ISBN 978-80-244-4508-3.
- WEBB, William A. Management of foreign bodies of the upper gastrointestinal tract: Update. In: *Gastrointestinal Endoscopy* [online]. 1995, roč. 41, č. 1, s. 39-51. [cit. 2022-08-02]. ISSN 0016-5107. DOI: 10.1016/S0016-5107(95)70274-1.
- WHITE, Stuart C., PHAROAH, Michael J. *Oral radiology, principles and interpretation*. 7. vyd. St. Louis: Mosby, 2014. 696 s. ISBN 9780323096348.
- YANAY, Ofer et al. Retained wooden foreign body in a child's thigh complicated by severe necrotizing fasciitis: A case report and discussion of imaging modalities for early diagnosis. In: *Pediatric Emergency Care* [online]. 2001, roč. 17, č. 5, s. 354-355. [cit. 2022-05-25]. ISSN 1535-1815. DOI: 10:1097/00006565-200110000-00009.
- YANG, Ta-Wei et al. Diagnostic Performance of Conventional X-ray for Detectiong Foreign Bodies in the Upper Digestice Tract: A Systematic Review and Diagnostic Meta-Analysis. In:

*Diagnostics (Basel)* [online]. 2021, roč. 11, č. 5, s. 790. [cit. 2022-07-24]. ISSN 2075-4418. DOI: 10.3390/diagnostics11050790.

YOUNG, Adam S. et al. Self-embedding behavior: radiologic management of self-inserted soft-tissue foreign bodies. In: *Radiology* [online]. 2010, roč. 257, č. 1, s. 233-239. [cit. 2022-08-02]. ISSN 1527-1315. DOI: 10.1148/radiol.10091566.

URL 1: <http://www.magtecinc.com/>

## Zoznam skratiek:

|      |                                                                                            |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3D   | trojdimenzionálny                                                                          |
| CBCT | počítačová tomografia s kužeľovitým zväzkom (z <i>angl.</i> Cone Beam Computed Tomography) |
| CNS  | centrálny nervový systém                                                                   |
| CT   | počítačová tomografia (z <i>angl.</i> Computed Tomography)                                 |
| D    | v dutine                                                                                   |
| GIT  | gastrointestinálny trakt                                                                   |
| HU   | Hounsfieldova jednotka (z <i>angl.</i> Hounsfield Unit)                                    |
| MDCT | multidetektorová počítačová tomografia                                                     |
| MR   | magnetická rezonancia (z <i>angl.</i> Magnetic Resonance Imaging - MRI)                    |
| MSCT | z <i>angl.</i> Multislice Computed Tomography                                              |
| MT   | v mäkkom tkanive                                                                           |
| OPG  | ortopantomogram                                                                            |
| PET  | polyetyléntereftalát                                                                       |
| ROI  | oblasť záujmu (z <i>angl.</i> Region of interest)                                          |
| RTG  | röntgen                                                                                    |
| TK   | medzi tkanivom a kosťou                                                                    |
| USG  | ultrasonografia                                                                            |

## Zoznam obrázkov:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Obrázok 1: Prehľad procesu vyradovania použitej literatúry podľa diagramu PRISMA.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 10 |
| Obrázok 2: Séria RTG snímiek detegujúcich rôzne vložené (A) a prehltnuté cudzie telesá (B, C, D). A - kovová sponka v močovom mechúry u dvojročného dievčatka, B - úmyselne prehltnutý príbor u 25 ročnej ženy, C - špendlík u 14 ročného dievčatka (šípka), D - okrúhle rádiokontrastné cudzie teleso, absorbujúce RTG žiarenie menej ako minca alebo gombíková batéria (zvlnená šípka),.....                                                                                                                                      | 15 |
| Obrázok 3: CT sken brucha 35 ročnej ženy dva mesiace po laparotómii odhaľujúce charakteristický špongiózny znak zabudnutého chirurgického tampónu (červený kruh) v ľavej bedrovej jamke, malý absces a obštrukciu tenkého čreva, .....                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 19 |
| Obrázok 4: Zobrazenie cudzích telies pomocou USG – A - kov, B - kameň, C - sklo, D - plast, E - drevo. Telesá vidno ako hyperechogénne útvary (šípky), všimnime si artefakt v tvare chvosta kométy distálne na A a C (hlavy šípok), a čisté akustické tienenie distálne na B, D a E (hlavy šípok),.....                                                                                                                                                                                                                             | 23 |
| Obrázok 5: Ortopantomogram (OPG) fantómu ovčej hlavy zobrazujúci kovové fragmenty o veľkostiach 2 mm <sup>3</sup> , 3 mm <sup>3</sup> , 4 mm <sup>3</sup> a 5 mm <sup>3</sup> (červené kruhy),.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 27 |
| Obrázok 6: Bočný RTG obraz fantómu nohy ošípanej zobrazujúci fragmenty nasledujúcich cudzích telies. Označenie telies: kosť ryby halibuta (H), kosť lososa (L), rôzne druhy plastu (P1, P2), sklo z fľaše (FL), plexisklo (PL), štrk (ŠT), bambusové drevo (BA) suché (vľavo) a mokré (vpravo), drevená čínska palička (ČP) suchá (vľavo) a mokrá (vpravo), špáradlo do zubov (ŠP) suché (vľavo) a mokré (vpravo), drevený depresor jazyka (DP) suchý, rôzne druhy plastovej vidličky (V1, V2), kompostovateľná vidlička (KV),..... | 27 |
| Obrázok 7: Detekcia cudzích telies pomocou počítačovej tomografie s kužeľovitým zväzkom a špirálovej počítačovej tomografie. Na skenoch je sklenené teleso umiestnené v nosovej dutine, plastové teleso a teleso z kameňa v jazyku a kovové teleso sa nachádza v perioste....                                                                                                                                                                                                                                                       | 32 |
| Obrázok 8: Ťažkosti pri detekcii plastového cudzieho telesa o veľkosti 1 mm <sup>3</sup> (šípky) v perioste za použitia CBCT (A) a CT (B),.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 32 |
| Obrázok 9: Magnetická rezonancia cudzích telies (šípky) umiestnených v ovčej hlave na rozhraní mäkkého tkaniva a kosti. A - asfalt a kameň, B - kov, C - drevo, D - zub, E - sklo. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 35 |
| Obrázok 10: Použité fantómy: A - kozie mäso a kosť; B - vysušená ľudská lebka. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 39 |

|                                                                                                                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Obrázok 11: A - rôzne veľkosti pripravených cudzích telies; B - RTG snímok pripravených cudzích telies. ....                                                                                                                                 | 39 |
| Obrázok 12: A - vloženie cudzích telies z dreva medzi kosť a mäkké tkanivo; B – vloženie kovových cudzích telies do zadnej lebečnej jamy. ....                                                                                               | 41 |
| Obrázok 13: RTG snímky cudzích telies (červený rám) v mäkkom tkanive (pečeň). Telesá na snímkach sú zoradené podľa veľkosti zhora nadol od najväčšieho po najmenšie. A – kameň, B – drevo, C – sklo, D – kov, E – plast. ....                | 43 |
| Obrázok 14: RTG snímky cudzích telies (červený rám) umiestnených medzi mäkké tkanivo a kosť. Telesá na snímkach sú zoradené podľa veľkosti zhora nadol od najväčšieho po najmenšie. A – kameň, B – drevo, C – sklo, D – kov, E – plast. .... | 43 |
| Obrázok 15: CT skeny (šírka vrstvy 0,63 mm) cudzích telies (červený kruh) umiestnených v MT – mäkké tkanivo, o veľkosti 2 mm <sup>3</sup> a v TK – medzi tkanivom a kosťou, o veľkosti 5 mm <sup>3</sup> . ....                              | 44 |
| Obrázok 16: RTG snímky cudzích telies (červený rám) v lebke. Telesá na snímkach sú zoradené podľa veľkosti zľava doprava od najväčšieho po najmenšie. A – kameň, B – drevo, C – sklo, D – kov, E – plast. ....                               | 45 |
| Obrázok 17: CT skeny (šírka vrstvy 0,63 mm) cudzích telies (červený kruh) o veľkosti 2 mm <sup>3</sup> umiestnených v lebke. A – kameň, B – drevo, C – sklo, D – kov, E – plast. ....                                                        | 45 |
| Obrázok 18: CT sken (šírka vrstvy 0,63 mm) cudzieho telesa z dreva (červený kruh) o veľkosti 5 mm <sup>3</sup> umiestneného medzi tkanivom a kosťou, A – bez úpravy okna; B – s úpravou okna. .                                              | 46 |
| Obrázok 19: Schopnosť detekcie cudzích telies rôznej veľkosti pomocou konvenčného röntgenového prístroja (RTG) a počítačovej tomografie (CT) v stupňoch viditeľnosti. ....                                                                   | 49 |
| Obrázok 20: Schopnosť detekcie cudzích telies z rôzneho materiálu pomocou konvenčného röntgenového prístroja (RTG) a počítačovej tomografie (CT) v stupňoch viditeľnosti. ....                                                               | 50 |
| Obrázok 21: Schopnosť detekcie cudzích telies v rôznych lokalitách pomocou konvenčného röntgenového prístroja (RTG) a počítačovej tomografie (CT) v stupňoch viditeľnosti. ....                                                              | 50 |

## Zoznam tabuliek:

|                                                                                                                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabuľka 1: Materiál cudzieho telesa na RTG snímkach .....                                                                                                                                                                   | 26 |
| Tabuľka 2: Denzity niektorých tkanív .....                                                                                                                                                                                  | 29 |
| Tabuľka 3: Denzita skúmaných cudzích telies a okolitých tkanív podľa Hounsfieldovej stupnice .....                                                                                                                          | 40 |
| Tabuľka 4: Bodovacia stupnica na interpretáciu obrazov (upravená) .....                                                                                                                                                     | 42 |
| Tabuľka 5: Stupne viditeľnosti cudzích telies uložených v mäkkom tkanive (MT), medzi tkanivom a kosťou (TK) a v dutine (D) za použitia RTG a CT zobrazovacích modalít. Hodnoty sú mediánmi hodnotení troch rádiológov. .... | 47 |
| Tabuľka 6: Najmenšia veľkosť cudzieho telesa v milimetroch detegovaná pomocou RTG a CT. ....                                                                                                                                | 51 |

## **Zoznam príloh:**

|                                                                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Príloha 1: Súhlas Fakultnej nemocnice v Olomouci s realizáciou výskumu, s poskytnutím informácií a zberom dát pre spracovanie diplomovej práce..... | 78 |
| Príloha 2: Súhlasné stanovisko Etickej komisie Fakulty zdravotníckych vied Univerzity Palackého k výskumnej časti diplomovej práce. ....            | 80 |

## Prílohy

Príloha 1: Súhlas Fakultnej nemocnice v Olomouci s realizáciou výskumu, s poskytnutím informácií a zberom dát pre spracovanie diplomovej práce.



FAKULTNÍ NEMOCNICE  
OLOMOUC

I. P. Pavlova 185/6, 779 00 Olomouc  
Tel. 588 441 111, E-mail: [info@fnol.cz](mailto:info@fnol.cz)  
IČ: 00098892

ODBOR KVALITY

Fm-MP-G015-05-ZADOST-001

verze č. 1, str. 1/2

### Žádost o poskytnutí informace pro studijní účely/sběr dat

Jméno a příjmení žadatele: Margita Dieová

Datum narození: 24.2.1999 Telefon: +421902609754 E-mail: dieoma00@upol.cz

Kontaktní adresa: Riečiny 4, 036 01 Martin, Slovensko

Přesný název školy/fakulty: Fakulta zdravotnických věd Univerzity Palackého v Olomouci

Obor studia: Zobrazovací technologie v radiodiagnostice

Forma studia: ☒ prezenční ☐ kombinovaná ☐ distanční

#### Téma závěrečné práce:

Možnosti zobrazenia cudzích telies

#### Žadatel ve FNOL koná odbornou praxi:

☐ ANO na pracovišti: \_\_\_\_\_ v termínu od: \_\_\_\_\_ do: \_\_\_\_\_  
☒ NE

#### Žadatel je zaměstnancem FNOL:

☐ ANO na pracovišti: \_\_\_\_\_  
☒ NE

Pracoviště FNOL dotčená průzkumem: Rádiologická klinika

#### Účel žádosti:

☒ sběr dat/zjišťování informací pro zpracování diplomové/bakalářské práce  
☐ sběr dat/zjišťování informací pro zpracování seminární/odborné práce  
☐ sběr dat/zjišťování informací pro jiný účel: (uvedte): \_\_\_\_\_

#### Požadavek na (zaškrtněte):

*V případě, že žadatel potřebuje získat informaci o počtech vyšetření/ošetření a předem má souhlas konkrétního pracoviště, že tato data mu budou poskytnuta vedením tohoto pracoviště bez nutnosti jeho nahlížení do zdravotnické dokumentace pacientů, vyplní oddíl „Ostatní – statistická data“. Jinak vyplní oddíl „Nahlížení do zdr. dokumentace“.*

☐ Dotazníková akce ☐ pro pacienty FNOL ☐ pro zaměstnance FNOL

Počet respondentů, kteří budou vyplňovat dotazník: \_\_\_\_\_

Termín, kdy proběhne vyplnění dotazníků: od: \_\_\_\_\_ do: \_\_\_\_\_

K vyplněné žádosti je nutno doložit vzor vašeho dotazníku.

#### ☐ Nahlížení do zdravotnické dokumentace

Předpokládaný počet kusů zdravotnické dokumentace, do které bude žadatel nahlížet: \_\_\_\_\_

Termín, ve kterém bude žadatel nahlížet do zdravotnické dokumentace: od: \_\_\_\_\_ do: \_\_\_\_\_

Přesná specifikace co bude žadatel vyhledávat ve zdravotnické dokumentaci: \_\_\_\_\_

Při nahlížení do zdravotnické dokumentace bude do každé dokumentace vložen formulář Fm-MP-G015-05-NAHLED-001 Záznam o nahlédnutí do zdravotnické dokumentace pro účely výzkumu/studie.

☐ Ostatní

☐ kazuistika – počet:

☐ vedení rozhovoru s pacientem FNOL – počet pacientů: \_\_\_\_\_

☐ vedení rozhovoru se zaměstnancem FNOL – počet zaměstnanců: \_\_\_\_\_ povolání: \_\_\_\_\_

K vyplněné žádosti je nutno doložit vzor rozhovoru (orientační okruh otázek).

☐ statistická data – informace o počtech např. zdravotnických výkonů, vyšetření, určité agendy (např. porodnost), přístrojích

☒ jiné (specifikujte): porovnanie zobrazovacej schopnosti RTG a CT prístroja pri snímkovaní cudzích telies opakovaným meraním

Za které období budou data zjišťována: 06/2022-10/2022

Kdy proběhne sběr dat žadatelem: od: 1.6.2022 do: 31.10.2022

Přesná specifikace co bude žadatel zjišťovat: meranie denzity, zatienenia, rozmerov cudzých telies

**Způsob zveřejnění závěrečné/seminární práce:** Diplomová práce bude zveřejněna a vyhledatelná na internetových stránkách školy a výtlačky v pevné vazbě budou odovzdané státnicové komisi na posouzení.

**Budete FNOL uvádět jako „zdroj dat“ ve své práci?** ☒ ANO ☐ NE

Poučení:

Žadatel souhlasí se zpracováním jeho osobních údajů dle zásad GDPR pro účely evidence této žádosti. Zavazuje se zachovat mlčenlivost o skutečnostech, o nichž se dozví v souvislosti s prováděným výzkumem a sběrem dat/informací.

Žadatel (datum podpis): Dieová, 3.4.2022

Schválil (datum podpis):

4.4. 2022 

Ing. Bc. Andrea Drobiličová  
Náměstkyně lékařských oborů  
Fakultní nemocnice Olomouc

**Poznámky:**

*Príloha 2: Súhlasné stanovisko Etickej komisie Fakulty zdravotníckych vied Univerzity Palackého k výskumnej časti diplomovej práce.*



Fakulta  
zdravotnických věd

UPOL - 136439/1070-2022

Vážená paní  
Bc. Margita Dieová

2022-06-17

Vyjádření Etické komise FZV UP

Vážená paní bakalářko,

na základě Vaší Žádosti o stanovisko Etické komise FZV UP byla Vaše výzkumná část diplomové práce posouzena a po vyhodnocení všech zaslaných dokumentů Vám sdělujeme, že diplomové práci s názvem „**Možnosti zobrazenia cudzích telies**“, jehož jste hlavní řešitelkou, bylo uděleno

**souhlasné stanovisko Etické komise FZV UP .**

S pozdravem,

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
Fakulta zdravotnických věd  
Etická komise  
Hněvotínská 3, 775 15 Olomouc

  
Mgr. Renáta Váverková  
předsedkyně  
Etické komise FZV UP

Fakulta zdravotnických věd Univerzity Palackého v Olomouci  
Hněvotínská 3 | 775 15 Olomouc | T: 585 632 880  
[www.fzv.upol.cz](http://www.fzv.upol.cz)