

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Bc. Marie Pavlíková

Radiodiagnostika polytraumat v teorii a praxi

Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. MUDr. Jaroslav Vomáčka, Ph.D., MBA

Olomouc 2023

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 28. července 2023

Bc. Marie Pavlíková

Děkuji vedoucímu své práce panu doc. MUDr. Jaroslavu Vomáčkovi, Ph.D., MBA, za odborné vedení, cenné rady, doporučené postupy a studijní literaturu. Dále patří poděkování Radiodiagnostickému oddělení Nemocnice Šumperk a. s. a Radiologické klinice FNOL za umožnění provedení výzkumu, který je praktickou částí diplomové práce.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: Diplomová práce

Téma práce: Výzkum metod diagnostiky polytraumat v okresní nemocnici

Název práce: Radiodiagnostika polytraumat v teorii a praxi

Název práce v AJ: Radiodiagnosis of polytrauma in theory and practice

Datum zadání: 2021/10/21

Datum odevzdání: 2023/07/26

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta zdravotnických věd
Ústav radiologických metod

Autor práce: Bc. Marie Pavlíková

Vedoucí práce: doc. MUDr. Jaroslav Vomáčka, Ph.D., MBA

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

Abstrakt v ČJ:

Diplomová práce pojednává o roli zobrazovacích metod v diagnostice polytraumat.

Práce je zaměřena na problematiku polytraumat a jednotlivé zobrazovací metody. Dále popisuje jednotlivé vyšetřovací protokoly na CT a MR a roli radiologického asistenta na daném pracovišti. Práce definuje přehled publikovaných poznatků z české i světové literatury posledních 15 let.

Je také doplněna o výzkum, který se zabývá typy traumat a polytraumat a pacienty ošetřenými v Nemocnici Šumperk a. s. a zobrazovacími metodami, které se uplatňují. Nastiňuje význam polytraumatického CT protokolu v nemocnici okresního typu, vyhodnocuje strukturu polytraumatického CT protokolu a četnost využití za posledních pět let. Na tento výzkum navazuje komparace s dalšími pracovišti a zejména s Fakultní nemocnicí Olomouc.

Cíle práce jsou definovat roli polytraumat v současné urgentní medicíně (1), vyhodnotit význam jednotlivých zobrazovacích metod v diagnostice polytraumat (2) a provést výzkum postupů a protokolů používaných v praxi a role radiologického asistenta v diagnostickém zobrazování (3).

Abstrakt v AJ:

The diploma thesis discusses the role of imaging methods in the diagnosis of polytrauma.

The work is focused on the issue of polytrauma and individual imaging methods. It also describes the individual CT and MR examination protocols and the role of the radiologic assistant at the certain workplace. The thesis defines an overview of published knowledge from Czech and world literature of the last 15 years.

It is also supplemented by research that deals with types of traumas and polytrauma and patients treated at Nemocnice Šumperk a.s. and imaging methods that are applied. It outlines the importance of the polytrauma CT protocol in a district-type hospital, evaluates the structure of the polytrauma CT protocol and the frequency of use over the last 5 years. This research is followed by a comparison with other workplaces and especially with the Fakultní Nemocnice Olomouc.

The objectives of the thesis are to define the role of polytrauma in contemporary emergency medicine (1), to evaluate the importance of individual imaging methods in the diagnosis of polytrauma (2) and conduct research on procedures and protocols used in practice and the role of the radiology assistant in diagnostic imaging (3).

Klíčová slova v ČJ:

polytrauma, zobrazovací metody, diagnostická radiografie, FAST, MDCT, MR

Klíčová slova v AJ:

polytrauma, imaging methods, diagnostic radiography, FAST ultrasound, computed tomography, magnetic resonance

Rozsah: 110/18

Obsah

Úvod.....	8
1 Shrnutí současné problematiky	11
1.1 Definice a organizace polytraumatické problematiky.....	11
1.2 Role radiologického asistenta a jeho význam v diagnostice polytraumat.....	16
1.3 CT v radiodiagnostice polytraumat	18
1.4 Role zobrazovacích metod v diagnostice polytraumat.....	25
1.5 Shrnutí teoretických poznatků.....	33
2 Výzkumná část.....	34
2.1 Soubor pacientů a metodika výzkumu	34
2.2 Výzkumné otázky a hypotézy	39
2.3 Výsledky.....	43
2.4 Diskuse	91
Závěr	97
Literatura a prameny	99
Seznam zkratk	8
Seznam tabulek	108
Seznam obrázků.....	109
Přílohy.....	112

Seznam zkratk

AX	axiální rovina
C	střed okénka (center)
COR	koronální rovina
CT	výpočetní tomografie
FAST	rychlý ultrazvuk (Focused assessment with ultrasonography for trauma)
HU	Hounsfieldovy jednotky
MDCT	multidetektorová výpočetní tomografie
MIP	projekce o maximální intenzitě (MIP)
MPR	multiplanární rekonstrukce
MR	magnetická rezonance
PAT	technika paralelního náběru dat (Parallel Acquisition Techniques)
RTG	rentgen
SAG	sagitální rovina
US	ultrasonografie
T1	podélná relaxace neboli spin-mřížka relaxace
T2	příčná relaxace neboli spin-spin relaxace

Úvod

„Polytrauma je současné poranění dvou a více orgánových systémů, z nichž postižení alespoň jednoho, nebo jejich kombinace ohrožují základní životní funkce“ (Doleček, Martin, 2015). Zvláštní pozornost je zapotřebí věnovat pacientům s poruchou vědomí a nutností intubace (Münn, Friederike, et al., 2020). Ve vyspělých zemích jsou polytraumata stále nejvýznamnější příčinou úmrtí u osob do věku 45 let (Knor, Jiří, 2016).

Touto diplomovou prací by měly být zodpovězeny tyto otázky: Jak lze definovat polytrauma a jakou roli hraje v urgentní medicíně? Jaký význam mají v diagnostickém procesu jednotlivé zobrazovací metody? Jaká je role radiologického asistenta v radiodiagnostice polytraumat, jaké využíváme postupy a protokoly k vyšetření zraněného?

Praktická část diplomové práce se zabývá strukturou polytraumat v okresní nemocnici a zobrazovacími metodami, které se uplatňují. Nastiňuje význam polytraumatického CT protokolu, vyhodnocuje strukturu polytraumatického CT protokolu a četnost využití za posledních pět let na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Šumperk a strukturu polytraumatického CT protokolu na Radiologické klinice Fakultní nemocnice Olomouc.

Před započítáním samotného psaní práce autorka, jako vstupní literaturu, prostudovala příslušné kapitoly v těchto publikacích:

Mechl, Marek, Tintěra, Jaroslav a Žižka, Jan, 2014. Protokoly MR zobrazování. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-109-4.

Ferda, Jiří, Mírka, Hynek, Baxa, Jan a Malán, Alexander, 2015. Základy zobrazovacích metod. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-164-3.

Ferda, Jiří, Mírka, Hynek a Baxa, Jan, 2009. Multidetektorová výpočetní tomografie, Technika vyšetření. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-608-3.

Vomáčka, Jaroslav, 2015. Zobrazovací metody pro radiologické asistenty. 2. doplněné vydání. Univerzita Palackého v Olomouci: Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4508-3.

Vomáčka, Jaroslav, Ultrazvukový kongres Čejkovice 2018. Ultrasonografie v urgentní traumatologii. Radiologická klinika LF a FN v Olomouci, URM FZV UP v Olomouci.

V této práci je čerpáno zejména z článků vyhledaných pomocí elektronických informačních zdrojů v databázi EBSCO, Medvik a Pub Med, dále z recenzovaných časopisů vyhledaných pomocí Google Scholar, ale také z tištěných publikací.

Bylo nalezeno 300 článků souvisejících s problematikou, z nichž bylo konkrétně použito 56. Ostatní byly vyřazeny, protože neobsahovaly vyhovující údaje. Zbylé informace byly dohledány v uvedených bibliografických zdrojích. Vyhledávacími jazyky byly český a anglický jazyk.

Cíle práce jsou:

1. Definovat polytrauma a jeho roli v současné urgentní medicíně.
2. Vyhodnotit význam jednotlivých zobrazovacích metod v diagnostice traumat a polytraumat.
3. Provést výzkum postupů a protokolů používaných v praxi a role radiologického asistenta v diagnostickém zobrazování.

1 Shrnutí současné problematiky

První podkapitola teoretické části diplomové práce definuje pojem polytrauma a celkovou péči o zraněné v České republice. Druhá podkapitola se zabývá rolí radiologického asistenta. Zbylé podkapitoly se zabývají využitím jednotlivých zobrazovacích metod u pacientů s polytraumatem a běžně užívanými postupy a protokoly.

1.1 Definice a organizace polytraumatické problematiky

Polytrauma je „současné poranění nejméně dvou tělesných systémů, přičemž jedno z poranění, nebo jejich kombinace ohrožuje základní životní funkce a život poraněného traumatickým šokem či rozsáhlým krvácením, které ohrožuje jednu či více vitálních funkcí“ (Fabichová, Kateřina, 2019, s. 15).

Podle studie z prosince 2020 jsou důležité zejména urgentní péče a radiodiagnostika, vedoucí k diagnóze a terapii zranění. Proto jsou také velmi důležité přesné protokoly. Úmrtnost se však přesto pohybuje „mezi 10 % a 20 % a může dosahovat až 63 % při spojení s poraněním mozku a až 35 % u pánevních zlomenin“ (Thippeswamy, Pushpa, Bhari, 2020).

Od roku 1969 lze trauma klasifikovat za pomoci zkrácené škály poranění (AIS) a od roku 1974 existuje také škála zvaná skóre závažnosti poranění (ISS), která se používá ke klasifikaci polytraumat ve Spojených státech, mnoha evropských zemích a Austrálii.

V jednotlivých zemích jsou vytvářeny sítě traumacenter, která jsou rozdělena do různých úrovní. Tato péče má značnou finanční nákladnost a je hodnocena podle délky pobytu v nemocnici, nebo úmrtnosti (Frenzel, Stephan et al., 2017). „Traumata jsou přes veškerá preventivní opatření i ve vyspělých zemích nejčastější příčinou úmrtí mladých lidí do 45 let věku, přičemž ČR v úrazových statistikách zaujímá jedno z předních míst“ (Knor, Jiří, 2016).

Česká síť traumacenter

V České republice lze nalézt celkově 12 komplexních diagnosticko-terapeutických center (Berková, Jana, 2022), která jsou určena zejména pro zraněné vyžadující specializovanou multioborovou péči (Rygl, Michal, 2017). Osm center je určeno i pro dětské pacienty. Dále lze v České republice nalézt také tři popáleninová centra (Berková, 2022). Základem radiodiagnostického postupu je CT, ale všechna traumacentra mají na svém pracovišti možnost využití US, MR a RTG přístroje. Podstatná je i možnost využití intervenční radiologie (Rygl,

Michal, 2017). Test, který se nazývá „Infikace k převozu do traumacentra“, bezpečně určuje důvody k převozu do traumacentra v kategoriích „mechanismus poranění – (M), fyziologické ukazatele – (F), anatomické poranění – (A)“.

Citace testu indikace k převozu do traumacentra

Mechanismus poranění

- „Výbuch v uzavřeném prostoru s popálením a/nebo poraněním, úraz způsobený vozidlem: rotace vozidla přes střechu, úraz způsobený vozidlem, přejetí, zaklínění, katapultáž, srážka v rychlosti nad 35 km/h“, pád alespoň ze 6 m.

Fyziologické ukazatele

- Systolický tlak pod 90 mm/Hg, Glasgow Coma Scale s výsledkem nižším než 13 bodů, dechová frekvence nad 29/min., nebo pod 10 za min.

Poranění

- Zlomeniny alespoň dvou dlouhých kostí, penetrující kraniální a hrudní poranění, nestabilita pánve, hrudní, nebo břišní stěny.

Speciální kritéria

- Závažné komorbidity, věk více než šedesát a méně než šest let (Sviták, Roman, 2016).

Mechanismy úrazu

U dospělých osob se jedná zejména o vysokoenergetické polytrauma zejména u motocyklistů a při dopravní nehodě (Knor, Jiří, 2016), dále pak při pokusu o sebepoškození. U mladších dospělých, či dětských pacientů je nutné zahrnout i sportovní úrazy. Nejruznější úrazové příčiny způsobují až 65,7 % úmrtí adolescentů, kteří jsou nejrizikovější věkovou skupinou. Zatímco u dospělých osob je nejčastější příčinou jízda motorovým vozidlem, u dětí navštěvujících základní školu je zraněný nejčastěji v roli cyklisty, či chodce, spolujízdu v motorovém vozidle lze nalézt na třetím místě. Polytraumat z důvodu popálenin a utonutí je méně než u dětí do jednoho roku, kdy převažují pády, popáleniny a asfyxie. U dětí mezi prvním až čtvrtým rokem jsou popáleniny, pády a asfyxie na druhém místě po spolujízdě v motorovém vozidle (Havlůj, Lukáš, et al., 2017).

Vysokoenergetické trauma

- Zejména polytrauma při dopravních nehodách, kdy je zraněno více osob současně (Višna, Petr, et al., 2004, s. 28–30). V roce 2022 jejich počet oproti roku 2021 klesl z 92 681 na 92 172 (Český statistický úřad, 2023).

Pády

- Dochází k nim v domácím prostředí, zejména u seniorů, u mladších osob pak při volnočasových aktivitách.

Pracovní úrazy

- Jedná se o úrazy způsobené při pracovní činnosti, nejčastěji při pádech a při kompresi břemenem. Na pracovišti by měla být poskytnuta adekvátní první pomoc, v případě zemědělství a lesnictví hrozí problematické vyprošťování a časová prodleva při transportu.

Sportovní úrazy

- V případě adrenalinových sportů není zajištěna adekvátní první pomoc a hrozí riziko z prodlení při transportu z nedostupného terénu.

Pokusy o suicidium a ublížení na zdraví:

- Suicidium je úmyslné poškození vlastního zdraví. Dále do této kategorie patří také traumata způsobená trestnými činy (Višna, Petr, et al., 2004, s. 28–30).

Hodnoticí škály polytraumat

Primárním principem prvotní diagnostiky zraněného je rychlost a systematickosti. Hodnoticí stupnice, nazývaná „pokročilá podpora života po traumatu (ATLS)“, je dílem Americké vysoké školy chirurgů a slouží k tvorbě hodnoticích systémů, které pomáhají určit stav zraněného a další péči o něj. Stupnici ATLS tvoří rozsáhlý výběr traumat, která mohou být součástí polytraumat. Základním moderním dokumentem je Zkrácená stupnice úrazů („AIS – Abbreviated Injury Scale“). Její vznik je možné datovat do 1. poloviny 20. století. Účelem je určit závažnost úrazu („ISS, tzv. Injury Severity Score“). Dceřinými produkty jsou „Mezinárodní výbor pro úpravu újmy (IISC) a Asociace pro pokrok v automobilovém lékařství (AAAM)“, jejichž verze z roku 2005 je považována za dosud platnou. Je také základem dalších tiskopisů, u kterých platí verze z roku 2005, je to „Mezinárodní výbor pro úpravu újmy (IISC) a Asociace pro pokrok v automobilovém lékařství (AAAM)“. „Stupnice akutní fyziologie a hodnocení chronického zdraví II (APACHE II), Glasgow Coma Scale (GCS) a revidované skóre traumatu (RTS)“ našly své využití při hodnocení stavu hospitalizovaných pacientů po celou dobu pobytu v nemocničním zařízení (Cernea, Daniela, 2014). Škála Revidované skóre traumatu hodnotí pacienta v kritériích počet dechů za minutu, systolický tlak a Glasgowská stupnice míry vědomí (Glasgow Coma Scale). Bodové hodnocení je součtem jednotlivých kategorií a indikuje pacienta k okamžitému, urgentnímu a opožděnému

přesunu do traumacentra. Na posledních dvou místech bodového hodnocení jsou zranění čekající na přesun dále, nebo jsou vyhodnoceni jako mrtví (Homola, Ambrož, 2014, s. 273–275).

Standardní klinické vyšetření polytraumatizovaných pacientů

Anamnéza je počátkem každého klinického vyšetření. U pacientů s polytraumatem se skládá z veškerých dříve prodělaných onemocnění a úrazů, jakož i z úrazového mechanismu. Na druhém místě se nacházejí hodnotící klinické nástroje „ACLS (Advanced cardiac life support) a ATLS (pokročilá podpora života po traumatu)“. Jako další následuje vyšetření na radiodiagnostickém pracovišti. Bývá provedeno „ultrazvukové vyšetření břicha, CT mozku, RTG pánve, hrudníku, krční páteře a lebky“. Laboratorní vyšetření obsahuje vyšetření krevních plynů, jaterních a renálních testů, glykemie, elektrolytů v krvi (Na, K, CL a kompletní krevní obraz) (Cernea, Daniela, 2014). Vhodné je i vyšetření D-dimerů, na což poukazuje kupříkladu skandinávská studie (Nakama, Rakuhei, et al., 2014). Celý diagnostický proces je zakončen vyhodnocením škál revidované „skóre traumatu (RTS) a Glasgow Coma Scale (GCS)“ (Cernea, Daniela, 2014). Spolupráce traumatologie a radiologie je jedním z důležitých předpokladů v urgentní medicíně (Wirth, Stefan, et al., 2020).

Standardní radiologický postup

Diagnostický proces je v případě indikace zahájen tzv. rychlým ultrazvukem, který má vysokou citlivost vůči pneumotoraxu a volné tekutině (Girsa, David, et al., 2019) a lze jej indikovat již v místě traumatu ve formě tzv. point of care US (Thippeswamy Pushpa, Bhari, 2020). Solidní tkáň lze plnohodnotně vyšetřit jen s obtížemi (Girsa, David, et al., 2019). Pokud lékař neindikuje FAST, nebo je nález negativní, je na prvním místě MDCT, která zvyšuje naděje na zotavení zraněného o 25 %. Hlavní výhodou CT je specializovaný polytraumatický CT protokol. Z hlediska nativního a postkontrastního zobrazení se může jednat například o nativní vyšetření oblasti mozku a následné postkontrastní vyšetření oblasti od krku po pánev (Jandura, Jiří, et al. 2019). Jako další možnosti z hlediska podání kontrastní látky lze využít moderní polytraumatický CT protokol s použitím děleného bolu, multifázový polytraumatický CT protokol, či monofázový polytraumatický CT protokol. Radiologický asistent by měl na základě podezření klinika na frakturu navrhnout 3 D CT příslušné oblasti skeletu (Suciu, Sebastian, et al., 2019). CT povětšinou poskytuje dostatečnou diagnostickou informaci pro stanovení dalšího léčebného postupu. K dalšímu diagnostickému zobrazení přistupujeme po dvou hodinách, kdy už by zraněný neměl

být bezprostředně ohrožen na životě. Doplňujeme RTG snímky (Linsenmaier, Ulrich, 2014) či vyšetřením MR, která je výhodná z hlediska radiační ochrany a vyššího tkáňového kontrastu (Girsa, David, et al. 2019). Nezbytnou součástí primárního šetření je i diagnostické zobrazování, a proto je výhodné mít možnost pojízdného RTG přístroje, či mobilního C-ramena a US přístroje na urgentním příjmu (Thippeswamy, Pushpa, Bhari, 2020).

1.2 Role radiologického asistenta a jeho význam v diagnostice polytraumat

Role radiologického asistenta při vyšetření za pomoci ultrasonografie

Práce radiologického asistenta asistujícího lékaři, jakož i ostatních odborníků vyžaduje znalost specializovaných protokolů užívaných v urgentní medicíně. Je nutné reagovat na pokyny anesteziologa, traumatologa, lékaře z urgentního příjmu, zajištění základních životních funkcí, potřeby nemocného a průběh resuscitace. Radiologický asistent spustí přístroj a zadá nemocného do radiologického informačního systému. FAST má za úkol usnadnit neodkladnou resuscitaci a zvýšit u nemocného šanci na přežití (Vomáčka, Jaroslav, 2018).

Role radiologického asistenta při vyšetření za pomoci výpočetní tomografie

CT je hlavní zobrazovací metoda v radiodiagnostice polytraumat. Pokud u daného nemocného hrozí alergická reakce na jodovou kontrastní látku, nebo nemocný není schopen sdělit svou alergologickou anamnézu, musí být podána preventivní premedikace. Nemocného po zavedení periferní žilní kanyly připojíme na tlakový injektor s jodovou kontrastní látkou. Zraněný je uložen na vyšetřovací stůl a v případě poruchy vědomí, či vyšetření mozku fixován. Jsou nastaveny „expoziční parametry: kolimace, expoziční rychlost posunu stolu a otáčky gantry“. Další parametry souvisejí s aplikací kontrastní látky: „průtok a objem, zpoždění skenování, cirkulační čas tzv. synchronizace aplikace kontrastní látky a akvizice dat, koncentrace a příkon jodu, monitorace bolusu, tzv. bolus monitoring, bolus tracking, bolus test, bolus timing“. Jako první jsou provedeny plánovací skeny a na jejich základě provedena akvizice hrubých dat. Jsou zvoleny sekundární obrazové parametry „rekonstrukční algoritmus, šíře rekonstruované vrstvy, šíře datové stopy, expoziční parametry KV a mAs, prostorové rozlišení matice a zobrazované pole, objem těla tzv. parametry šumu a kontrastu“. Z hrubých dat (tzv. raw data) jsou následně tvořeny MPR v požadovaných oknech. Při rekonstrukci dat „volíme rekonstrukční algoritmus, šíři obrazu a rekonstrukční inkrement“. Rekonstrukce jsou multiplanární 2D či 3D obrazy, které jsou „zakřivené, radiální, paralelní, izotropní, volume rendering technique, minimum a MIP“ (Ferda, Jiří, et al., 2009, s. 36–64). Veškeré vytvořené rekonstrukce a získané 2D, 3D a 4D obrazy jsou archivovány v systému PACS (Vomáčka, Jaroslav, et al, 2015, s. 44). Je nutné znát celý diagnostický postup, jehož základem je „polytraumatický CT protokol, který obsahuje koronální rekonstrukci hrudníku, břicha a pánve, a SAG rekonstrukci páteře“. Další důležité protokoly jsou 3D rekonstrukce vybraných částí skeletu, protokol pro vyšetření hrudníku, břicha a pánve a

protokol pro vyšetření mozku a krční páteře. Zobrazení by mělo mít vysokou diagnostickou výtěžnost a zároveň proběhnout v co nejkratším čase (Vomáčka, Jaroslav et al., 2015 s. 152–153).

Role radiologického asistenta při vyšetření za pomoci magnetické rezonance

Vyšetření za pomoci magnetické rezonance vyžaduje přípravu vyšetření a nemocného a zadání osobních údajů nemocného do počítače. Je zapotřebí zkontrolovat veškeré pomůcky, které vstupují se zraněným na vyšetřovnu, protože nesmějí být z feromagnetického materiálu. Před vyšetřením musí být řádně vyplněn a podepsán informovaný souhlas. Podle údajů na žadance volíme rozsah vyšetření, vhodný postprocessing, velikost matrix, cívku a sekvence. Jsou provedeny plánovací skeny a nahrána hrubá data, která jsou po provedení postprocessingu archivována v systému PACS (Vomáčka, Jaroslav, et al., 2015, s. 54–55). Za základní sekvence lze považovat „T1 a T2 vážené sekvence, dále pak koherentní echo, inversion recovery, rychlé spin echo, spin echo sekvence a proton denzity“. Prostorové parametry jsou „orientace vrstev, tloušťka vrstvy, voxel, šířka pásma a časové parametry“. Parametry ovlivňují také akvizici dat, přičemž „k-prostor může být radiální, eliptický, centrický a lineární“. Počet řádků k-prostoru (signálů) je průměrován podle „PAT, rozlišení, částečného fourieru, nebo FOV“. Dále je možné volit „postprocessing, velikost matrix a vhodné cívky“. Pro oblast páteřního kanálu a míchy je volena nejlépe „multikanálová povrchová cívka“ (Žižka, Jan, et al., 2014, s. 44–55). V rámci postprocessingu lze využít Fourierovu rekonstrukční a projekční metodu (Sedlář, Martin, 2011).

Role radiologického asistenta při vyšetření za pomoci RTG

Nemocný před RTG vyšetřením odkládá kovové předměty a část oděvu, kvůli riziku artefaktů, a je srozumitelně informován o výkonu (Vomáčka, Jaroslav, et al., 2015, s. 73–74). Při urgentních výkonech je nutná obezřetnost, protože zraněný může být zaintubován, napojen na umělou plicní ventilaci či infuzi, mít poruchu vědomí. Radiologický asistent by měl znát asi 80 projekcí. Provádějí se projekce ve dvou na sebe kolmých rovinách s ohledem na text žádanky. Snímek musí být označen zkratkou laboranta a stranovým označením (Vomáčka, Jaroslav et al., 2015, s. 36–37). Provedené vyšetření je archivováno v systému PACS (Vomáčka, Jaroslav et al., 2015, s. 65–71).

1.3 CT v radiodiagnostice polytraumat

Multidetektorová výpočetní tomografie (MDCT) je založena na principu rozdílné absorpce transmisního RTG záření v jednotlivých tkáních a principu tzv. skenování CAT (Computed Axial Tomography). Výsledný obraz je vypočítáván. Při vyšetření CT pacient leží na stole přístroje, který projíždí gantry. Oblast zájmu je po jednotlivých vrstvách skenována svazkem RTG záření, jehož tloušťka určuje tloušťku vrstvy (slice) obvykle 1–10 mm. Název spirální CT vznikl z faktu, že soustava rentgenky a detektorů opisuje tělo pacienta po obdobném tvaru. Dochází k nahrávání dat z mnoha různých úhlů během 10–50 rotací (Cellina, Michaela et al., 2018). V gantry je uloženo několik stovek tisíc detektorů a protilehlá rentgenka. Jedná se o transmisní vyšetření. Základním principem je měření míry absorpce RTG záření v tzv. Hounsfieldových jednotkách (HU) (Ferda, Jiří et al., 2015, s. 18–19). Obrazová data jsou vypočítána za pomoci iterativní rekonstrukce, či filtrované zpětné projekce.

Vyšetření mozku a lebky výpočetní tomografií

Hemoragické léze vzniklé při úrazech mozku mají velmi vysokou mortalitu. CT je detekuje s vysokou senzitivitou. CT mozku může být základem až dvou prognostických kritérií (Hardmann, Simon et al., 2019). Díky této metodě velmi často hlásí nitrolební krvácení radiolog (Mascarenhas, Lino 2019) a CT se stává standardem v diagnostice traumat hlavy (Cellina, Michaela et al., 2018). Nitrolební krvácení dělíme na epidurální, subarachnoidální, komorová a subdurální krvácení. Sledování vývoje krvácení, či potvrzení diagnózy vyžaduje opakování CT mozku. U novorozenců lze provést namísto CT US skrz velkou fontanelu. V případě nitrolebního krvácení je léčba antihypertenzní a chirurgická.

Rizika CT jsou spojena s užitím ionizujícího záření a vysokými ekonomickými náklady. CT mozku je indikováno v těchto případech: „ebrieta a užívání antikoagulancií, předchozí operace ústní dutiny, přítomnost úniku mozkomíšního moku z nosu, nebo ucha, oči mývala / pandy, příznaky podezření na zlomeninu lebky, hemotympanum, zřetelná rána hlavy, vizuální změny a poruchy sluchu, abnormální řeč, přítomnost fokálního neurologického deficitu, stížnost na sensorickou nebo motorickou abnormalitu“ (Cellina, Michaela et al., 2018).

Podle některých studií by CT mozku mělo být prováděno u všech osob nad 65 let, nebo osob, které jsou nalezeny v bezvědomí. Standardní protokol CT mozku vychází z hrubých dat, na jejichž základě je prováděn další postprocessing (Shimoni, Zvi et al., 2021). Denzita subdurálního

hematomu se mění v čase. Akutní subdurální hematom je hypertenzní, za dva až tři týdny se mění v izodenzní a v následujícím období je vůči mozkové tkáni hypodenzní (Stejskal, Přemysl et al., 2019). Bílá hmota mozková má denzitu okolo 25–32 HU a šedá hmota mozková okolo 35 HU (Vomáčka, Jaroslav et al., 2015, s. 118). CT mozku se provádí nativně a pacient leží hlavou směrem do gantry CT přístroje. Hlavu lze fixovat v nástavci, či fixačním pásem a ruce jsou uloženy volně podél těla. Předozadním laserem centrujeme na kořen nosu a bočním laserem na zevní zvukovod. Plánovací sken provádíme předozadní a boční a vyšetřovaná oblast je od vertexu po horní hrudní aperturu. Směr skenování je kраниокаудální. Pro oblast mozku je šíře vrstvy 0,625 mm a inkrement 0,312 mm. Rekonstrukční algoritmus je měkkotkáňový. Pro oblast lebky a krční páteře je rekonstrukční algoritmus kostní. V oblasti lebky je šíře vrstvy 0,625 mm a inkrement 0,325 mm a pro oblast krční páteře je šíře vrstvy a inkrement 0,625 mm. Mozek rekonstruujeme v COR a AX rovině. AX rovina je rovnoběžná s corpus callosum a COR se zadní hranou mozkového kmene. Šíře vrstvy a mezera mezi vrstvami jsou u obou rekonstruovaných rovin 2,5 mm. Rekonstrukce krční páteře jsou prováděny v koronální a SAG rovině. Šíře vrstvy i mezera mezi vrstvami jsou v tomto případě 1 mm (Fakultní nemocnice Olomouc, 2021, s. 68 a 69).

Vyšetření páteře výpočetní tomografií

Při podezření na trauma páteře je jako metoda první volby užito CT a v případě, že není stanoven nálezný, který by vysvětloval obtíže zraněného, je nutné doplnit MR. Pro rozsah vyšetření jsou důležité mechanismus úrazu a přítomnost přidružených onemocnění, předchozích úrazů, zánětlivých onemocnění a osteoporózy (Jandura et al., 2019). První užitou metodou může být RTG snímek, v případě suspektní fraktury je zraněný indikován k CT. Je možné diagnostikovat lokální frakturu či vertebrální kompresi. Pokud ani poté není zřejmá diagnóza, lze využít MR, která je ale finančně nákladná a není dostupná v některých nemocnicích (Aso-escario et al., 2019). V případě poranění míchy či vazů musí být po CT vyšetření indikována MR, byť na CT se nálezný může jevit negativně (Kodik et al., 2020).

CT protokol pro vyšetření krční páteře

Předozadní centrovací laser je umístěn na jugulu a bočním centrujeme do středu vyšetřovaného objemu. Jde o nativní vyšetření, které začíná předozadním a bočním plánovacím skenem. Vyšetřujeme oblast od kosti skalní po horní hrudní aperturu a směr skenování je kaudokraniální. Pacient během akvizice nedýchá a nepolyká. Vyšetření je prováděno v kostním okně a šíře vrstvy i algoritmus jsou 0,625 mm. Rekonstrukce následně provádíme v COR a SAG rovině. Šíře vrstvy a mezera mezi vrstvami jsou 1 mm (Fakultní nemocnice Olomouc, 2021, s. 75–76).

CT protokol pro vyšetření hrudní páteře

Pacient leží na zádech nohama směrem do gantry CT přístroje. Ruce má natažené za hlavou. Na vyšetřovací stůl je připevněn plochý nadstavec pro vyšetření těla a končetin. Předozadním centrovacím laserem centrujeme na jugulum a bočním na dolní třetinu hrudníku. Plánovací sken provádíme předozadní a boční. Vyšetřujeme oblast od sedmého krčního obratle po první bederní. Směr skenování je kraniokaudální. Rekonstrukce provádíme v kostním a měkkotkáňovém okně. Šíře vrstvy a inkrement jsou 0,625 mm. Obratle jsou při traumatu rekonstruovány ve 2mm vrstvách v AX rovině (Fakultní nemocnice Olomouc, 2021, s. 77–78).

3D vyšetření kostí a kloubů pomocí CT

Je možné provést vyšetření fraktur kostí páteře, lebky, pánve, kosti stydké nebo Malgaigneovy zlomeniny, při které hrozí intraabdominální krvácení (Killeen, Kareen et al., 1999).
Zlomeniny lebky

K detekci tříštivé zlomeniny, intrakraniálního pronikajícího poranění, depresivní zlomeniny, subdurálního nebo epidurálního hematomu nebo akutního krvácení lze využít kostního okna CT. Dále vyšetřujeme také fragmenty kostí, fraktury či diferencujeme lineární a kompresivní zlomeninu.

Zlomeniny hrudníku

K diagnostice fraktur kostí hrudníku lze využít CT, které umožňuje zobrazení chrupavky, spojující žebra a hrudní kost a 3D zobrazení skeletu hrudního koše. Mechanismem úrazu může být poranění tupým tělesem. Výhodou je možnost vyšetření zadní strany žebor, která je jinak obtížně zobrazitelná, a zobrazení všech kostních fragmentů v pětimilimetrových řezech. V oblasti sternu se mimo velké množství trojrozměrných rekonstrukcí využívají jednomilimetrové SAG a COR řezy a jedno- nebo pětimilimetrové AX rekonstrukce. Dále můžeme vyšetřit oblast klavikuly,

zlomeniny horní končetiny, lopatky a subskapulární hematom. Můžeme využít také 3D zobrazení fraktur hrudních obratlů (Petrovič et al., 2013).

Zlomeniny pánve a kostí končetin

Méně často se vyskytují také fraktury v oblasti pánve, které velmi často vedou ke krvácení a poranění měkkých tkání. Zlepšení hemodynamického stavu zraněného a včasná fixace vyžadují operační výkon a rychlou diagnostiku (Taller, Stanislav et al., 2005). CT v oblasti kostí končetin dovede zobrazit „distorze či luxace“ a lomné linie (Bartušek, Daniel, 2004, s. 10–20).

CT protokol pro vyšetření poranění pánve

Pacient je uložen na záda, nohama směrem do gantry CT přístroje. Předozadně centrujeme na crista iliaca a dolní třetinu břicha. Boční centrovací laser je umístěn do středu vyšetřovaného objemu. Jedná se o nativní vyšetření. Topogram je používán předozadní a boční a vyšetřujeme vždy celou oblast pánve. Směr skenování je kраниокаудální. Šíře vrstvy je 1,25 mm a interval 0,625 mm v kostním okně. Rekonstrukce provádíme v 1mm vrstvách a mezery mezi vrstvami jsou také 1 mm (Fakultní nemocnice Olomouc, 2021, s. 81).

CT protokol pro vyšetření poranění kostí končetin

Pacienta uložíme na záda na vyšetřovací stůl, hlavou nebo nohama směrem do gantry CT přístroje. Předozadní a boční centrovací laser centrujeme do středu vyšetřovaného objemu. Plánovací sken provádíme předozadní a boční. Vyšetřujeme celou oblast kloubu nebo úsek dlouhé kosti. Směr skenování je používán kраниокаудální. Pacient by se během akvizice neměl hýbat. Vyšetření provádíme v kostním okně, šíře vrstvy je 1,25 mm a inkrement 0,625 mm. Rekonstrukce provádíme COR a SAG rovině, šíře vrstvy a mezera mezi vrstvami jsou 1 mm (Fakultní nemocnice Olomouc, 2021, s. 80).

Polytraumatický CT protokol

Zejména u zraněných se selháním základních životních funkcí se za standard považuje využití celotělového CT. Variantou vyšetření je nativní zobrazení mozku a krční páteře a následně postkontrastní zobrazení hrudníku, břicha a pánve (Rygl, Michal, 2017). Postkontrastní zobrazení se provádí za pomoci aplikace jodové kontrastní látky. Koncentrace jodu závisí na druhu výrobku (Girsa, David et al., 2019). Dostatečná náplň orgánů a zároveň tepen kontrastní látkou lze dosáhnout dvoufázovou aplikací (Rygl, Michal, 2017).

Podle potřeb diagnostického procesu jsou individuálně voleny a upravovány varianty polytraumatického CT protokolu (Girsa, David et al., 201).

Obecná doporučení zahrnují optimalizovanou rychlost vyšetření a doporučují využít 64řádkový přístroj. Laterální plánovací sken je vhodné provést s horními končetinami zkříženými nad oblastí břicha, a pokud je to možné, celé vyšetření kromě hlavy s rukama za hlavou. Dále je také vhodné využít úzké vrstvy do jednoho milimetru a malý posun stolu k získání co nejkvalitnějšího obrazu. V případě, že se jedná o zaintubovaného pacienta, je vhodné uložení nohama do gantry (Gäble, Alexander, 2020).

Podle způsobu aplikace kontrastní látky lze definovat tři typy polytraumatického CT protokolu:

Monofázový polytraumatický CT protokol

Jeho výhodou je snadné technické provedení. Získáme však relativně malé množství dat a není zde možnost diagnostikovat poranění tepenného řečiště (Girsa, David et al., 2019). Celé zobrazení začíná nativním zobrazením mozku, po kterém následuje podání kontrastní látky a zobrazení krku, hrudníku, břicha a pánve. Po podání kontrastní látky je v protokolu časová prodleva 60 až 85 s (Federica, Flammia et al., 2022).

Multifázový polytraumatický CT protokol

Za cenu velké dávky záření (cca 30 milisievertů) je získáno vyšetření v tepenné fázi, parenchymové fázi a možnost zobrazení volné tekutiny (Girsa, David et al., 2019).

Je podán jeden bolus kontrastní látky a vyšetření provádíme v tepenné a žilní fázi. Získáme zobrazení „Willisova okruhu, krku, hrudníku, břicha a pánve“. Podle hmotnosti zraněného je podáno 100–120 ml kontrastní látky a následně 40 mililitrů fyziologického roztoku, přičemž rychlost aplikace je 3,5–4 ml/s. Zpoždění tepenné fáze činí 30–35 sekund a žilní minimálně 60 až 70 sekund. V případě využití metody bolus tracking spustíme skenování při denzitě 100 HU v oblouku aorty. Výhody představují zobrazení a dobré odlišení tepenných a žilních lézí, a také nižší pohybová neostrost (Federica, Flammia et al., 2022).

Polytraumatický CT protokol s použitím děleného bolu

Je získáno méně dat z tepenné a parenchymové fáze polytraumatického CT protokolu, ale je také nižší radiační zátěž. Personál musí mít dostatečné zkušenosti ke správnému načasování kontrastní látky o správném objemu. Byla zjištěna vyšší spotřeba kontrastní látky cca o jednu třetinu, kterou lze dávkovat buď podle hmotnosti, nebo u všech vyšetřovaných osob stejně. Hrozí riziko horší přehlednosti arteriovenózních píštělí, parenchymových orgánů a pseudoaneurysmat. Celé provedení polytraumatického CT protokolu by mělo být do 30 minut (Thippeswamy, Pushpa, Bhari, 2020).

Během jedné fáze skenování jsou aplikovány 2–3 bolusy kontrastní látky. Výsledný sken odpovídá zobrazení v arteriální a venózní fázi, což umožňuje zobrazení lézí parenchymových orgánů, ale nález v oblasti cév nemusí být zcela zřetelný oproti multifázovému polytraumatickému CT protokolu. Dávka je však o něco nižší (Federica, Flammia et al., 2022).

Indikační kritéria pro využití polytraumatického CT protokolu jsou:

Kritéria A: Mechanismus vysokého rizika poranění

- Vysokoenergetické trauma, při kterém dojde k úmrtí jedné z osob ve vozidle, ke katapultáži zraněného z vozidla, nebo je zraněný vyprošťován z vozidla déle než 15 minut.
- Srážka chodce/cyklisty/motocyklisty s vozidlem.
- Pád z více než 2 m, nebo způsobený utržením schodiště.

Kritéria B: Anatomická kritéria

- Poranění zraku, nebo více než dvou oblastí těla (hlava, krk, hrudník, břicho, pánev, dlouhé kosti).
- Znamky cévního poranění (expandující hematom, hluboká tržná rána přes arteriální řečiště).
- Znamky poranění páteře.

Kritéria C: Fyziologická kritéria

- Výsledek Glasgow Coma Scale nižší než 12 nebo nutnost intubace.
- Systolický tlak nižší než 90 mm/Hg.
- Dechová frekvence nižší než 10 nebo vyšší než 30 za minutu.

- Puls vyšší než 120 za minutu.
- Věk nad 65 let.
- Warfarinizovaný pacient (Thippeswami, Pushpa, Bhari, 2020).

CT protokol „mediastinum a retroperitoneum“

Jde o zobrazení hrudníku, břicha a pánve zraněného, tj. od klíčních kostí po symfýzu (Ferda, Jiří et al., 2009, s. 144–145). Až jedna třetina pacientů s úrazovou diagnózou má zranění v oblasti hrudníku. Na samotné vyšetření může navazovat miniinvazivní výkon, či operační výkon v oblasti hrudníku. Za pomoci tohoto protokolu je možné vyšetřit poranění velkých cév, plic, srdce, jater, jícnu, průdušnice, hemotoraxu či pneumotoraxu (Vodička, Josef et al., 2007). Poranění „retro peritonea, parenchymových orgánů a bránice“ lze diagnostikovat při CT břicha (Vyhnánek, František, 2012). Diagnostiku hematomu, hemoragie či poranění pánevních orgánů pomocí CT pánve lze doplnit také o CT retrográdní ureterocystografii k zobrazení vylučovacího systému (Chmelová, Jana, 2008).

Intervenční výkony pod CT kontrolou

K zástavě krvácení například do trávicího traktu je možné využít intraarteriální embolizaci. Podezření lze vyslovit ve chvíli, kdy má zraněný symptomy porušené hemodynamické stability, „enteroragii, melénu, hypotenzi či tachykardii“. Únik kontrastní látky do trávicí trubice lze sledovat při CT angiografii. Embolizace se provádí po selektivním nasondování cévy za pomoci materiálů, jako jsou „polyvinylakohol n-butyl, 2kyanoakrylát a trombogenní mikrospirály s polyesterovými vlákny“. Následně je provedena kontrola za pomoci CT angiografie (Hardmann, Simon et al., 2019). Dále je možné využít obdobné technologie k terapii „pseudoaneurysmat a arteriovenózních píštělí“ (Killeen, Kareen et al., 1999). Léčbu za pomoci vakua je možno využít například u perforace jícnu či rozsáhlých popálenin. Je prováděna pod skiaskopickou kontrolou v kombinaci s endoskopickou zástavou krvácení (Manfredi, Michael et al., 2018).

1.4 Role zobrazovacích metod v diagnostice polytraumat

US v diagnostice polytraumat

US je levné, bez větších obtíží během krátkého času opakovatelné a rychlé vyšetření. Výhodou je, že nejsou známy kontraindikace vyšetření. US má vysokou citlivost a přesnost.

Ultrazvukové vlnění vzniká v látkách, které mají piezoelektrické vlastnosti. Tyto látky tvoří krystaly, které se stlačují, v případě, že na jejich povrch působí elektrický proud, a ve chvíli, kdy je proud přerušen, dochází k rozkmitání. US vlnění proniká do těla pacienta za pomoci kontaktního gelu. V diagnostice využíváme kmity o frekvenci 1–15 MHz, které jsou odraženy zpět do sondy na rozhraní prostředí s různou akustickou impedancí. Po návratu signálu do sondy dojde k jeho vyhodnocení (Vomáčka, Jaroslav et al. 2015, s. 38).

V případě, že není indikováno vyšetření Focused Assessment Sonography for Trauma, tzv. FAST, je první využitou zobrazovací metodou MDCT. Mimo specializovaný FAST lze v úrazové diagnostice využít také cílené vyšetření poraněné oblasti, zejména pak ultrasonografické vyšetření břicha a pánve. Ultrasonografii lze využít také ke sledování vývoje hematomu či krvácení, v případě potřeby i u lůžka nemocného (Vomáčka, Jaroslav, 2018).

Dánská studie uvádí, že přístroje o malé hmotnosti lze využít k vyšetření zraněného například ve voze rychlé záchranné služby, kdy není přítomen radiolog, a diagnostická informace je přesto dostatečná (Pieterse, Iben Pia et al., 2021). Vyšetření FAST se provádí v počátku diagnostiky, kdy je možné určit krvácení a indikovat pacienta k okamžité laparotomii, nebo k dalšímu diagnostickému zobrazování (Henderson, Sean, O. 2000).

US navigované výkony jsou v dnešní době na vzestupu. Jedná se zejména o torakocentézu, ultrazvukově kontrolované zavedení žilního vstupu nebo ultrazvukově kontrolovanou perkutánní tracheostomii (Wilson, Stephen, 2012).

Ultrazvukové vyšetření břicha

Jednou z indikací k US vyšetření jsou úrazové hemoragie „do srdce, jater a sleziny s hemodynamickou nestabilitou a funkčním omezením břišních orgánů“ (Schreiber, Michael, 2020). Ultrazvukový přístroj musí být vybaven konvexní a lineární sondou ve frekvenci 1 až 6 MHz, možnostmi režimu B, dopplerovského modu, kontrastního vyšetření a elastografie, což umožňuje rozeznat veškeré břišní orgány (Vomáčka, Jaroslav et al., 2015, s. 38–40).

Point-of-care US

Point-of-care US neboli POCUS je ultrazvukové vyšetření, kterým lze doplnit fyzikální vyšetření. Jeho výhodou je malá velikost přístroje a jeho přenosnost na místo úrazu. Namísto klasické obrazovky lze využít například tablet nebo mobilní telefon. Na přístroji je možno provést jakékoliv vyšetření z oblasti urgentní medicíny. Z traumatologie je nejvýznamnější FAST a ultrazvuk břicha a pánve (Lee, Linda, 2020).

FAST (fast ultrasound)

Vhodné doplnění klinického vyšetření je v případě indikace „FAST neboli Focused Assessment Sonography with Trauma“ (Vomáčka, Jaroslav et al., 2015). V případě, že není indikován FAST, je výpočetní tomografie metodou první volby. Za pomoci FAST je vyšetřen hemodynamický stav pacienta. V případě, že dojde k diagnostice krvácení do dutiny břišní, je zraněný indikován k urgentní laparotomii. Je vhodné neprovádět FAST jako jedinou diagnostickou metodu (Suciu, Sebastian et al., 2019). Vyšetření je prováděno v rámci neodkladné resuscitace (Vomáčka, Jaroslav, 2018). V případě negativního výsledku vyšetření je nutné provést další vyšetření, jako US vyšetření břicha a výpočetní tomografii. Po celou dobu hospitalizace je také zapotřebí sledovat známky krvácení. Důležitou roli hraje také prostý snímek plic. V případě diagnostiky pneumotoraxu a hemotoraxu je zapotřebí brát na zřetel, že intubace nebo podání anestetik mohou zraněného přímo ohrozit na životě (Suciu, Sebastian et al., 2019). Vyšetřit kromě dutiny břišní také dutinu hrudní umožňuje tzv. e-FAST (extended Focused Assessment with US in Trauma), a to již v čase do pěti minut (Mošna, František, 2018). Vyšetření má vynikající diagnostickou výtěžnost a lze jej nazvat vizuálním stetoskopem 21. století. Výhodami jsou vysoká diagnostická výtěžnost a možnost provedení u lůžka nemocného, či dokonce v terénu (Bessmann, Ebbe, Lahn et al., 2019).

Za nevýhodu vyšetření lze považovat velmi nízkou přesnost. Vyšetření je indikováno v případě, že má pacient změněné vnímání, nejsou zcela jasné indikace k chirurgické laparotomii, nebo je zraněný v hypotenzi (Suciu, Sebastian et al., 2019).

E-FAST vyšetření lze také rozšířit o příčný sken v oblasti pánve v případě podezření na retroperitoneální krvácení. Vyšetření FAST-PLUS dovede odlišit krev od moče a diagnostikovat poranění kosti stydké či frakturu otevřené knihy (Lanniello, Stefania et al., 2020).

FAST je indikován jako součást neodkladné resuscitace po zajištění dýchacích cest a dýchání k hodnocení cirkulace v bodě C. Krvácení je jedno ze život ohrožujících zranění, která je nutné diagnostikovat během zlaté hodiny. Diagnostiku hemodynamické nestability lze považovat za primární význam rychlého ultrazvuku a za druhý význam lze považovat diagnostiku hemodynamické stability. V případě hemodynamické nestability je zraněný indikován k laparotomické zástavě krvácení, jinak je podroben dalším nutným vyšetřením a krvácení do dutiny břišní už není dále nutné vyšetřovat. Nemocnému jsou dále provedeny laboratorní vyšetření a CT. Na rychlém ultrazvuku zobrazíme volnou tekutinu a vzduch v dutině břišní, hrudní a perikardiální. Vyšetření se skládá z jednoho skenu dutiny hrudní a tří skenů dutiny břišní, na kterých se případná tekutina jeví jako hypoechogenní (Kirkpatrick, Andrew et al., 2004).

FAST má mnoho různých variant a zahrnuje oblast hrudníku (plic, srdce, pneumotorax, pleurální a perikardiální prostor), břicha (peritoneum, pevné orgány) a dolní duté žíly. Zaměřujeme se na velké cévy hrudníku a břicha, střeva, slinivku, slezinu, ledviny, játra, peritoneum a srdce. Další vyšetřované oblasti jsou malá pánev, slinné žlázy, břišní a hrudní stěna (Vomáčka, Jaroslav 2018).

Vyšetření je využíváno při hromadných nehodách k triáži pacientů a skládá se z pohledu na pánev, pohledu na pravý horní kvadrant (RUQ) a na levý horní kvadrant (LUQ) (Savatmongkongul, Sorravit 2017).

Dlouhodobé krvácení nabírá na echogenitě, byť se zpočátku jeví jako anechogenní až hypoechogenní. V mezižebních prostorech vyšetřujeme oblast plic a srdce, pomocí akustického okna tvořeného játry lze vyšetřit hepatorenální prostor, pravý horní kvadrant a jaterní parenchym. Pro vyšetření levého horního kvadrantu ukládáme nemocného na pravý bok a jsme schopni diagnostikovat poranění sleziny. Močový měchýř a tekutinu v Douglasově prostoru sledujeme v podbříšku (Richards, John 2017). Pánevní pohled je schopen detekovat volnou tekutinu od sto mililitrů. Pohled na levý horní kvadrant je užitečný k odhalení volné tekutiny v „subfrenickém, levém parakolickém a splenorenálním prostoru“. V pravém horním kvadrantu sledujeme trauma jater (Savatmongkongul, Sorravit 2017).

Pomocí e-FAST dutiny hrudní a břišní lze vyšetřit pneumotorax. Hrozí riziko přehlédnutí pneumotoraxu při fyzikálním vyšetření či na RTG snímku, a tím zanedbání včasné terapie. Vyšetření lze provést již ve fázi neodkladné resuscitace. Detekování dýchacích pohybů a zobrazení pleurálního rozhraní jsou provedeny umístěním širokopásmové sondy na mezižebří. Dále můžeme zobrazit mezižebří ve střední axilární linii a doplnit „power slide“ dopplerovské vyšetření.

K diagnostice pneumotoraxu vede fakt, že není nalezen tzv. klouzavý artefakt ocasu komety, což lze detekovat za méně než minutu. Naopak můžeme vidět „artefakty horizontálního dozvuku na vrcholu hrudníku a horizontální zrcadlové artefakty“. Při pneumotoraxu nelze odlišit parietální pleuru od viscerální v okamžiku, kdy se pleurální povrchy nacházejí v apozici. Pokud jsou dva pleurální povrchy odděleny tekutinou, je vidět jejich klouzání.

Těsně zakřivený poloměr poloabdominální sondy je výhodný při vkládání hlavice mezi žebra, čehož využíváme při vyšetření tekutiny či vzduchu v pohrudniční dutině. Využíváme sondu o frekvenci 3,5 MHz a za její pomoci získáme čtyři pohledy. Tím dochází k rozšíření indikací k FAST o krvácení do osrdečníku. Přístroj má vysokou „kompatibilitu, přesnost a malou velikost“, což umožňuje využití u hromadných neštěstí. Vyšetření rychlým ultrazvukem je indikováno „u osob v bezvědomí s neznámým mechanismem poranění, poranění proximálních stehen a pánevního pletence, pronikající torakoabdominální poranění, multisystémové tupé trauma, izolované tupé břišní trauma“. Vyšetření nemá dostatečnou přehlednost k zobrazení orgánových změn a má vysokou citlivost k volné tekutině. „Zaměřené hodnocení pomocí US pro trauma (FFAST)“ disponuje menším rizikem, že bude výsledek falešně negativní než „ruční cílené hodnocení pomocí US (HFAST)“. Cílem obou vyšetření je využití výhod digitalizace již v přednemocniční péči a doplnění nejasného nálezu při fyzikálním vyšetření u pacientů s dalšími rušivými zraněními, pod vlivem psychotropních léků, sedativ, analgetik a ve špatném neurologickém stavu. Jedná se jen o screeningovou metodu, kterou je vždy nutné doplnit cíleným vyšetřením poraněné oblasti (Kirkpatrick, Andrew et al., 2004). K diagnostice snadno přehlédnutelných zranění, která ohrožují nemocného výraznou hypoxií, vyšetřujeme oblast bránice v B- a M-režimu (Mahalingam, Sasikumar et al., 2020). Při poranění sleziny, žaludku, jater či bránice je možné detekovat krvácení do dutiny břišní a hrudní. Izolované penetrační poranění srdce, tupé poranění v oblasti břicha, oblast malé pánve a Morisonova prostoru mohou být také vyšetřeny rychlým ultrazvukem (Mošna, František, 2018). Riziko poranění břicha či hrudníku je

vždy, pokud je zraněný hypovolemický či hypoxický, a v případě pneumotoraxu a hemotoraxu závisí úmrtnost na včasné terapii a diagnostice.

US nabízí získání dobrého přehledu a detekci volné tekutiny v intraperitoneální dutině. Vyšetření „poškození parenchymových orgánů dutiny břišní, Douglasova vaku, splenorenální fosy, Kollerova prostoru a Morisonova prostoru“ (Suciu, Sebastian et al., 2019), ve kterém hrozí masivní peritoneální krvácení (Kirkpatrick, Andrew et al., 2004), patří mezi další výhody rychlého ultrazvuku.

Dopplerovská metoda je k detekci intraperitoneálního krvácení velmi senzitivní (Suciu Sebastian et al., 2019). Při hypovolemii a hypoxii zraněného je vždy nutné pomýšlet na zranění břicha a hrudníku.

Ke standardnímu rozložení tekutiny dochází ve vyšetřovací poloze vleže na zádech (Mošna, 2018).

Při vyšetření za pomoci FAST US získáme těchto pět skenů:

1. Laterálně-brániční podélný řez vpravo: pleurální prostor, subfrenický.
2. Laterálně-kaudální podélný řez vpravo: Morisonův prostor, perihepatální prostor, retroperitoneum.
3. Laterálně-diafragmatický podélný řez vlevo: pleurální, subfrenický a perisplenický prostor.
4. Laterálně-kaudální podélný řez vlevo: Kollerův prostor, retroperitoneum.
5. Střední dolní břišní řez příčný/podélný: retrovezikální a paravezikální (Schreiber, Michael 2020).

Skiografie v radiodiagnostice polytraumat

Jako doplňující metodu radiodiagnostiky polytraumat lze využít skiografii. Lze detekovat pneumotorax či hemotorax u poranění plic nebo také frakturu skeletu. Daleko vyšší diagnostickou výtěžnost než skiografie má celotělové CT, ke kterému je pacient s polytraumatem indikován (Martínez Chamorro , Esteban et al., 2023). Rentgenka je základem RTG přístroje. Jedná se o vysoce vakuovanou diodu, která obsahuje dvě elektrody, katodu a rotační anodu. Má kovový a skleněný kryt, mezi kterými vzniká prostor vyplněný olejem, který zastává funkci chladicího média. Katoda je žhavana napětím o 20–200 kV. Dojde k termoemisi elektronů, které jsou vysokým napětím urychlovány k anodě, kde se 99 % energie mění na teplo a jen 1 % na RTG

záření. Vzniklé primární záření vychází z rentgenky skrze primární okénko, kde je svazek usměrněn primárními clonami. Dále svazek prochází pacientem, kde vlivem sekundární ionizace dochází ke vzniku sekundárního záření, které je filtrováno sekundárními clonami, a primární svazek dopadá na detektor. V RTG obraze dochází k sumaci, protože se jedná o dvourozměrný obraz trojrozměrného objektu vyobrazeného ve škále šedi. RTG vyšetřovna je obvykle vybavena vyšetřovacím stolem, vertigrafem a stropním závěsem s rentgenkou (Bartušek, Daniel, 2004).

RTG vyšetření horní končetiny

RTG snímky horní končetiny lze provést jako cílené snímky kostí či kloubů, měkkých tkání s předměty překrývajícími oblast zájmu, kovovými předměty, nátěry sklem a jinými RTG kontrastními tělesy, nebo jako snímek celé končetiny (Ministerstvo zdravotnictví ČR, 2019, s. 33).

RTG vyšetření hrudníku

Snímek hrudníku je indikován k hodnocení suspektního pneumotoraxu, hemotoraxu nebo kontuzi (Ministerstvo zdravotnictví ČR, 2019, s. 20–21).

RTG vyšetření dolní končetiny

Otok, případně bolest dolní končetiny je možné vyšetřit za pomoci RTG snímku poraněné oblasti kostí a kloubů (Ministerstvo zdravotnictví ČR, 2019, s. 46).

MR v diagnostice polytraumat

MR je nákladné a hůře dostupné vyšetření z důvodu dostatečného vzdělání, zaškolení a poučení zaměstnanců a osob ve vyšetřovně, včetně pacientů, u kterých to umožní zdravotní stav a přístrojové vybavení. Doba samotného vyšetření i přípravy pacienta je delší než u CT vyšetření. Všechny pomůcky v MR vyšetřovně musí být MR kompatibilní. Z důvodu rizika úrazu pacienta či poškození přístroje musí být z prostoru vyšetřovny a povrchu těla pacienta odstraněny veškeré kovové předměty (Jandura, Jiří et al., 2019). Principem magnetické rezonance je fyzikální jev NMR. Atomy s lichým počtem protonů jsou umístěny v silném magnetickém poli, díky kterému dojde k vyrovnání vektorů jednotlivých atomů s vektorem pole. Pokud je precesní pohyb ovlivněn elektromagnetickým impulzem, dojde k vychýlení vektoru. Tím vzniká příčná magnetizace. Při vyšetření magnetickou rezonancí je měřen T1 relaxační čas, což je doba obnovy 63 % původní podélné magnetizace, a T2 relaxační čas, což je doba obnovy 37 % podélné magnetizace (Ferda, Jiří et al., 2015, s. 22). MR je jedinou metodou, která dovede zobrazit chrupavky, vazy a menisky, a z tohoto důvodu je používána k vyšetření konkrétních kloubů při nejasném CT nález, v době,

kdy už je zraněný stabilizován. Nejčastěji i urgentně vyšetřovanými orgány jsou páteř, páteřní kanál a mícha (Vomáčka, Jaroslav et al., 2015, s. 57).

Vyšetření páteře za pomoci magnetické rezonance

V případě podezření na poranění páteře je volena MR ve chvíli, kdy nález na CT nevede k odhalení příčiny, nebo je nejasný. Mimo mechanismus úrazu ovlivňují rozsah traumatu zánětlivé změny, osteoporóza a další přidružená onemocnění. Pokud jsou nalezeny změny ve smyslu patologického postavení skeletu, je nutné pomýšlet na poškození míchy (nehemoragickou kontuzi, edém, kompresi), meziobratlových disků (kýlu do epidurálního prostoru, rupturu nebo krvácení), edém kostní dřeně nebo poškození vazů (rupturu, odtržení nebo avulzi). V SAG rovině je provedeno nativní vyšetření doplněné o sekvence Short Tau Inversion Recovery (STIR), kde je potlačen signál tuku. Rekonstrukce velmi tenkých vrstev T2 váženého obrazu, které mají vysokou variabilitu, dovedou zobrazit kontuzi míchy, míšní edém, útlak kořenů míšních nervů, akutní bolest, která vyžaduje chirurgický zákrok, parézu, plegii, syndrom kaudy, či dokonce útlaky míšních nervů. Pokud je odhalena patologie, je vhodné provést také T1 vážené sekvence pro postiženou oblast. „Navzdory ztrátě rozlišovací schopnosti způsobené distorzí obrazu můžou být pro detekci abscesu či ischemické léze míchy zásadní difúzně vážené obrazy (DWI), které nejsou součástí rutinního vyšetření.“ Ke zjištění doby vzniku hematomu nebo poškození míchy můžou pomoci také susceptibilně vážené obrazy a T2 vážené gradientní sekvence. Prognózu a stupeň poškození míchy lze zhodnotit pouze za pomoci magnetické rezonance, přičemž hemoragická míšní kontuze tvoří na T2 váženém obraze hypointenzní oblast s hyperintenzním lemem. Nehemoragická míšní kontuze se naopak, jakožto lehčí stupeň poškození míchy, může jevit zcela negativně. Hyperintenzní oblast na T2 vážené sekvenci může znamenat velmi vážné poškození míchy v podobě míšní transekce, ale zrovna tak otok. V případě míšní transekce je oblast lokalizována v mozkomíšním moku s přesahem do přerušené míchy (Jandura, Jiří et al., 2019).

Poranění vazů může být diagnostikováno pomocí T2 vážených sekvencí (Zhu, Xuee, 2019).

Na zobrazeném úseku je hodnocena zejména jeho stabilita. Z radiologického pohledu se jedná o narušení dvou a více sousedních obratlových těl, nebo o jakoukoliv jinou abnormalitu na snímku, zatímco z klinického hlediska se jedná o stav „definovaný nutností chirurgického zákroku“ (Derderian, Christopher et al., 2019). Pacienta uložíme na záda, bez laterálního zakřivení páteře. Končetiny necháme volné, případně dolní podložíme. Cívka je používána povrchová, preferenčně multikanálová. V SAG rovině volíme kraniokaudální směr fázového kódování s polovinou akvizic

a 100% převzorkováním, kvůli poměru signál/šum a době trvání sekvence (Žižka, Jan et al., 2014, s. 44–47).

Protokol magnetické rezonance pro vyšetření krční páteře

Difuzně vážené obrazy s využitím paralelních technik v SAG nebo AX rovině využíváme u akutní míšní ischemie. Izotropní vysoké prostorové rozlišení a redukci kovových artefaktů umožňují 3 D turbo-spin echo sekvence. Koronálně provádíme Short Tau Inversion Recovery a T2 fat suppression. Sagitálně volíme T1 vážený obraz. Provádíme vždy minimálně tři diagnostické sekvence a pokryjeme laterální část obrazu na SAG vrstvách a zobrazíme obě vertebrální tepny. Míšní kořeny brachiálního plexu vyšetříme za pomoci AX řezů ve výši C4/5 až C7/Th1 (Žižka, Jan et al., 2014, 2014, s. 44–47).

Protokol magnetické rezonance pro vyšetření hrudní páteře

Provádíme T2 vážené sekvence v AX rovině, T2 gradientní echo v horní a střední etáži hrudní páteře a T2 rychlé spinové echo v dolní etáži hrudní páteře. Dále užíváme sekvence s potlačením tuku (T2 fat suppression a Short Tau Inversion Recovery). Provádíme vždy minimálně tři diagnostické sekvence a snažíme se pokrýt laterální část obrazu na SAG vrstvách (Žižka, Jan et al., 2014, s. 48–51).

Protokol magnetické rezonance pro vyšetření bederní páteře

U zraněných s metalickými implantáty v páteři je možné k redukci artefaktů využít T2 vážené 3 D TSE sekvence. Vertikální rozsah meziobratlového otvoru je pokryt transversálními vrstvami a T1 vážené sekvence se provádějí bez saturace tuku. V případě použití saturačního pásu v oblasti břicha hrozí riziko přehlédnutí aneurysmatu břišní aorty. Úrazy páteře je zapotřebí vyšetřovat minimálně ve dvou rovinách a tří diagnostických sekvencích, nejčastěji T1 a T2 vážené sekvence v SAG rovině s laterálním pokrytím a T2 vážené sekvence v AX rovině se zachycenými meziobratlovými otvory (Žižka, Jan et al., 2014, s. 48–51).

1.5 Shrnutí teoretických poznatků

Tato diplomová práce definuje pojmy polytrauma, českou síť traumacenter, hodnoticí škály, které pacienta indikují k převozu do traumacentra, úrazové mechanismy a standardní klinická a radiologická vyšetření zraněného, čímž je naplněn první cíl práce: definovat polytrauma a jeho roli v současné urgentní medicíně. Ve druhé kapitole se diplomová práce zabývá rolí radiologického asistenta, který CT, MR a RTG vyšetření provádí samostatně, zatímco při US pouze asistuje lékaři. Jeho práce je zodpovědná, multidisciplinární a vyžaduje hlubokou znalost všech uvedených protokolů, které jsou v práci citovány spolu s indikacemi, postupy provedení, přípravou a kontraindikacemi. Tím je splněn třetí cíl této diplomové práce: provést výzkum postupů a protokolů používaných v praxi a role radiologického asistenta v diagnostickém zobrazování. Ve třetí kapitole se diplomová práce zabývá využitím MDCT v radiodiagnostice polytraumat, která má prioritní diagnostickou výtežnost a široké využití. Nabízí speciální polytraumatický CT protokol, jehož součástí jsou nativní vyšetření mozku, kontrastní či nativní vyšetření krku a kontrastní vyšetření hrudníku, břicha a pánve. MDCT kostí a páteře se standardně provádí ve 3D. Samotný polytraumatický protokol má několik variant, z nichž každá má své výhody. V poslední podkapitole se diplomová práce zabývá ostatními zobrazovacími metodami. Již ve fázi neodkladné resuscitace je možné využít US, zejména pak FAST. V případě, že CT neobjasní neurologické potíže pacienta, je zapotřebí doplnit MR páteřního kanálu. Klasické RTG snímky hrají doplňující roli v případě podezření na izolovanou frakturu, pneumotorax či hemotorax. To je obsahem druhého cíle diplomové práce: vyhodnotit význam jednotlivých zobrazovacích metod v diagnostice traumat a polytraumat.

2 Výzkumná část

Výzkumný projekt analyzuje radiodiagnostiku polytraumat v okresní nemocnici. Vycházelo se z údajů získaných za pomoci systému užívaného k archivaci obrazové dokumentace a k archivaci anamnestických dat pacientů, kteří podstoupili vyšetření na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Šumperk a. s. Byli vyhledáváni pacienti, kteří měli v letech 2020 a 2021 provedeno CT protokolem pro polytrauma. Druhou částí je komparace CT protokolu pro polytrauma s Fakultní nemocnicí Olomouc.

2.1 Soubor pacientů a metodika výzkumu

Pro výzkum, který je součástí projektu k diplomové práci, byl zvolen smíšený typ. Byli retrospektivně vyhledáni pacienti, kteří v letech 2020 a 2021 podstoupili polytraumatický CT protokol v Nemocnici Šumperk a. s.

Charakteristika výzkumného souboru

V období od ledna 2020 do prosince 2021 bylo v dokumentaci Nemocnice Šumperk a. s. retrospektivně nalezeno 73 žen a 121 mužů. Do 18 let byli tři pacienti, ve věku od 18 do 40 let 73 osob, ve věku od 40 do 60 let 56 zraněných, ve věku od 60 do 80 let 52 pacientů a osob nad 80 let bylo 10. Nejčastěji zastoupenou věkovou kategorií byla 18–40 let. Ve věku 0–18 let byli jen tři pacienti. Průměrný věk byl 48,44 roku, medián 46,5 roku, modus byl 32 let. V roce 2020 bylo vyšetřeno 102 pacientů a v roce 2021 92 zraněných.

Technika CT vyšetření

Polytraumatický CT protokol byl v Nemocnici Šumperk a. s. prováděn na přístroji CT Somatom Definition AS+ od firmy Siemens z roku 2019. Vyšetření se skládá z nativního vyšetření hlavy a krku a postkontrastního vyšetření hrudníku, břicha a pánve provedeného v arteriální a parenchymové fázi. Podrobněji je protokol popsán ve výsledcích.

Metodika

Prvním krokem bylo vytvoření popisné statistiky na věk pacienta a vytvoření tabulky a histogramu s CT nálezy. Dále byly hodnoceny jednotlivé cíle. Prvním cílem bylo „analyzovat strukturu a časové rozložení polytraumat v okresní nemocnici ve vztahu k věku a pohlaví pacientů“. Byly zde využity kontingenční tabulka a histogram zobrazující počet mužů a žen a následně byly statisticky testovány hypotézy. Výsledek byl mimo test vždy vyjádřen buď

kontingenční tabulkou, nebo histogramem. Bylo hodnoceno, zda byl signifikantní rozdíl mezi počtem mužů a žen, závislost mezi počtem poraněných oblastí a věkem pacientů, závislost mezi počtem poraněných oblastí a pohlavím pacientů, závislost mezi počtem poraněných oblastí a dnem v týdnu, kdy se stal úraz, a závislost mezi počtem poraněných oblastí a měsíci, kdy se stal úraz. V rámci druhého cíle srovnat standard polytraumatického CT protokolu v Nemocnici Šumperk a. s. a Fakultní nemocnici Olomouc a jejich variabilitu ve vztahu k nálezu, věku a pohlaví pacientů, byly vytvořeny tabulky srovnávající polytraumatický CT protokol využívaný v Nemocnici Šumperk a. s. a Fakultní nemocnici Olomouc a tabulky zobrazující CT okna využívaná v Nemocnici Šumperk a. s. a jejich odlišnost od CT oken citovaných v literatuře.

Dále bylo testováno, zda existuje závislost mezi provedením vylučovací fáze polytraumatického CT protokolu a podezřením na poranění ledvin. Bylo hodnoceno, zda existuje závislost mezi provedením rekonstrukcí páteře v kostním okně a jejím poraněním, a také závislost mezi denzitou v aortě ve chvíli spuštění akvizice dat arteriální fáze polytraumatického CT protokolu a věkem pacienta. Dále bylo hodnoceno, zda využíváme častěji 3D CT kostí a 3D CT parenchymových orgánů a zda je využití 3D CT u pacientů s frakturou statisticky významné. Součástí tohoto cíle bylo také hodnocení výjimek polytraumatického CT protokolu vzhledem k věku, pohlaví, dalším provedeným vyšetřením, kontrolním vyšetřením a počtu poraněných oblastí. Třetím cílem výzkumného projektu bylo „provést výzkum dalších zobrazovacích metod užívaných u pacientů s polytraumatem ve vztahu k nálezu, věku a pohlaví pacientů“. Nejprve byly vytvořeny četnostní tabulky a histogramy zobrazující počet jednotlivých vyšetření a jednotlivých kontrolních vyšetření do měsíce od data úrazu podle modalit. Testová statistika byla využita k hodnocení závislosti počtu provedených vyšetření a provedených kontrolních vyšetření na počtu poraněných oblastí, na počtu negativních nálezů, na pohlaví pacienta a na věku pacienta.

V případě kvalitativní výzkumné otázky byl použit jako výsledek textový odstavec s objasněním skutečnosti. V případě kvantitativní otázky byla v rámci analýzy dat nejprve provedena deskriptivní statistika. Byly vypočítány aritmetický průměr, modus, medián, absolutní a relativní četnosti a vytvořeny histogramy. Následně byly vyhodnoceny samotné hypotézy.

Byly využity tyto testy:

Binomický test

Testuje skutečnost, zda procentuální výskyt zkoumaného jevu odpovídá očekávané frekvenci. Pomocí binomického testu můžeme otestovat, zda procentuální výskyt zkoumaného jevu odpovídá očekávané frekvenci. Můžeme tak například otestovat, zda procento mužů v naší tabulce pacientů odpovídá očekávaným 50 procentům všech pacientů. Prvním parametrem je sloupec s kategoriální proměnou, druhý určuje testovanou kategorii, třetím parametrem je očekávaný podíl výskytu dané kategorie, čtvrtým parametrem specifikujeme požadovaný výstup. Kategoriální proměnná musí obsahovat právě dvě unikátní hodnoty. Varianty pro čtvrtý parametr jsou následující: hodnota oboustranné pravděpodobnosti, hodnota exaktní pravděpodobnosti, hodnota jednostranné pravděpodobnosti (větší než), hodnota jednostranné pravděpodobnosti (menší než).

Pearsonův chí-kvadrát test

Tímto testem můžeme testovat tři různé hypotézy. Za pomoci testu dobré shody ověřujeme, zda má veličina rozdělení pravděpodobnosti určitého typu. Test nezávislosti posuzuje závislost dvou veličin měřených na jednotkách z jednoho výběru. Test homogenity slouží k porovnání rozložení veličin v alespoň dvou populacích.

Porovnáваме pozorované a očekávané četnosti. Pozorované četnosti jsou známy z výběrového souboru. Očekávané (teoretické) četnosti musíme vypočítat. Očekávané (teoretické) četnosti musí splňovat podmínku, že alespoň v 80 % musí být větší než 5 a všechny musí být větší než 1. Pokud tomu tak není, musíme sousední kategorie slučovat (je-li to možné).

Mannův-Whitneyho U-test

Existuje neparametrická alternativa dvouvýběrového t-testu, která počítá s pořadím dat v souborech namísto s originálními daty. Předpokladem je fakt, že rozdělení pravděpodobnosti veličiny ve skupinách se může lišit pouze posunutím. Z těchto neparametrických testů má nejvyšší sílu testu (95 % párového t-testu). V případě Mannova-Whitneyho testu jsou nejprve čísla obou souborů sloučena a je vytvořeno jejich pořadí v tomto sloučeném souboru, pak jsou hodnoty vráceny do původních souborů a nadále se pracuje již jen s jejich pořadím. Pro oba soubory je tedy vytvořen součet pořadí a menší z obou součtů je porovnán s kritickou hodnotou testu, pokud je tato hodnota menší než kritická hodnota testu, zamítáme nulovou hypotézu shody distribučních funkcí obou skupin.

Neparametrický (Spearmanův) korelační koeficient

Na rozdíl od Pearsonova korelačního koeficientu jej můžeme využít také k hodnocení určitých forem nelineární závislosti. Jedná se o neparametrický korelační koeficient, který je robustní vůči odlehlým hodnotám a obecně odchylkám od normality, neboť – stejně jako řada dalších neparametrických metod – pracuje pouze s pořadími pozorovaných hodnot. Na rozdíl od Pearsonova koeficientu korelace, který popisuje lineární vztah veličin, Spearmanův koeficient korelace popisuje, jak dobře vztah veličin odpovídá monotónní funkci, která může být samozřejmě nelineární.

Při výpočtu vycházíme z realizace dvourozměrného náhodného vektoru o rozsahu dvojic pozorovaných hodnot náhodných veličin X, Y a pro n subjektů. Dále definujeme číslo X_{ri} jako pořadí hodnoty X_i v rámci vzestupně uspořádaných hodnot $X_1 \dots X_n$, číslo Y_{ri} jako pořadí hodnoty Y_i v rámci vzestupně uspořádaných hodnot $Y_1 \dots Y_n$, čísla X_r a Y_r jako průměry hodnot X_{ri} , respektive Y_{ri} (tedy jako průměrná pořadí), a čísla S_{Xr} a S_{Yr} jako odpovídající směrodatné odchylky.

Pearsonův korelační koeficient

Nevýhodou bodového grafu je samozřejmě absence kvantifikace funkčního vztahu sledovaných veličin. Kvantifikace obecného funkčního vztahu je obtížná, pro kvantifikaci lineárního vztahu náhodných veličin byl zaveden tzv. Pearsonův korelační koeficient (Pearson Correlation Coefficient). Odráží pouze variabilitu kolem lineárního trendu. Pro kvantifikaci nelineárních závislostí je naprosto nevhodný. Základní vlastností Pearsonova korelačního koeficientu je, že nabývá pouze hodnot z intervalu $\langle -1; 1 \rangle$ s tím, že hodnota je kladná, když vyšší hodnoty náhodné veličiny souvisí s vyššími hodnotami náhodné veličiny, a naopak je záporná, když nižší hodnoty souvisí s vyššími hodnotami. Hodnoty 1, respektive -1 , získáme pouze v případě, kdy body zobrazené v bodovém grafu leží na přímce s kladnou, respektive zápornou směrnici.

Kruskalův-Wallisův test

Je zobecněním neparametrického Mannova-Whitneyho testu pro více než dvě srovnávané skupiny. Stejně jako Mannův-Whitneyho test testuje shodu výběrových distribučních funkcí srovnávaných souborů s tím, že klíčovým předpokladem je zde nezávislosti pozorovaných hodnot.

Hlavní myšlenkou Kruskalova-Wallisova testu je, že za platnosti H_0 jsou sloučené hodnoty ze všech výběrových souborů tak dobře promíchány, že průměrná pořadí odpovídající jednotlivým

souborům jsou podobná. Pro výpočet testu tedy opět seřadíme všechna pozorování podle velikosti (jako by pocházela z jednoho výběru) a přiřadíme jednotlivým hodnotám pořadí (R_{ij} bude označovat pořadí j -té hodnoty v i -té skupině). Označme k celkový počet skupin, n celkový počet pozorování a $n_1 \dots n_k$ počty pozorování v jednotlivých skupinách. Dále označme T_i součet pořadí v i -té skupině.

Lze ukázat, že testová statistika Q má za platnosti nulové hypotézy chí-kvadrát rozdělení pravděpodobnosti s parametrem $K - 1$. Nulovou hypotézu H_0 tak zamítáme na hladině významnosti α , když je realizace testové statistiky větší než kritická hodnota (kvantil) příslušná hladině významnosti, tedy když je realizace testové statistiky Q větší než kritická hodnota (kvantil) příslušná hladině významnosti α .

2.2 Výzkumné otázky a hypotézy

Hypotéza 2.1: Je statisticky signifikantní rozdíl mezi polytraumatickým CT protokolem používaným v Nemocnici Šumperk a. s. a Fakultní nemocnici Olomouc?

H0: Mezi polytraumatickým CT protokolem používaným v Nemocnici Šumperk a. s. a polytraumatickým CT protokolem používaným ve Fakultní nemocnici Olomouc není statisticky signifikantní rozdíl.

H1: Mezi polytraumatickým CT protokolem používaným v Nemocnici Šumperk a. s. a polytraumatickým CT protokolem používaným ve Fakultní nemocnici Olomouc je statisticky signifikantní rozdíl.

Hypotéza 2.2: Existuje závislost mezi provedením vylučovací fáze polytraumatického CT protokolu a podezřením na poranění ledvin?

H0: Provedení vylučovací fáze polytraumatického CT protokolu nezávisí na podezření na poranění ledvin.

H1 Provedení vylučovací fáze polytraumatického CT protokolu závisí na podezření na poranění ledvin.

Hypotéza 2.3: Existuje závislost mezi provedením rekonstrukcí páteře v kostním okně a jejím poraněním?

H0: Provedení rekonstrukce páteře v kostním okně nezávisí na jejím poranění.

H1: Provedení rekonstrukce páteře v kostním okně závisí na jejím poranění.

Hypotéza 2.4: Existuje závislost mezi denzitou v aortě ve chvíli spuštění akvizice dat arteriální fáze polytraumatického CT protokolu a věkem pacienta?

H0: Denzita v aortě ve chvíli spuštění akvizice dat arteriální fáze polytraumatického CT protokolu nezávisí na věku pacienta.

H1: Denzita v aortě ve chvíli spuštění akvizice dat arteriální fáze polytraumatického CT protokolu závisí na věku pacienta.

Hypotéza 2.5: Byl statisticky signifikantní rozdíl mezi využitím 3D CT skeletu a 3D CT parenchymový orgánů?

H0: Mezi počtem provedení 3D CT skeletu a 3D CT parenchymových orgánů není statisticky signifikantní rozdíl.

H1: Mezi počtem provedení 3D CT skeletu a 3D CT parenchymových orgánů je statisticky signifikantní rozdíl.

Hypotéza 2.6: Existuje závislost mezi provedením 3D CT skeletu a nálezem fraktury?

H0: Provedení 3D CT skeletu nezávisí na nález fraktury.

H1: Provedení 3D CT skeletu nezávisí na nález fraktury.

Hypotéza 2.7: Existuje závislost mezi výjimkami polytraumatického CT protokolu a věkem pacienta?

H0: Počet výjimek polytraumatického CT protokolu nezávisí na věku pacienta.

H1: Počet výjimek polytraumatického CT protokolu závisí na věku pacienta.

Hypotéza 2.8: Existuje závislost mezi výjimkami polytraumatického CT protokolu a pohlavím pacienta?

H0: Počet výjimek polytraumatického CT protokolu nezávisí na pohlaví pacienta.

H1: Počet výjimek polytraumatického CT protokolu závisí na pohlaví pacienta.

Hypotéza 2.9: Existuje závislost mezi výjimkami polytraumatického CT protokolu a počtem dalších provedených vyšetření?

H0: Počet výjimek polytraumatického CT protokolu nezávisí na počtu dalších provedených vyšetření.

H1: Počet výjimek polytraumatického CT protokolu závisí na počtu dalších provedených vyšetření.

Hypotéza 2.10: Existuje závislost mezi výjimkami polytraumatického CT protokolu a počtem kontrolních vyšetření?

H0: Počet výjimek polytraumatického CT protokolu nezávisí na počtu kontrolních vyšetření.

H1: Počet výjimek polytraumatického CT protokolu závisí na počtu kontrolních vyšetření.

Hypotéza 2.11: Existuje závislost mezi výjimkami polytraumatického CT protokolu a počtem poraněných oblastí?

H0: Počet výjimek polytraumatického CT protokolu nezávisí na počtu poraněných oblastí.

H1: Počet výjimek polytraumatického CT protokolu závisí na počtu poraněných oblastí.

Cíl 3: Provést výzkum dalších zobrazovacích metod užívaných u pacientů s polytraumatem ve vztahu k nálezů, věku a pohlaví pacientů

Hypotéza 3.1: Existuje závislost mezi počtem provedených vyšetření a počtem poraněných oblastí?

H0: Počet provedených vyšetření nezávisí na počtu poraněných oblastí.

H1: Počet provedených vyšetření závisí na počtu poraněných oblastí.

Hypotéza 3.2: Existuje závislost mezi počtem provedených vyšetření a počtem negativních nálezů?

H0: Počet provedených vyšetření nezávisí na počtu negativních nálezů.

H1: Počet provedených vyšetření závisí na počtu negativních nálezů.

Hypotéza 3.3: Existuje závislost mezi počtem provedených vyšetření a pohlavím pacienta?

H0: Počet provedených vyšetření nezávisí na pohlaví pacienta.

H1: Počet provedených vyšetření závisí na pohlaví pacienta.

Hypotéza 3.4: Existuje závislost mezi počtem provedených vyšetření a věkem pacienta?

H0: Počet provedených vyšetření nezávisí na věku pacienta.

H1: Počet provedených vyšetření závisí na věku pacienta.

Hypotéza 3.5: Existuje závislost mezi počtem provedených kontrolních vyšetření a počtem poraněných oblastí?

H0: Počet provedených kontrolních vyšetření nezávisí na počtu poraněných oblastí.

H1: Počet provedených kontrolních vyšetření závisí na počtu poraněných oblastí.

Hypotéza 3.6: Existuje závislost mezi počtem provedených kontrolních vyšetření a počtem negativních nálezů?

H0: Počet provedených kontrolních vyšetření nezávisí na počtu negativních nálezů.

H1: Počet provedených kontrolních vyšetření závisí na počtu negativních nálezů.

Hypotéza 3.7: Existuje závislost mezi počtem provedených kontrolních vyšetření a pohlavím pacienta?

H0: Počet provedených kontrolních vyšetření nezávisí na pohlaví pacienta.

H1: Počet provedených kontrolních vyšetření závisí na pohlaví pacienta.

Hypotéza 3.8: Existuje závislost mezi počtem provedených kontrolních vyšetření a věkem pacienta?

H0: Počet provedených kontrolních vyšetření nezávisí na věku pacienta.

H1: Počet provedených kontrolních vyšetření závisí na věku pacienta.

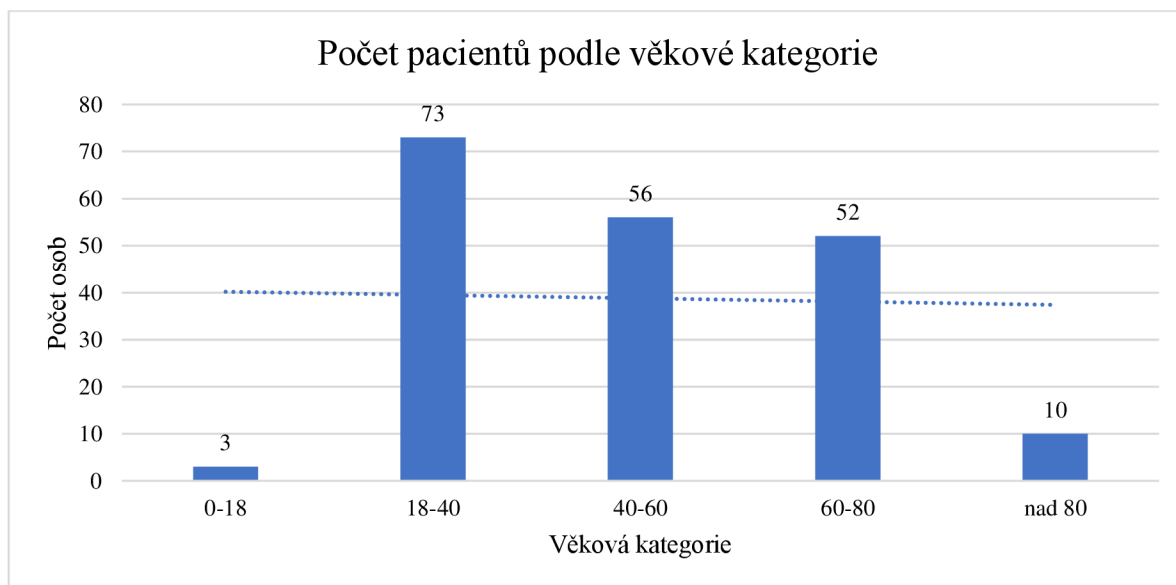
2.3 Výsledky

Během dvou zhodnocených roků bylo provedeno CT vyšetření polytraumatickým protokolem u 194 pacientů. Jejich věkové rozložení ukazují tabulka č. 1 a graf č. 1. Z nich je patrné, že nejčastěji byli vyšetřováni pacienti ve věku 18–40 let.

Tab. č. 1: Počet osob s diagnózou polytrauma podle věkové kategorie v souboru n = 194 pacientů

Věková kategorie	Počet pacientů	Počet pacientů v %
0–18 let	3	1,54
18–40 let	73	37,62
40–60 let	56	28,86
60–80 let	52	26,8
nad 80 let	10	5,15

Graf č. 1: Počet osob s diagnózou polytrauma podle věku v souboru n = 194 pacientů

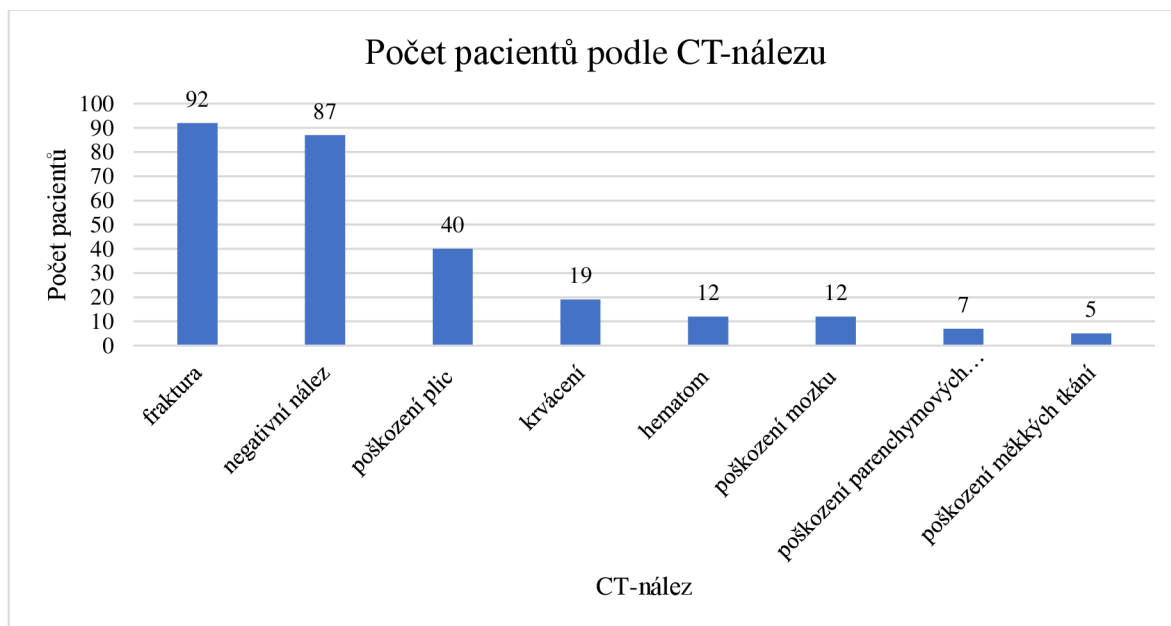


Jaké byly CT nálezy u pacientů s diagnózou polytrauma?

Tab. č. 2: Struktura polytraumat podle CT nálezu u souboru n = 194 pacientů

CT nález	Počet pacientů (n)	Počet pacientů v %
Poškození mozku	12	6,2
Poškození plic	40	20,7
Poškození parenchymových orgánů dutiny břišní	7	3,6
Krvácení	19	9,8
Negativní nález	87	45,1
Fraktura	92	47,7
Poškození měkkých tkání	5	2,6
Hematom	12	6,2

Graf č. 2: Struktura polytraumat podle CT nálezu u souboru n = 194 pacientů



Cíl 1: Analyzovat strukturu a časové rozložení polytraumat v okresní nemocnici ve vztahu k věku a pohlaví pacientů

Byl signifikantní rozdíl mezi počtem mužů a žen?

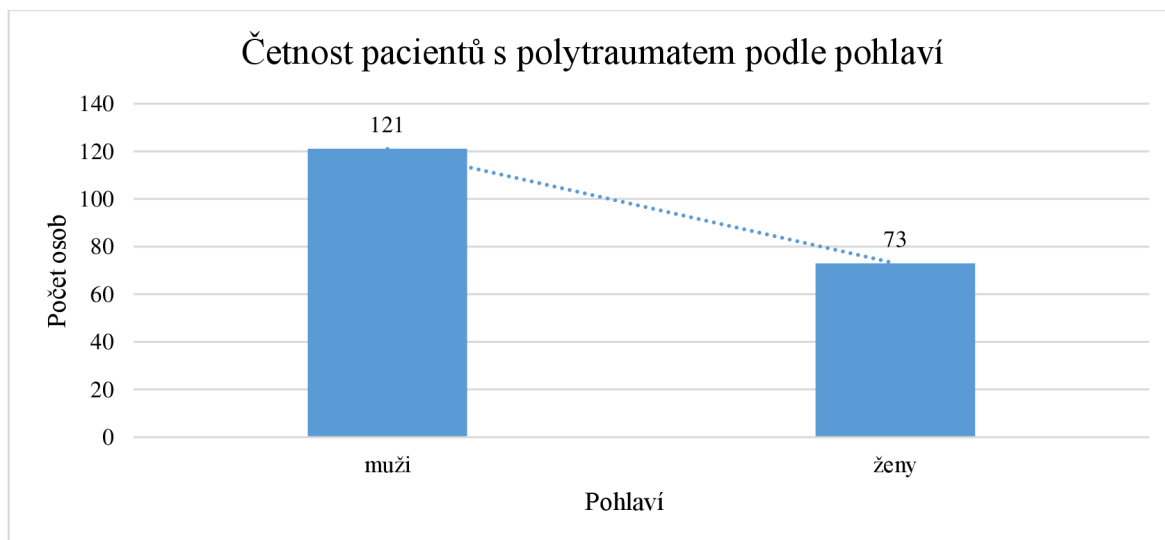
H0: Mezi počtem mužů a žen není statisticky signifikantní rozdíl.

HA: Mezi počtem mužů a žen je statisticky signifikantní rozdíl.

Tab. č. 3: Počet osob vyšetřených CT protokolem pro polytrauma rozdělený podle pohlaví v souboru n = 194 pacientů

Pohlaví	Počet pacientů (n)	Počet pacientů v %
Muž	121	62,37
Žena	73	37,63
Celkový součet	194	100,00

Graf č. 3: Počet osob s diagnózou polytrauma rozdělený podle pohlaví v souboru n = 194 pacientů



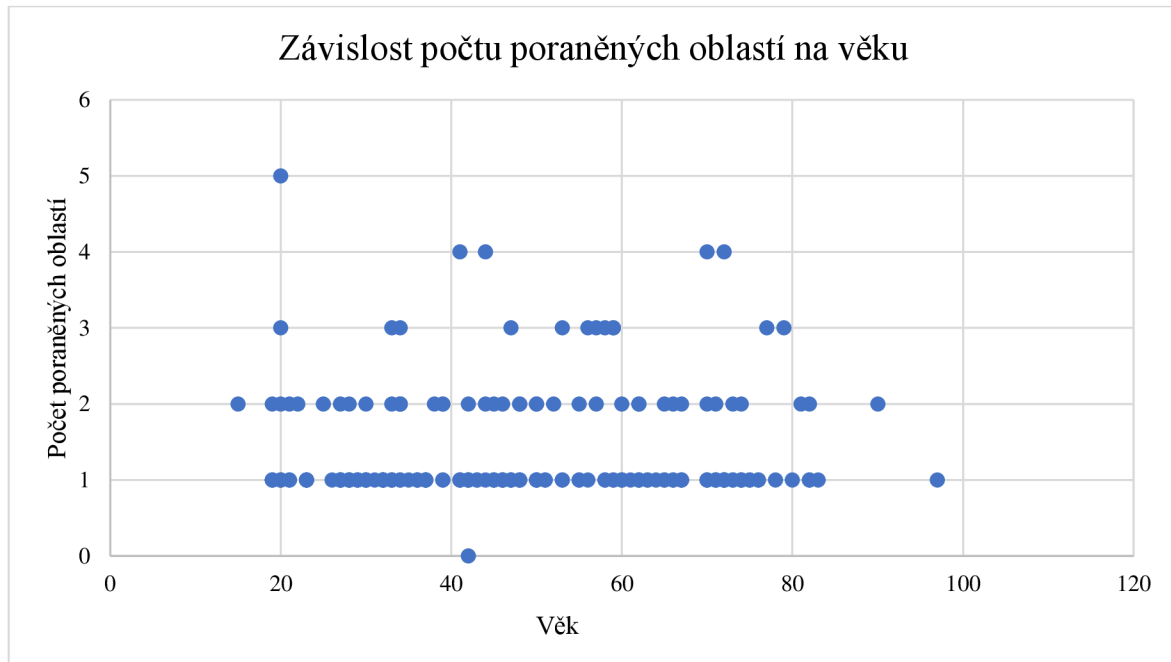
Hypotézu ověříme pomocí binomického testu. Ten ověřuje, zda je podíl mužů statisticky významně vyšší než 50 %. Hodnota testového kritéria je 3,374 a p-hodnota testu nabývá hodnoty 0,001. P-hodnota je nižší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tedy zamítáme a potvrzujeme, že mužů s polytraumatem je statisticky signifikantně více než žen.

Závisí počet poraněných oblastí na věku?

H0: Počet poraněných oblastí nezávisí na věku zraněného.

HA: Počet poraněných oblastí závisí na věku zraněného.

Graf. č. 4: Závislost počtu poraněných oblastí na věku u n = 194 pacientů



Hypotézu ověříme pomocí neparametrického korelačního koeficientu a jeho testu statistické významnosti. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu je rovna 0,039 a p-hodnota jeho testu statistické významnosti je 0,586. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tudíž nezamítáme. Počet poraněných oblastí tedy nezávisí na věku.

Závisí počet poraněných oblastí na pohlaví?

H0: Počet poraněných oblastí nezávisí na pohlaví.

H1: Počet poraněných oblastí závisí na pohlaví.

Tab. č. 4: Závislost počtu poraněných oblastí na pohlaví u n = 194 pacientů

Počet poraněných oblastí		Pohlaví		Celkem
		Muž	Žena	
0–1	n	83	53	136
	%	68,6	72,6	70,1
2	n	27	14	41
	%	22,3	19,2	21,1
3	n	9	3	12
	%	7,4	4,1	6,2
4–5	n	2	3	5
	%	1,7	4,1	2,6
celkem	n	121	73	194
	%	100,0	100,0	100,0

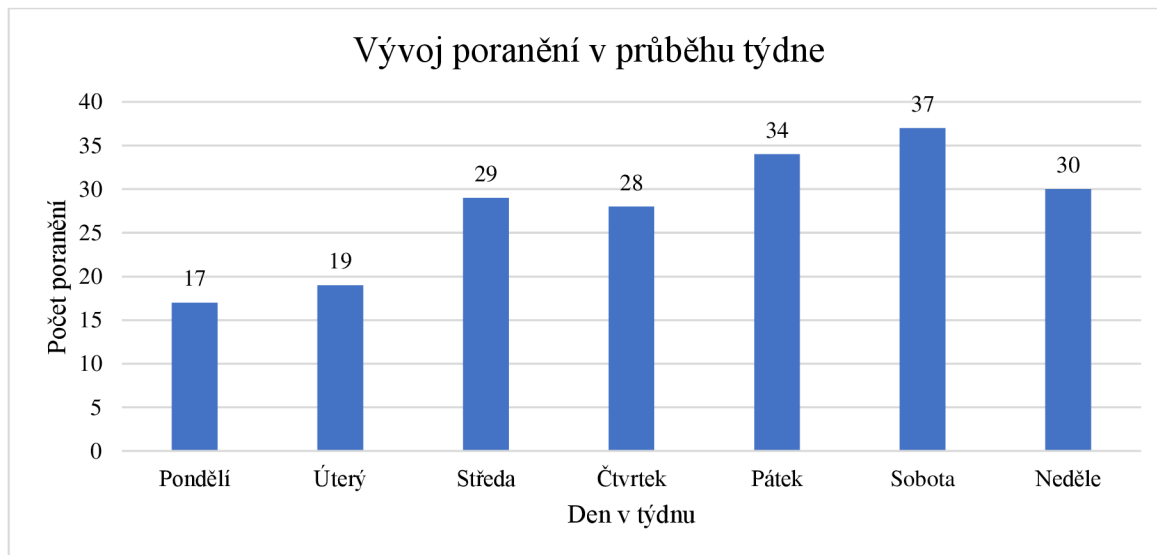
Hypotézu ověříme pomocí Pearsonova chí-kvadrát testu nezávislosti. Jelikož se počet 0 a 5 vyskytoval v souboru jen jednou, byly tyto kategorie sloučeny s vedlejšími kategoriemi. Hodnota testového kritéria je 2,198 a jeho p-hodnota je rovna 0,598. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tudíž nezamítáme. Nepodařilo se prokázat, že počet poraněných oblastí závisí na pohlaví.

Závisí počet poraněných oblastí na dni v týdnu, kdy se stal úraz?

H0: Počet poraněných oblastí nezávisí na dni v týdnu, kdy se stal úraz.

H1: Počet poraněných oblastí závisí na dni v týdnu, kdy se stal úraz.

Graf č. 5: Závislost počtu poraněných oblastí na dni v týdnu u n = 194 pacientů



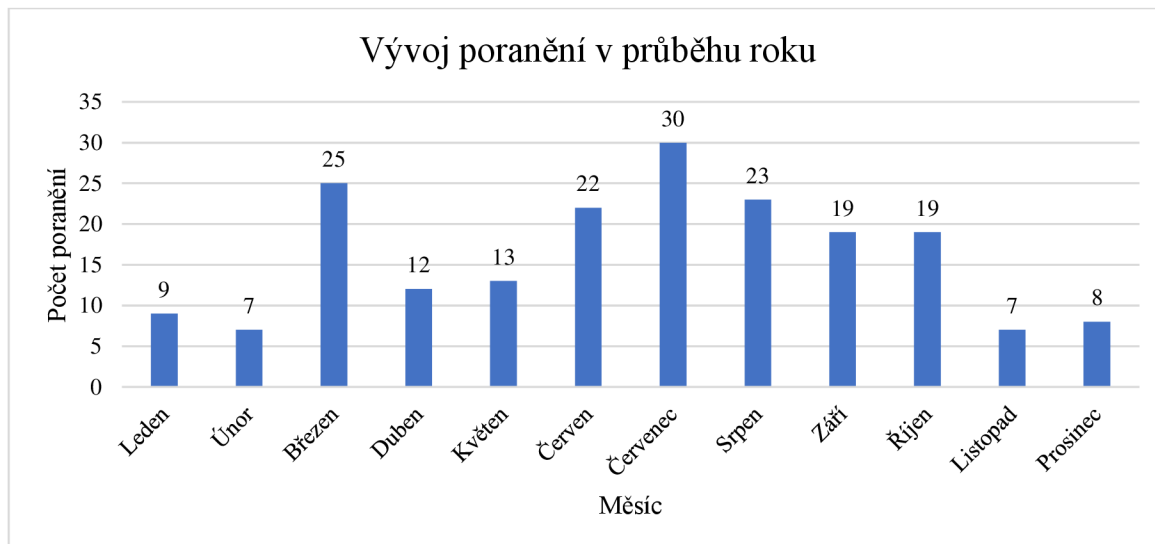
Hypotézu ověříme pomocí Kruskalova-Wallisova testu. Hodnota testového kritéria je 4,234 a jeho p-hodnota je rovna 0,645. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tudíž nezamítáme. Nepodařilo se prokázat, že počet poraněných oblastí závisí na dni v týdnu.

Závisí počet poraněných oblastí na měsíci, kdy se stal úraz?

H0: Počet poraněných oblastí nezávisí na měsíci, kdy se stal úraz.

H1: Počet poraněných oblastí závisí na měsíci, kdy se stal úraz.

Graf č. 6: Závislost počtu poraněných oblastí na měsíci úrazu u n = 194 pacientů



Hypotézu ověříme pomocí Kruskalova-Wallisova testu. Hodnota testového kritéria je 3,568 a jeho p-hodnota je rovna 0,981. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tudíž nezamítáme. Nepodařilo se prokázat, že počet poraněných oblastí závisí na měsíci v roce.

Cíl 2: Srovnat standard polytraumatického CT protokolu v Nemocnici Šumperk a. s. a Fakultní nemocnici Olomouc a jejich variabilitu ve vztahu k nálezům, věku a pohlaví pacientů

Hypotéza 2.1: Je statisticky signifikantní rozdíl mezi polytraumatickým CT protokolem používaným v Nemocnici Šumperk a. s. a Fakultní nemocnici Olomouc?

H0: Mezi polytraumatickým CT protokolem používaným v Nemocnici Šumperk a. s. a polytraumatickým CT protokolem používaným ve Fakultní nemocnici Olomouc není statisticky signifikantní rozdíl.

H1: Mezi polytraumatickým CT protokolem používaným v Nemocnici Šumperk a. s. a polytraumatickým CT protokolem používaným ve Fakultní nemocnici Olomouc je statisticky signifikantní rozdíl.

Kvalita péče je zabezpečována standardizací. Za standard lze považovat protokoly uplatňované na univerzitních pracovištích, například ve Fakultní nemocnici Olomouc.

Tab. č. 5: Srovnání polytraumatického CT protokolu Nemocnice Šumperk a. s. a Fakultní nemocnice Olomouc

	Fakultní nemocnice Olomouc	Nemocnice Šumperk a. s.
Strategie vyšetření	Nativní a kontrastní sken	Nativně, postkontrastně
Příprava nemocného	Bez přípravy Vyšetření z vitální indikace Vyplněný a podepsaný informovaný souhlas Zajištěný venózní přístup za pomoci periferní kanyly 18– 22 G	Bez přípravy, statimové vyšetření
Uložení	Nativní: mozek a C páteř Vleže na zádech hlavou směrem do gantry. Hlava fixována v nástavci pro vyšetření hlavy a krku fixačním pásem, ruce podél těla. Kontrastní: krk, hrudník, břícho a pánev Vleže na zádech hlavou směrem do gantry. Podle stavu pacienta ruce natažené za hlavou a zajištěné fixačním pásem nebo překřížené na břicho.	Poloha na zádech, hlavou do gantry
Instrukce nemocnému		Nedýchat
Rozsah vyšetření	Baze lební až pod dolní okraj pánve, eventuálně podle	1. fáze – nativ – mozek, krční páteř

	požadavků indikujícího lékaře	2. fáze – postkontrastně – plíce, břicho, pánev 3. fáze – postkontrastně – plíce, břicho, pánev
Množství kontrastní látky a fyziologického roztoku	Neionická, 320–400 mg/ml 120 ml (nebo podle váhy), proplach 80 ml fyziologického roztoku	80 ml kontrastní látky a 30 ml fyziologického roztoku
Rychlost aplikace	2,2 a 3,6 ml/s	3,5 ml/s
Zpoždění	45 s od bolu kontrastní látky, podle trackeru, po dosažení denzity 150 HU	2. fáze – spuštění trackerem v aortě 3. fáze – 30 s
Standardní náběr dat		
Plánovací skeny	Mozek a C-páteř – boční a předozadní Krk, hrudník, břicho a pánev – boční a předozadní	Hlava a krční páteř boční, trup předozadní
Směr skenování	Kraniokaudální	
Vyšetřovací rovina	Axiální	Axiální
Šíře vrstvy	Nativní mozek: měkkotkáňové okno Šíře vrstvy: 0,625 mm Interval: 0,312 mm Lebka: Kostní okno Šíře vrstvy: 0,625 mm Interval: 0,625 mm Nativní C-páteř Kostní okno Šíře vrstvy: 0,625 mm Interval: 0,625 mm	Hlava – nativně Kostní a měkkotkáňové okno 5 mm Krk – nativně Kostní a měkkotkáňové okno 5 mm Hrudník, břicho Arteriální a venózní fáze 5 mm

	<p>Postkontrastní hrudník, břicho a pánev</p> <p>Měkkotkáňové okno</p> <p>Šíře vrstvy: 1,25 mm</p> <p>Interval: 1 mm</p>	
<p>Standardní rekonstrukce dat (2 D)</p>	<p>Filtrovaná zpětná projekce a iterativní</p> <p>Rekonstrukce 1. fáze: nativní mozek a C-páteř</p> <p>Mozek axiální, koronální a SAG:</p> <p>AX: rovnoběžně s corpus callosum</p> <p>COR: rovnoběžně s mozkovým kmenem</p> <p>SAG: rovnoběžně se středočarovými strukturami</p> <p>Měkkotkáňové okno</p> <p>Šíře vrstvy: 2,5 mm</p> <p>Mezera mezi vrstvami: 2,5 mm</p> <p>Nativní C-páteř koronální a SAG</p> <p>Kostní okno</p> <p>Šíře vrstvy: 1 mm</p> <p>Mezera mezi vrstvami: 1 mm</p> <p>2. fáze: postkontrastní krk, hrudník, břicho a pánev</p> <p>Hrudní a bederní páteř SAG</p> <p>Kostní okno</p> <p>Šíře vrstvy: 1 mm</p>	<p>Mozek</p> <p>Koronální a SAG, kostní a měkkotkáňové okno 2mm vrstvy</p> <p>Krk</p> <p>Koronální a SAG měkkotkáňové okno 2mm vrstvy</p> <p>Hrudník, břicho</p> <p>Koronální a SAG měkkotkáňové okno 2mm vrstvy v arteriální a venózní fázi</p>

	<p>Mezera mezi vrstvami: 2 mm Krk, hrudník, břicho a pánev COR Měkkotkáňové okno Šíře vrstvy: 3 mm Mezery mezi vrstvami: 5 mm</p>	
--	---	--

Tab. č. 6: Shodné parametry polytraumatického CT protokolu Nemocnice Šumperk a. s. a Fakultní nemocnice Olomouc

Strategie vyšetření	Nativně mozek, postkontrastně hrudník, břicho a pánev
Příprava nemocného	Bez přípravy, statimové vyšetření
Uložení	Poloha na zádech, hlavou do gantry
Rozsah vyšetření	1. fáze – nativ – mozek, krční páteř 2. fáze – postkontrastně – hrudník, břicho, pánev
Instrukce nemocnému	Nedýchat
Rychlost aplikace	3,5 ml/s
Zpoždění	2. fáze – spuštění trackerem v aortě
Směr skenování	Axiální
Zpracování studie	Filtrovaná zpětná projekce a iterativní rekonstrukce
Rekonstrukce:	
Mozek	Koronální a SAG, kostní a měkkotkáňové okno
Krk	Koronální a SAG měkkotkáňové okno
Hrudník, břicho	COR měkkotkáňové okno

Tab. č. 7: Odlišné parametry polytraumatického CT protokolu Nemocnice Šumperk a. s. a Fakultní nemocnice Olomouc

Polytraumatický CT protokol Fakultní nemocnice Olomouc	Polytraumatický CT protokol Nemocnice Šumperk a. s.
Indikace: vysokoenergetické trauma, trauma s podezřením na krvácení, do dutiny lební, hrudní, nebo břišní	
Kontraindikace: relativní: gravidita (provedení jen u závažných stavů), laktace, obezita a nespolupráce pacienta	
Vyplněný a podepsaný informovaný souhlas	
Zajištěný venózní přístup za pomoci periferní kanyly 18–22 G	
Podání kontrastní látky intravenózně	
Typ, koncentrace: neionická, 320–400 mg/ml	Množství kontrastní látky a fyziologického roztoku
Množství: 80–100 ml (nebo podle váhy), proplach 80 ml fyziologického roztoku	80 ml kontrastní látky a 30 ml fyziologického roztoku
Způsob podání: tlakový injektor, split bolus metoda	Rychlost aplikace 3,5 ml/s
Rychlost podání: 2,2 a 3,6 ml/s	Zpoždění 2. fáze – spuštění trackerem v aortě
Zpoždění zahájení skenování: 45 s od bolu kontrastní látky, po dosažení denzity 150 HU	3. fáze – 30 s

<p>Nativní mozek a C-páteř</p> <p>Topogram: boční a předozadní</p> <p>Směr skenování: kaudokraniální</p> <p>Nativní, přehledná na ascendentní aortu</p> <p>Směr skenování: kaudokraniální</p> <p>Topogram: boční a předozadní krk, hrudník, břicho a pánev</p> <p>Rozsah vyšetřované oblasti: od poloviny srdce, nad oblouk aorty</p> <p>Kontrastní fáze: krk</p> <p>Šíře vrstvy, inkrement</p> <p>Nativní mozek:</p> <p>měkkotkáňové okno</p> <p>Šíře vrstvy: 0,625 mm, interval: 0,312 mm</p> <p>Lebka:</p> <p>Kostní okno</p> <p>Šíře vrstvy: 0,625 mm, interval: 0,625 mm</p> <p>Nativní C-páteř</p> <p>Kostní okno</p> <p>Šíře vrstvy: 0,625 mm, interval: 0,625 mm</p> <p>Postkontrastní hrudník, břicho a pánev</p> <p>Měkkotkáňové okno</p> <p>Šíře vrstvy: 1,25 mm, interval: 1 mm</p>	<p>Standardní náběr dat</p> <p>Plánovací skeny hlava a krční páteř boční, hrudník, břicho a pánev předozadní</p> <p>Hlava – nativně</p> <p>Kostní a měkkotkáňové okno 5 mm</p> <p>Krk – nativně</p> <p>Kostní a měkkotkáňové okno 5 mm</p> <p>Hrudník, břicho</p> <p>Arteriální a venózní fáze 5 mm</p>
---	---

<p>Rekonstrukce 1. fáze: nativní mozek a C-páteř</p> <p>Mozek axiální, koronální a SAG</p> <p>AX: rovnoběžně s corpus callosum</p> <p>Šíře vrstvy a mezera mezi vrstvami: 2,5 mm</p> <p>Nativní C-páteř koronální a SAG kostní okno</p> <p>Šíře vrstvy a mezera mezi vrstvami: 1 mm</p> <p>2. fáze: postkontrastní krk, hrudník, břicho a pánev</p> <p>Hrudní a bederní páteř SAG kostní okno</p> <p>Šíře vrstvy: 1 mm, mezera mezi vrstvami: 2 mm</p> <p>Krk, hrudník, břicho a pánev CORa</p> <p>Měkkotkáňové okno</p> <p>Šíře vrstvy: 3 mm</p> <p>Mezery mezi vrstvami: 5 mm</p>	<p>Standardní rekonstrukce dat (2 D)</p> <p>Mozek</p> <p>Koronální a SAG, kostní a měkkotkáňové okno 2 mm vrstvy</p> <p>Krk</p> <p>Koronální a SAG měkkotkáňové okno 2 mm vrstvy</p> <p>Hrudník, břicho</p> <p>Koronální a SAG měkkotkáňové okno 2 mm vrstvy v arteriální a venózní fázi</p>
---	--

Jaké jsou výjimky polytraumatického CT protokolu?

Ve výzkumném souboru n = 194 pacientů se vyskytovalo mnoho různých variant polytraumatického CT protokolu.

Tab. č. 8: Výjimky polytraumatického CT protokolu v souboru n = 194 pacientů

Polytrauma	Počet pacientů (n)	Počet pacientů v %
Mozek AX kostní okno	34	21,1
Chybí mozek koronální a SAG kostní okno	3	1,9
Bez hlavy	1	0,6
Bez krku a hlavy	5	3,1
Bez krku	1	0,6
Mozek AX měkkotkáňové okno soft	128	79,5
Hrudní páteř AX	4	2,5
Krční páteř AX kostní okno	25	15,5
Krční páteř COR kostní okno	108	67,1
Krční páteř AX měkkotkáňové okno	15	9,3
Chybí krk SAG měkkotkáňové okno	4	2,5
Chybí krk COR měkkotkáňové okno	58	36,0
Krční páteř SAG	120	74,5
Chybí COR měkkotkáňové okno hrudník, břicho, pánev	4	2,5
Břicho COR kostní okno	56	34,8
Hrudník, břicho, pánev AX kostní okno	2	1,2
Hrudník SAG kostní okno	109	67,7
Chybí SAG měkkotkáňové okno	7	4,3
Břicho SAG kostní okno	100	62,1
Páteř COR kostní okno	4	2,5
L2 AX kostní okno	1	0,6
Páteř AX kostní okno	1	0,6
Páteř SAG kostní okno	3	1,9
Hrudník, břicho HRCT COR	1	0,6
Hrudník, břicho HRCT SAG	1	0,6

MIP hrudník, břicho pánev, COR	1	0,6
MIP hrudník, břicho pánev, SAG	2	1,2
Hrudník COR kostní okno	50	31,1
Rameno SAG kostní okno	1	0,6
Bérec	1	0,6
Rameno COR a SAG kostní okno	7	4,3
Pánev SAG kostní okno	1	0,6
Pánev COR kostní okno	3	1,9
Celkem	861	534,8

Jaká jsou CT okna využívána v Nemocnici Šumperk a. s. v rámci polytraumatického CT protokolu?

Tab. č. 9: CT okna využívána v rámci polytraumatického CT protokolu v Nemocnici Šumperk a. s.

Vyšetřovaná oblast	Šířka okna	Střed okna
Premonitoring na oblast aorty	300	40
Mozek měkkotkáňové okno	80	35
Mozek kostní okno	4 096	735
Krk měkkotkáňové okno	255	50
Krk kostní okno	1 565	475
Hrudník, břicho a pánev měkkotkáňové okno	300	40
Hrudník, břicho a pánev kostní okno	1 500	450
HRCT hrudník, břicho a pánev	1 200	-600
3 D CT skeletu hrudníku a páteře	256	128
Hrudník kostní okno	1 500	450
Rameno kostní okno	1 460	435
Pánev kostní okno	1 500	450

Tab. č. 10: CT okna podle odborné publikace Jiřího Ferdy Multidetektorová výpočetní tomografie technika vyšetření, 2009

Vyšetřovaná oblast	Šířka okna	Střed okna
Plicní tkáň	1 600	-600
Měkké tkáně	350	0
Játra postkontrastně	1 300	50–100
Mozek	85–120	35
CT angiografie	500	100–200
Skelet	2 000	500
Spánková kost	4 000	700

Tab. č. 11: CT okna podle odborné publikace Jaroslava Vomáčky a kol. Zobrazovací metody pro radiologické asistenty 2., doplněné vydání, s. 43

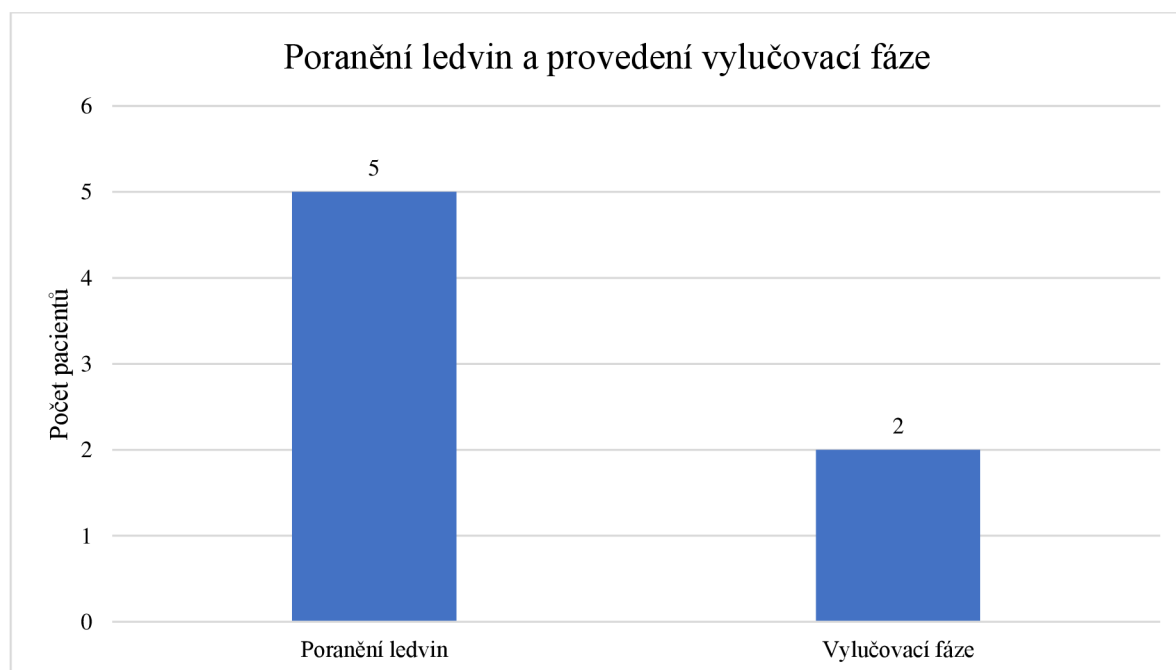
Vyšetřovaná oblast	Šířka okna	Střed okna
Mozek	75	30
Břicho	350	35
Mediastinum	400	40
Plíce	1 600	-600
Skelet 1	1 300	300 (paranasální dutiny)
Skelet 2	3 700	600 (fraktury)

Existuje závislost mezi provedením vylučovací fáze polytraumatického CT protokolu a podezřením na poranění ledvin?

H0: Provedení vylučovací fáze polytraumatického CT protokolu nezávisí na podezření na poranění ledvin.

H1: Provedení vylučovací fáze polytraumatického CT protokolu závisí na podezření na poranění ledvin.

Graf č. 7: Poranění ledvin a provedení vylučovací fáze v souboru n = 194 pacientů



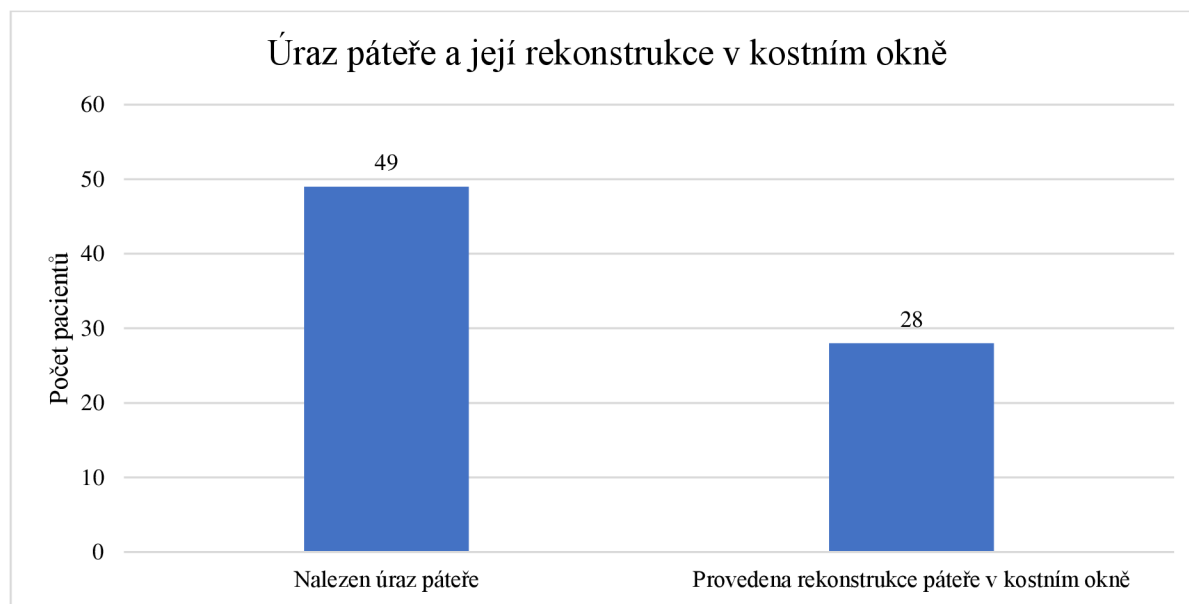
Ve vybraném souboru bylo nalezeno poranění ledvin detekované v pěti případech. Ve dvou případech z daných pěti, tedy v 60 %, nebyla provedena vylučovací fáze. Hypotézu ověříme pomocí binomického testu. Hodnota testového kritéria je 0 a p-hodnota testu nabývá hodnoty 1. P-hodnota je vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tedy nezamítáme. Nepodařilo se nám prokázat, že je vylučovací prováděna v případě, že je nalezeno poranění ledvin ve více než 50 % případů.

Existuje závislost mezi provedením rekonstrukcí páteře v kostním okně a jejím poraněním?

H0: Provedení rekonstrukce páteře v kostním okně nezávisí na jejím poranění.

H1: Provedení rekonstrukce páteře v kostním okně závisí na jejím poranění.

Graf č. 8: Úraz páteře a její rekonstrukce v kostním okně v souboru n = 194 pacientů



Ve vybraném souboru bylo nalezeno poranění páteře detekované ve 49 případech. Ve 28 případech z daných 49, tedy v 57,1 %, byla provedena rekonstrukce páteře v kostním okně. Hypotézu ověříme pomocí binomického testu. Ten ověřuje, zda je podíl provedených kostních oken statisticky významně vyšší než 50 %. Hodnota testového kritéria je 0,857 a p-hodnota testu nabývá hodnoty 0,391. P-hodnota je vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tedy nezamítáme. Nepodařilo se nám prokázat, že vyšetření páteře v kostním okně je provedeno v případě poranění páteře ve více než 50 % případů.

Existuje závislost mezi denzitou v aortě ve chvíli spuštění akvizice dat arteriální fáze polytraumatického CT protokolu a věkem pacienta?

H0: Denzita v aortě ve chvíli spuštění akvizice dat arteriální fáze polytraumatického CT protokolu nezávisí na věku pacienta.

H1: Denzita v aortě ve chvíli spuštění akvizice dat arteriální fáze polytraumatického CT protokolu závisí na věku pacienta.

U jedenácti pacientů nebylo možné nalézt data, či bylo vyšetření prováděno nativně.

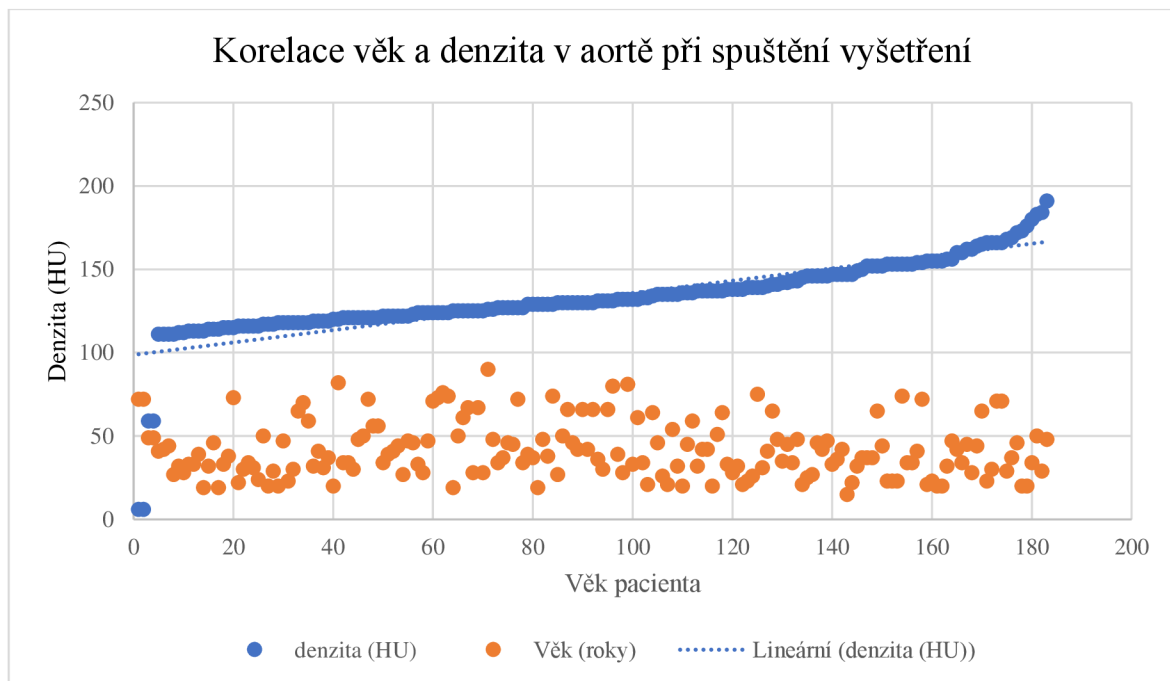
Tab. č. 12: Popisná statistika – denzita v aortě ve chvíli spuštění vyšetření v souboru n = 194 pacientů

Statistický ukazatel	Hodnota
Aritmetický průměr	132,7923
Medián	130
Modus	121
Směr. odchylka	23,07276
Rozptyl výběru	532,3522
Minimum	6
Maximum	191

Tab. č. 13: Korelace věk a denzita v aortě ve chvíli spuštění vyšetření v souboru n = 194 pacientů

	Denzita	Věk
Denzita	1	
Věk	-0,13227	1

Graf č. 9: Korelace věk a denzita v aortě ve chvíli spuštění vyšetření v souboru n = 194 pacientů



Z uvedené korelační matice a grafu vyplývá, že korelace je rovna $-0,13$. Jedná se tedy o velmi slabou závislost věku a denzity v aortě při spuštění vyšetření a platí nulová hypotéza.

Byl statisticky signifikantní rozdíl mezi využitím 3D CT skeletu a 3D CT parenchymových orgánů?

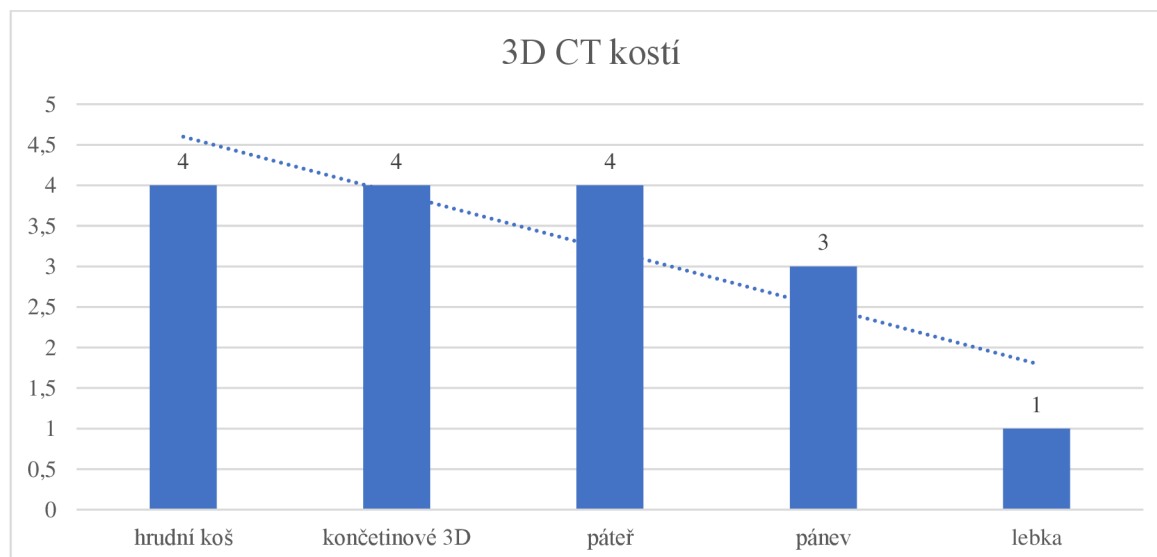
H0: Mezi počtem provedení 3D CT skeletu a 3D CT parenchymových orgánů není statisticky signifikantní rozdíl.

H1: Mezi počtem provedení 3D CT skeletu a 3D CT parenchymových orgánů je statisticky signifikantní rozdíl.

Tab. č. 14: 3D CT kostí u pacientů s polytraumatem v souboru n = 194 pacientů

3D CT	Počet pacientů (n)	Počet pacientů v %
Hrudník	4	2,06
Končetinové 3D	4	2,06
Páteř	4	2,06
Pánev	3	1,55
Lebka	1	0,52
Celkem	16	8,25

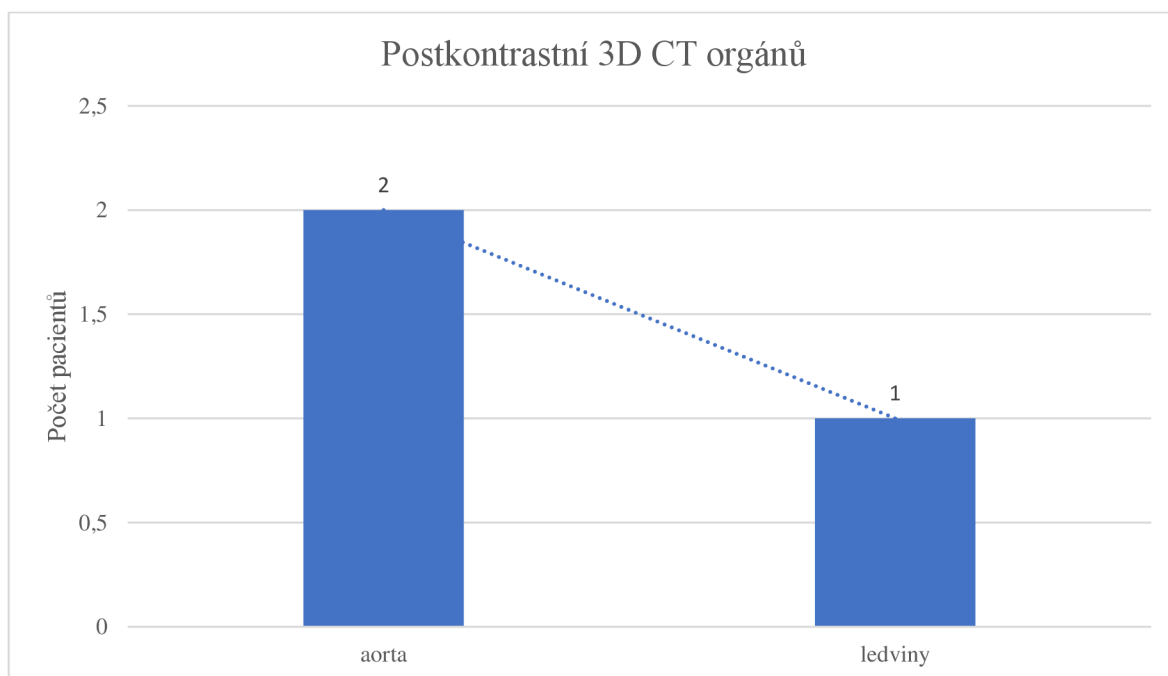
Graf č. 10: 3 D CT kostí u pacientů s polytraumatem v souboru n = 194 pacientů



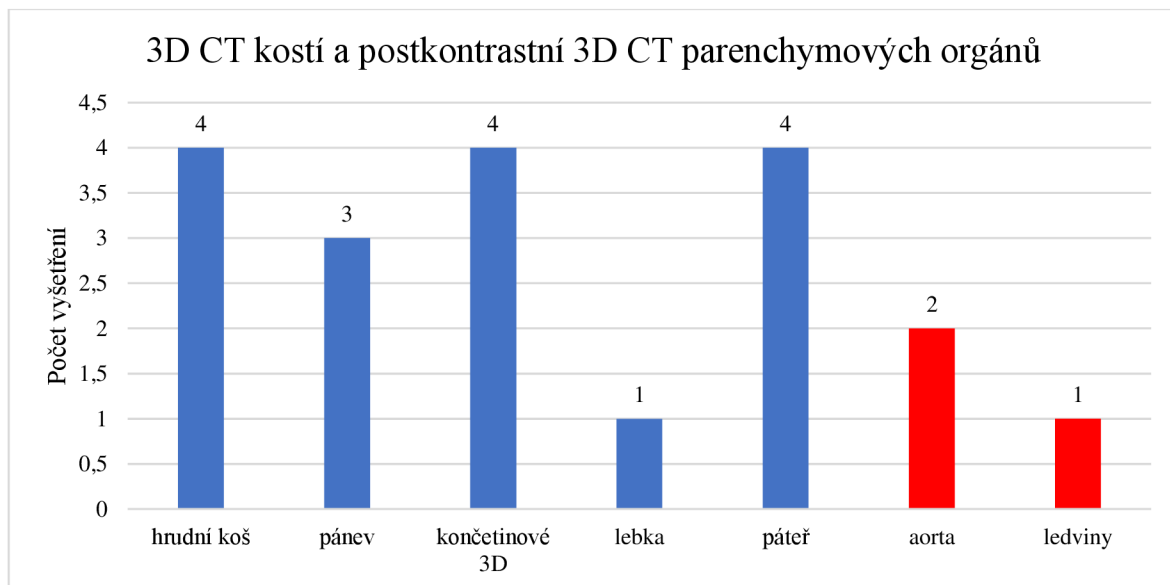
Tab. č. 15: Postkontrastní 3D CT orgánů u pacientů s polytraumatem v souboru n = 194 pacientů

3D CT	Počet pacientů (n)	Počet pacientů v %
Aorta	2	1,03
Ledviny	1	0,52
Celkem	3	1,55

Graf č. 11: Postkontrastní 3 D CT orgánů u pacientů s polytraumatem v souboru n = 194 pacientů



Graf č. 12: 3D CT kostí a postkontrastní 3D CT parenchymových orgánů v souboru n = 194 pacientů



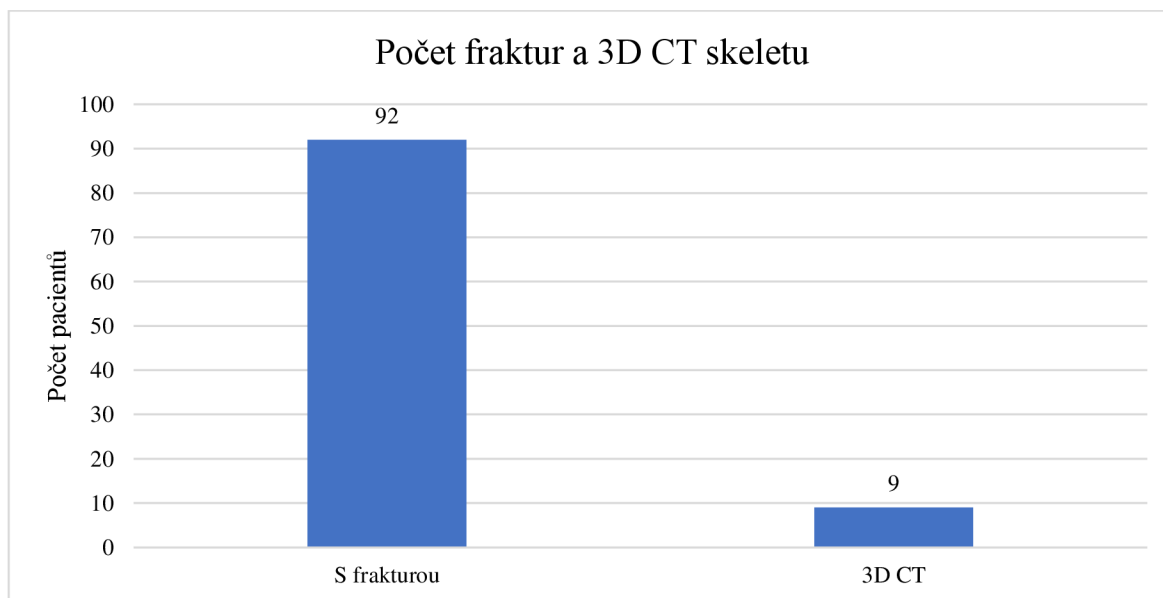
Hypotézu ověříme pomocí testu o dvou podílech. Průměrný podíl využití 3D CT skeletu činí 1,48 % a podíl 3D CT parenchymových orgánů je 0,73 %. Testu o dvou podílech poskytuje ve výstupu pouze p-hodnotu a ta je rovna 0,241. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti a nulovou hypotézu nezamítáme. 3D CT skeletu se nevyužívá významně častěji než 3D CT parenchymových orgánů.

Existuje závislost mezi provedením 3D CT skeletu a nálezem fraktury?

H0: Provedení 3D CT skeletu nezávisí na nálezu fraktury.

H1: Provedení 3D CT skeletu závisí na nálezu fraktury.

Graf. č. 13: Počet fraktur a počet 3D CT skeletu v souboru n = 194 pacientů



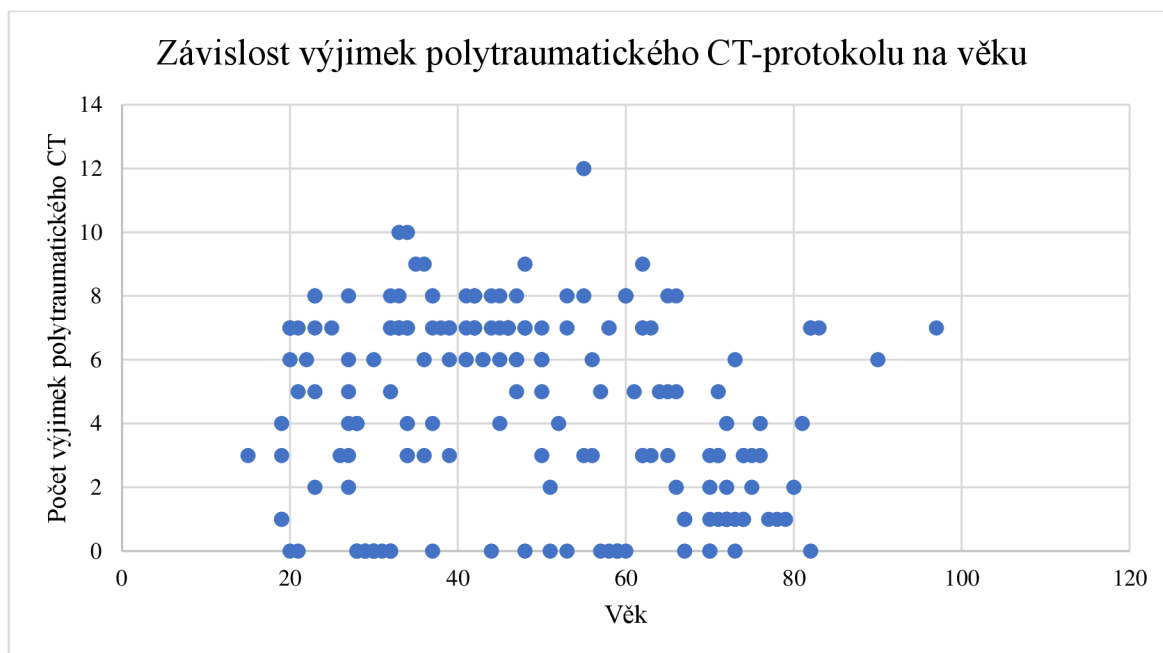
Frakturu mělo 92 pacientů, a pouze u devíti bylo využito 3D CT vyšetření. Podíl pacientů s frakturou byl tedy 47,4 % a 3D vyšetření bylo provedeno u 4,6 % pacientů. Hypotézu ověříme pomocí testu o dvou podílech. P-hodnota testu je menší než 0,001. Je tedy nižší než zvolená hladina významnosti a nulovou hypotézu zamítáme. Mezi počtem pacientů s frakturou a využitím 3D CT existuje statisticky signifikantní rozdíl.

Existuje závislost mezi výjimkami polytraumatického CT protokolu a věkem pacienta?

H0: Počet výjimek polytraumatického CT protokolu nezávisí na věku pacienta.

H1: Počet výjimek polytraumatického CT protokolu závisí na věku pacienta.

Graf č. 14: Závislost výjimek polytraumatického CT protokolu na věku pacienta v souboru n = 194 pacientů



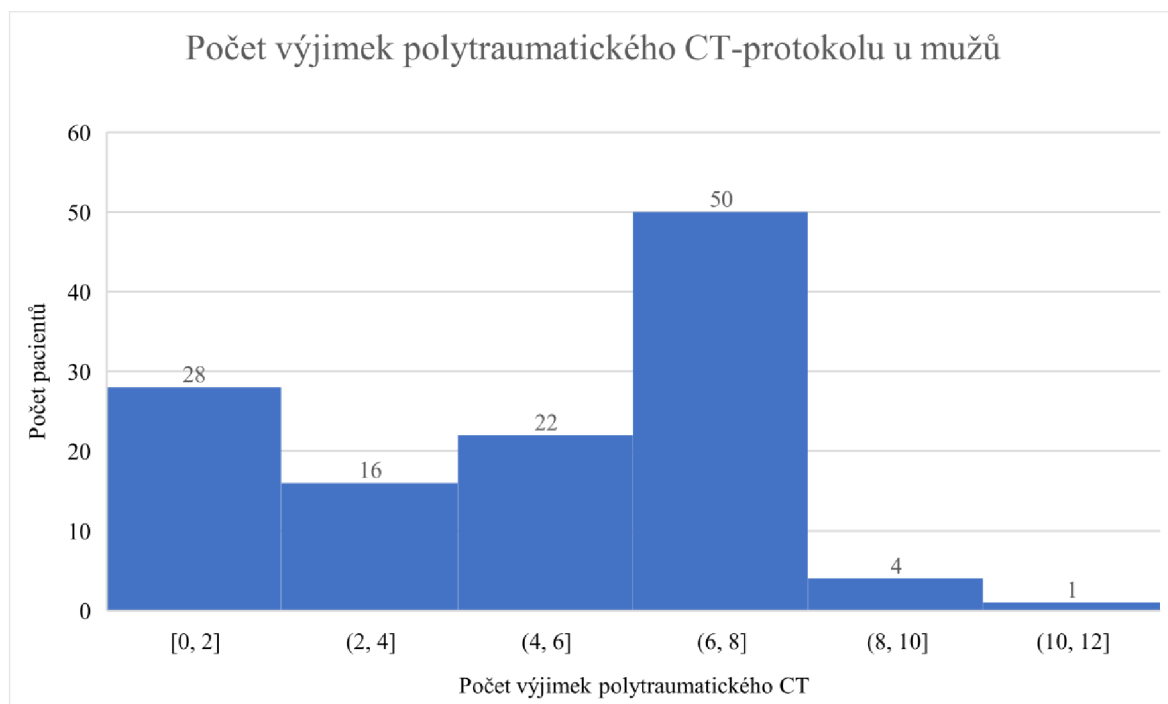
Hypotézu ověříme pomocí neparametrického korelačního koeficientu a jeho testu statistické významnosti. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu je rovna $-0,139$ a p-hodnota jeho testu statistické významnosti je $0,053$. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti $0,05$, nulovou hypotézu tudíž nezamítáme. Počet výjimek polytraumatického CT tedy nezávisí na věku.

Existuje závislost mezi výjimkami polytraumatického CT protokolu a pohlavím pacienta?

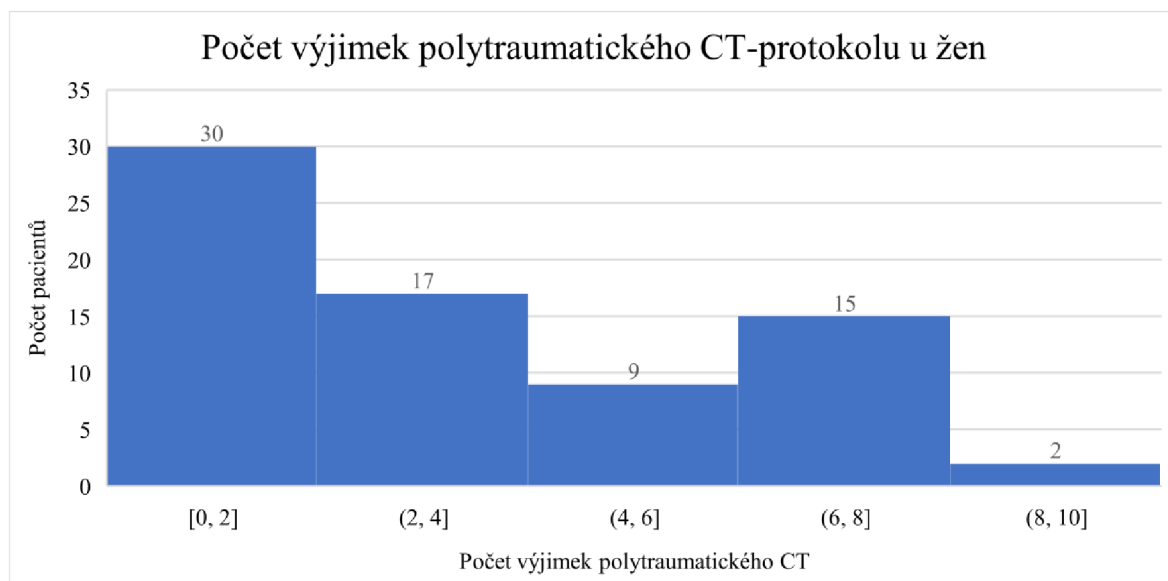
H0: Počet výjimek polytraumatického CT protokolu nezávisí na pohlaví pacienta.

H1: Počet výjimek polytraumatického CT protokolu závisí na pohlaví pacienta.

Graf č. 15: Výskyt výjimek polytraumatického CT protokolu u mužů v souboru n = 194 pacientů



Graf č. 16: Výskyt výjimek polytraumatického CT protokolu u žen v souboru n = 194 pacientů



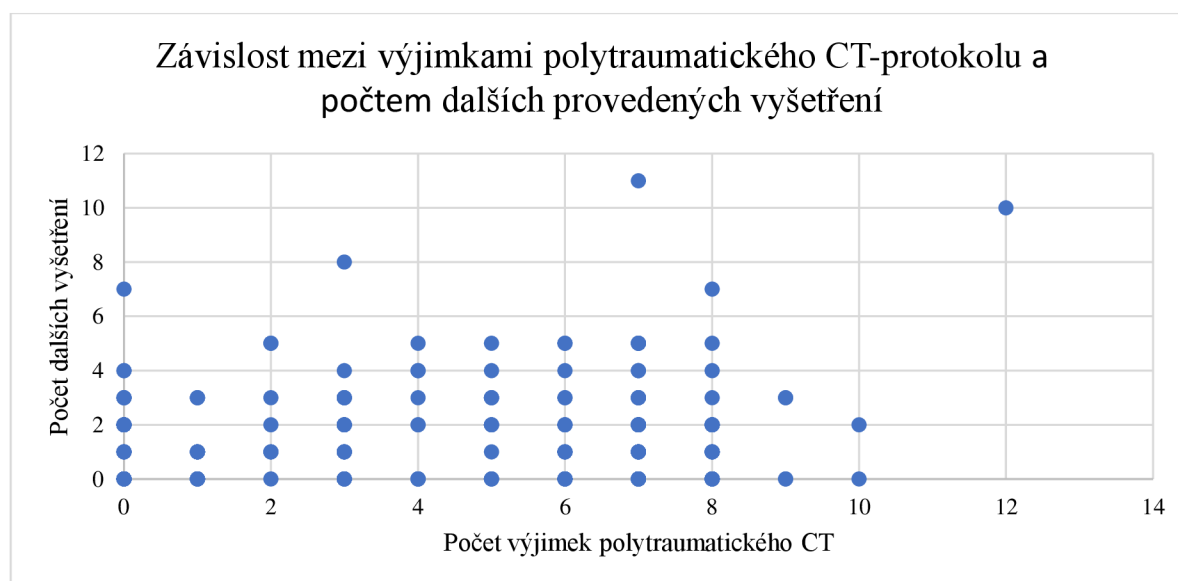
Hypotézu ověříme pomocí neparametrického Mannova-Whitneyho U-testu. Hodnota testového kritéria je 2,926 a p-hodnota testu je rovna 0,003. Je tedy nižší než zvolená hladina významnosti, a nulovou hypotézu tudíž zamítáme. Podařilo se potvrdit, že počet výjimek polytraumatického CT protokolu závisí na pohlaví pacienta. Muži dosahují vyššího počtu výjimek polytraumatického CT protokolu než ženy.

Existuje závislost mezi výjimkami polytraumatického CT protokolu a počtem dalších provedených vyšetření?

H0: Počet výjimek polytraumatického CT protokolu nezávisí na počtu dalších provedených vyšetření.

H1: Počet výjimek polytraumatického CT protokolu závisí na počtu dalších provedených vyšetření.

Graf č. 17: Závislost výjimek polytraumatického CT protokolu na počtu dalších provedených vyšetření v souboru n = 194 pacientů



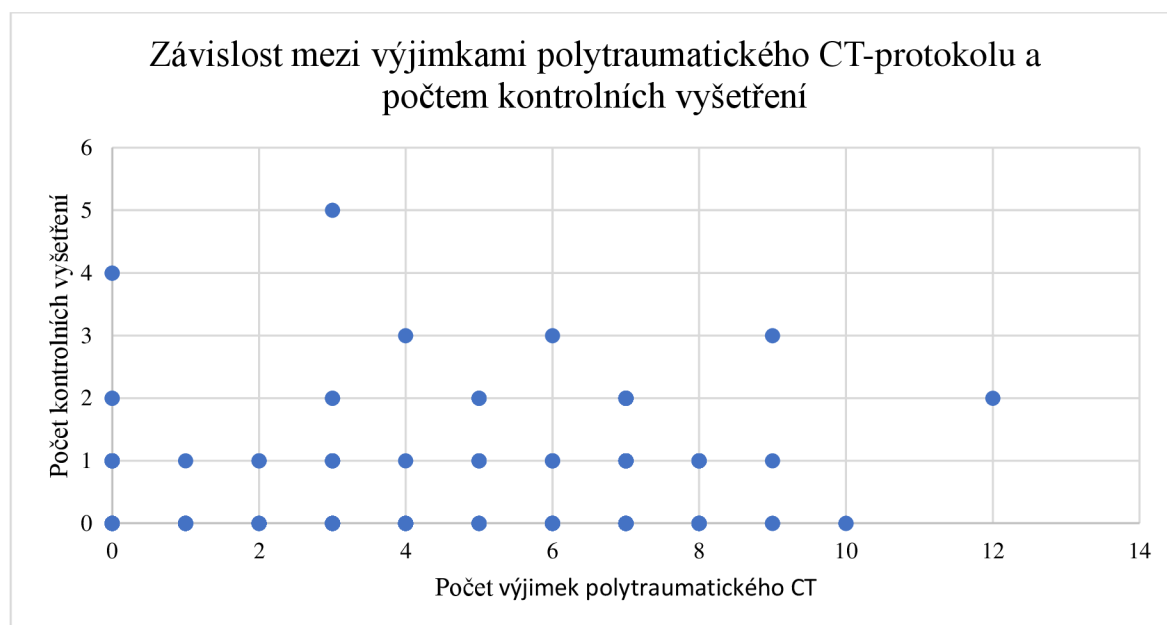
Hypotézu ověříme pomocí neparametrického korelačního koeficientu a jeho testu statistické významnosti. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu je rovna 0,053 a p-hodnota jeho testu statistické významnosti je 0,438. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tudíž nezamítáme. Nepodařilo se potvrdit, že počet výjimek polytraumatického CT závisí na počtu dalších provedených vyšetření.

Existuje závislost mezi výjimkami polytraumatického CT protokolu a počtem kontrolních vyšetření?

H0: Počet výjimek polytraumatického CT protokolu nezávisí na počtu kontrolních vyšetření.

H1: Počet výjimek polytraumatického CT protokolu závisí na počtu kontrolních vyšetření.

Graf č. 18: Závislost výjimek polytraumatického CT protokolu na počtu provedených kontrolních vyšetření v souboru n = 194 pacientů



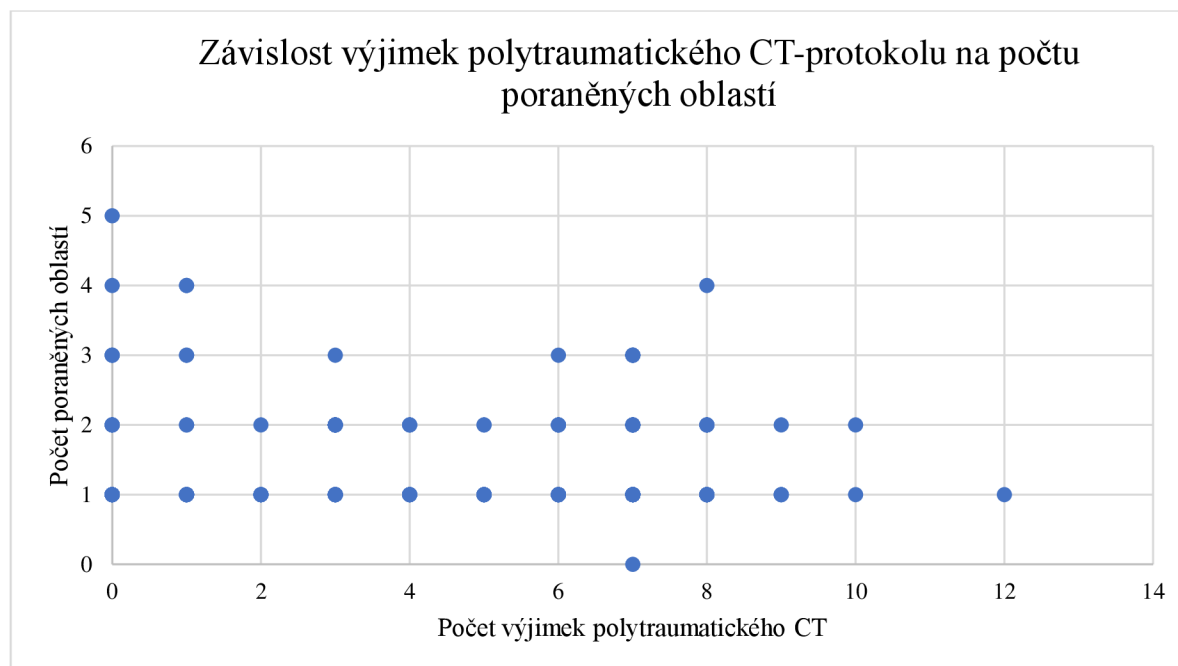
Hypotézu ověříme pomocí neparametrického korelačního koeficientu a jeho testu statistické významnosti. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu je rovna 0,021 a p-hodnota jeho testu statistické významnosti je 0,772. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tudíž nezamítáme. Nepodařilo se potvrdit, že počet výjimek polytraumatického CT závisí na počtu provedených kontrolních vyšetření.

Existuje závislost mezi výjimkami polytraumatického CT protokolu a počtem poraněných oblastí?

H0: Počet výjimek polytraumatického CT protokolu nezávisí na počtu poraněných oblastí.

H1: Počet výjimek polytraumatického CT protokolu závisí na počtu poraněných oblastí.

Graf č. 19: Závislost výjimek polytraumatického CT protokolu na počtu poraněných oblastí v souboru n = 194 pacientů



Hypotézu ověříme pomocí neparametrického korelačního koeficientu a jeho testu statistické významnosti. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu je rovna 0,021 a p-hodnota jeho testu statistické významnosti je 0,772. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tudíž nezamítáme. Nepodařilo se potvrdit, že počet výjimek polytraumatického CT závisí na počtu poraněných oblastí.

Cíl 3: Provést výzkum dalších zobrazovacích metod užívaných u pacientů s polytraumatem ve vztahu k nálezům, věku a pohlaví pacientů

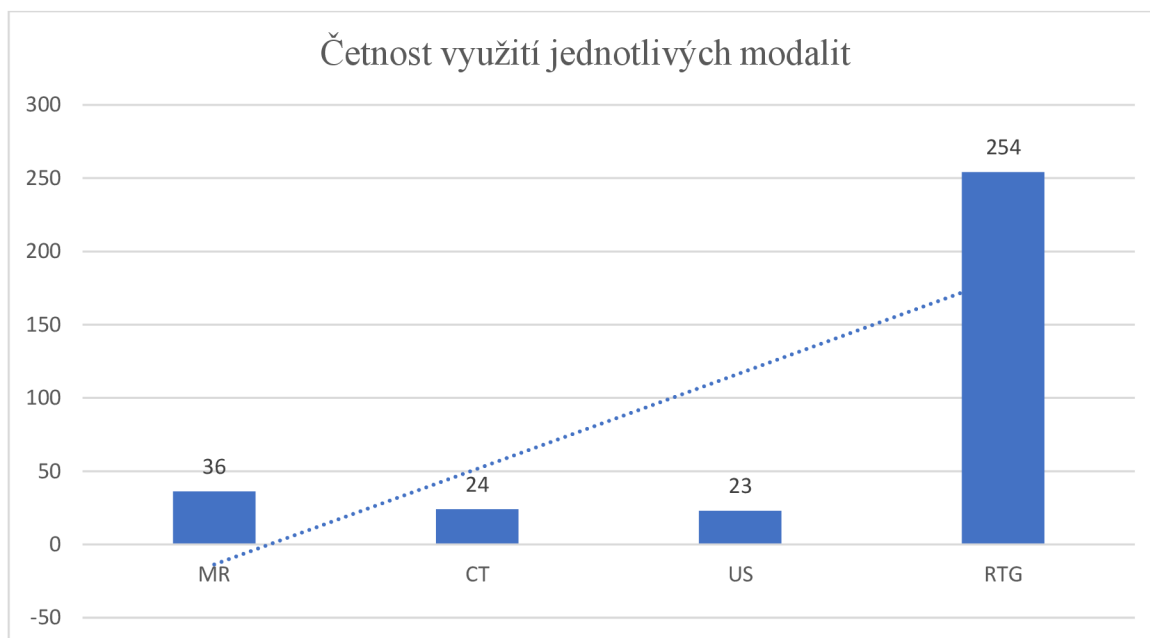
Jaké další zobrazovací metody mimo polytraumatický CT protokol využíváme?

Tab. č. 16: Četnost využití jednotlivých zobrazovacích modalit mimo polytraumatický CT protokol v souboru n = 194 pacientů

Vyšetření	Počet pacientů	Počet pacientů v %
MR		
Krční páteř	11	5,67
Hrudní páteř	10	5,1
Bederní páteř	14	7,2
Rameno	1	0,5
CT		
Zápěstí	6	3,09
Bérec	16	8,24
Hlezno	2	1,03
US		
Břicho a pánev	20	10,3
Žíly	2	1,03
Měkké tkáně	1	0,51
RTG		
Krční páteř	3	1,54
Rameno	19	9,79
Klíční kost	8	4,12
Hrudní páteř	10	5,15
Hrudní kost	4	2,06
Žebra	7	3,60
Plíce	42	21,64
TH/L přechod	3	1,54

Loket	13	6,70
Předloktí	10	5,15
Zápěstí	15	7,73
Ruka	17	8,76
Pánev	11	5,67
Femur	17	8,76
Koleno	19	9,79
Bérec	12	6,18
Hlezno	14	7,21
Noha	13	6,70
Palec	11	5,67
Perioperační skiaskopie skeletu	5	2,57
Skiaskopické vyšetření jícnu	1	0,51

Graf č. 20: Četnost využití jednotlivých zobrazovacích modalit v souboru n = 194 pacientů



Jaká provádíme kontrolní vyšetření?

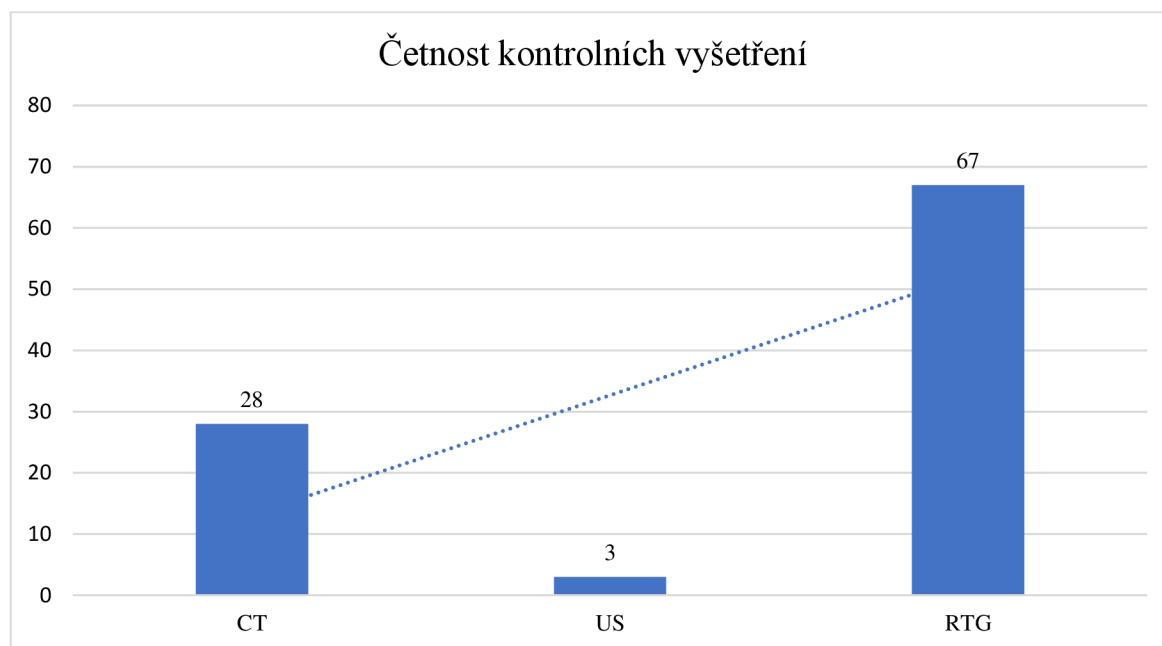
S časovým odstupem mohou být doplněna kontrolní CT, US, RTG vyšetření. Nejčastěji v souboru n = 194 osob byla opakována vyšetření uvedená v tabulce č. 5:

Tab. č. 17: Četnost kontrolních vyšetření v souboru n = 194 pacientů

Vyšetření	Počet pacientů	Počet pacientů v %
CT		
Mozek	8	4,12
Krční páteř	4	2,06
Hrudník	7	3,60
Hrudní páteř	6	3,09
Břícho	3	1,54
US		
Břícho a pánev	3	1,54
RTG		
Plíce	21	10,82
Žebra	2	1,03
Sternum	2	1,03
Rameno	2	1,03
Loket	5	2,57
Palec	2	1,03
Hlezno	2	1,03
Krční páteř	6	3,09
Hrudní páteř	4	2,06

Bederní páteř	7	3,60
Ruka	4	2,06
Klíční kost	3	1,54
Noha	3	1,54
Předloktí	1	0,51
Pánev	1	0,51
Koleno	1	0,51
Zápěstí	1	0,51

Graf č. 21: Četnost kontrolních vyšetření podle jednotlivých modalit u pacientů s polytraumatem n = 194 pacientů

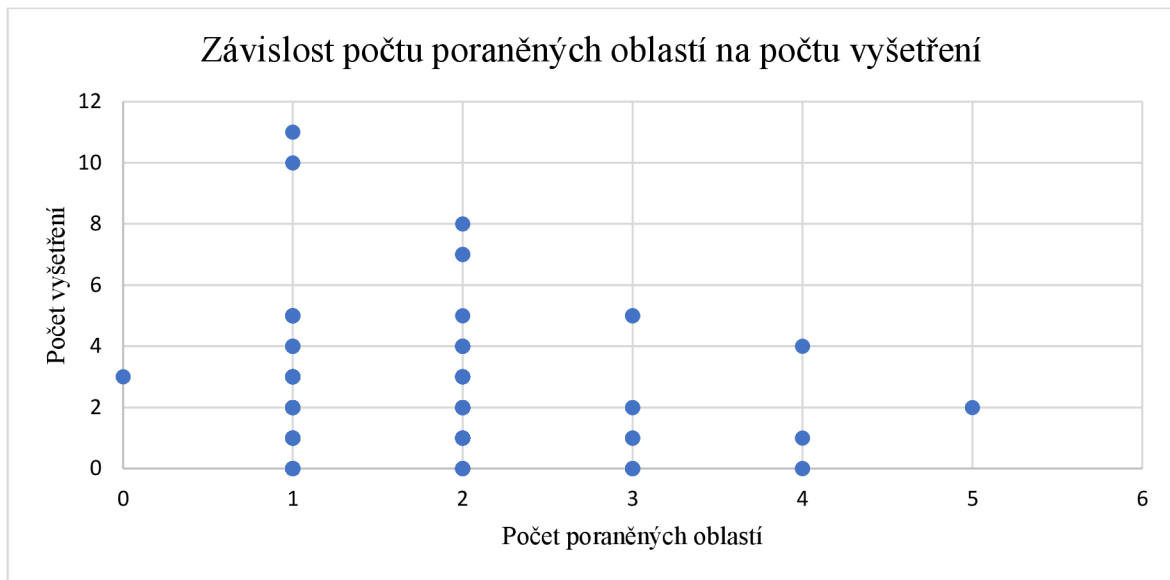


Existuje závislost mezi počtem provedených vyšetření a počtem poraněných oblastí?

H0: Počet provedených vyšetření nezávisí na počtu poraněných oblastí.

H1: Počet provedených vyšetření závisí na počtu poraněných oblastí.

Graf č. 22: Závislost počtu poraněných oblastí na počtu vyšetření v souboru n = 194 pacientů



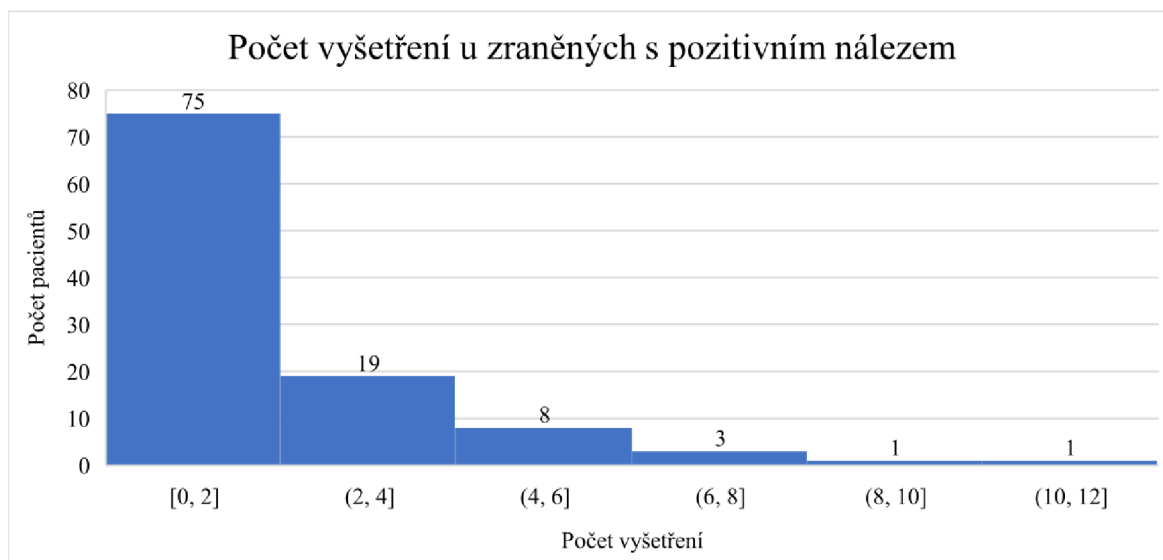
Hypotézu ověříme pomocí neparametrického korelačního koeficientu a jeho testu statistické významnosti. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu je rovna 0,116 a p-hodnota jeho testu statistické významnosti je 0,108. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tudíž nezamítáme. Nepodařilo se potvrdit, že počet provedených vyšetření závisí na počtu poraněných oblastí.

Existuje závislost mezi počtem provedených vyšetření a počtem negativních nálezů?

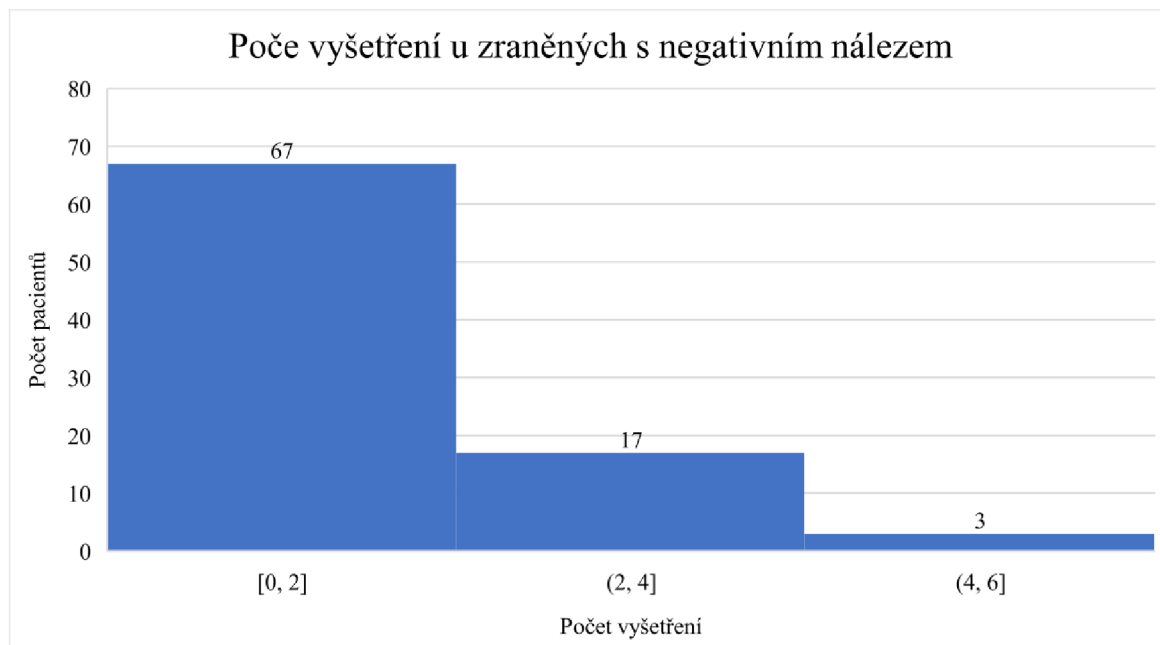
H0: Počet provedených vyšetření nezávisí na počtu negativních nálezů.

H1: Počet provedených vyšetření závisí na počtu negativních nálezů.

Graf č. 23: Počet vyšetření u zraněných s pozitivním CT nálezem v souboru n = 194 pacientů



Graf č. 24: Počet vyšetření u zraněných s negativním CT nálezem v souboru n = 194 pacientů



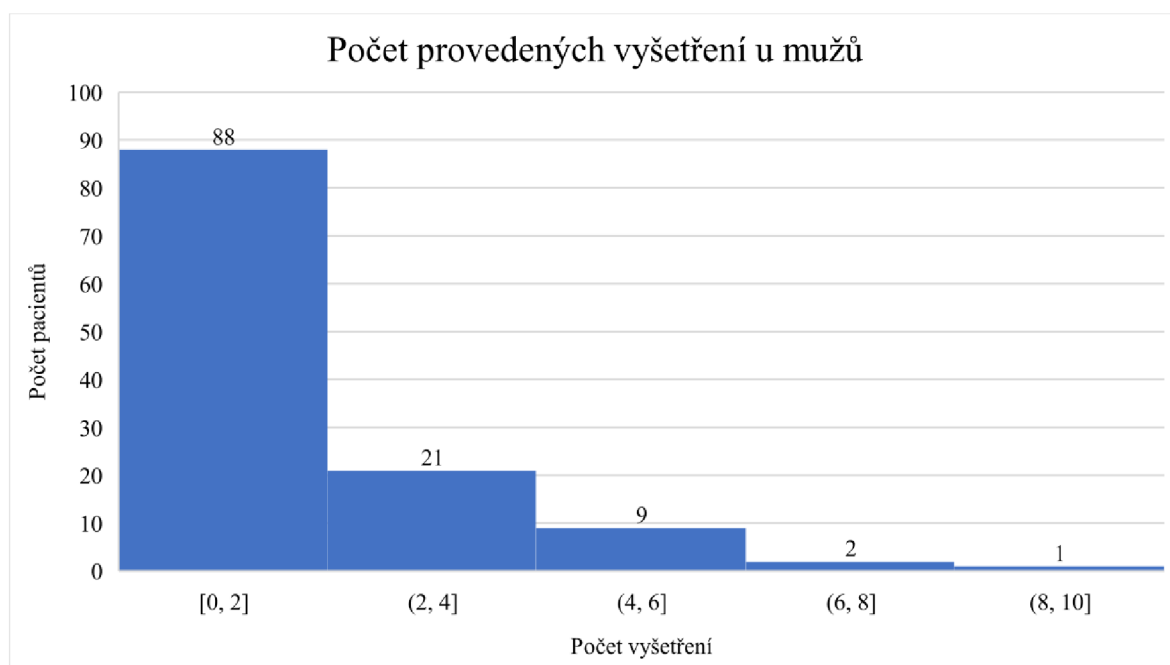
Hypotézu ověříme pomocí neparametrického Mannova-Whitneyho U-testu. Hodnota testového kritéria je 2,453 a p-hodnota testu je rovna 0,014. Je tedy nižší než zvolená hladina významnosti, a nulovou hypotézu tudíž zamítáme. Podařilo se potvrdit, že počet provedených vyšetření závisí na přítomnosti negativního nálezu. Více vyšetření podstupují lidé bez negativního nálezu.

Existuje závislost mezi počtem provedených vyšetření a pohlavím pacienta?

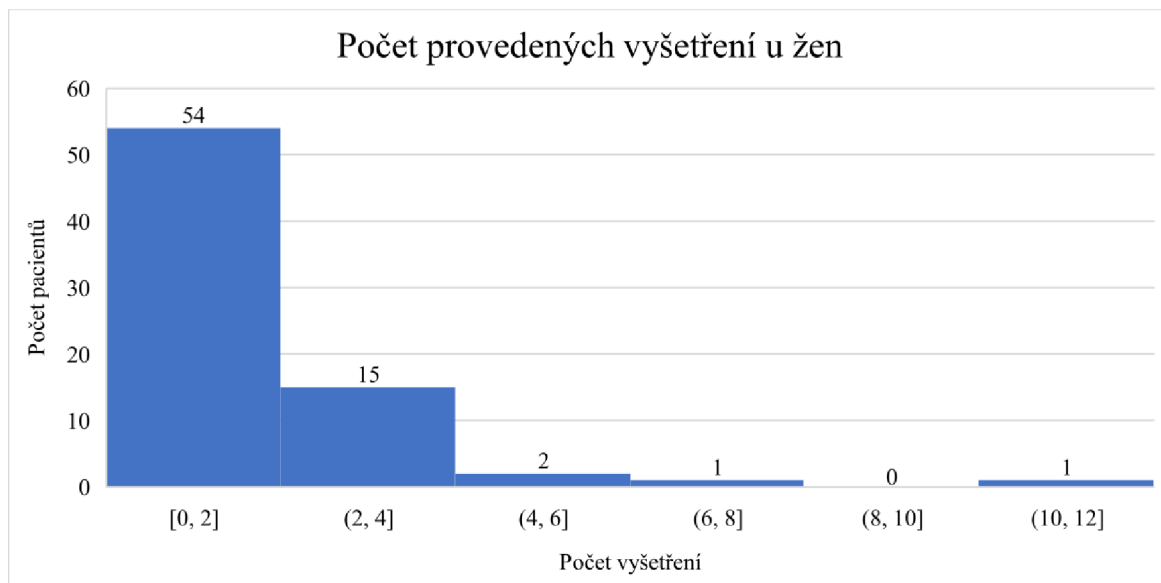
H0: Počet provedených vyšetření nezávisí na pohlaví pacienta.

H1: Počet provedených vyšetření závisí na pohlaví pacienta.

Graf č. 25: Počet provedených vyšetření u mužů v souboru n = 194 pacientů



Graf č. 26: Počet provedených vyšetření u žen v souboru n = 194 pacientů



Hypotézu ověříme pomocí neparametrického Mannova-Whitneyho U-testu. Hodnota testového kritéria je 0,835 a p-hodnota testu je rovna 0,404. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti, a nulovou hypotézu tudíž nezamítáme. Nepodařilo se potvrdit, že počet provedených vyšetření závisí na pohlaví.

Existuje závislost mezi počtem provedených vyšetření a věkem pacienta?

H0: Počet provedených vyšetření nezávisí na věku pacienta.

H1: Počet provedených vyšetření závisí na věku pacienta.

Graf č. 27: Závislost počtu provedených vyšetření na věku v souboru n = 194 pacientů



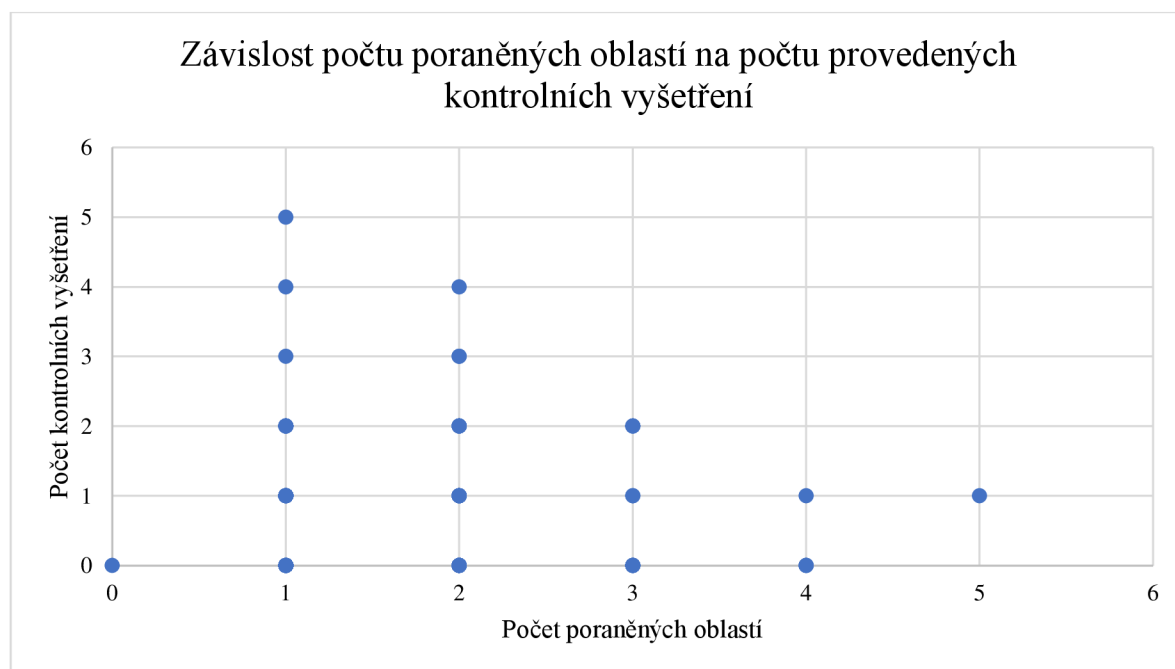
Hypotézu ověříme pomocí neparametrického korelačního koeficientu a jeho testu statistické významnosti. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu je rovna $-0,241$ a p-hodnota jeho testu statistické významnosti je $0,001$. Je tedy nižší než zvolená hladina významnosti $0,05$, nulovou hypotézu tudíž zamítáme. Podařilo se potvrdit, že počet provedených vyšetření závisí na věku. Jelikož je hodnota korelačního koeficientu záporná, je závislost nepřímá. Tedy čím vyšší je věk pacienta, tím nižší počet vyšetření se provádí.

Existuje závislost mezi počtem provedených kontrolních vyšetření a počtem poraněných oblastí?

H0: Počet provedených kontrolních vyšetření nezávisí na počtu poraněných oblastí.

H1: Počet provedených kontrolních vyšetření závisí na počtu poraněných oblastí.

Graf č. 28: Závislost počtu poraněných oblastí na počtu provedených kontrolních vyšetření v souboru n = 194 pacientů



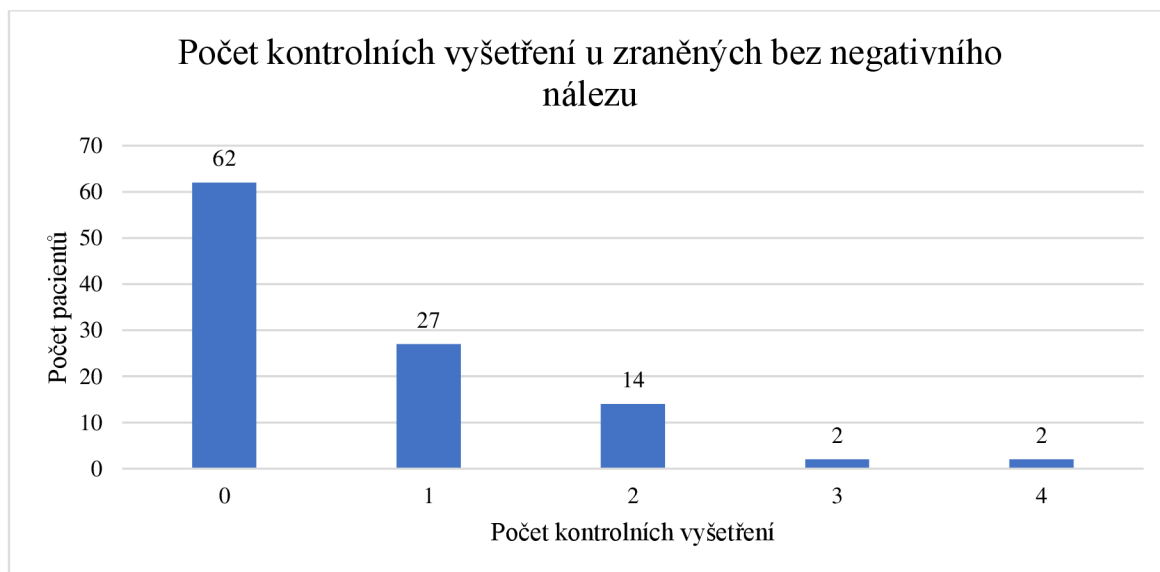
Hypotézu ověříme pomocí neparametrického korelačního koeficientu a jeho testu statistické významnosti. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu je rovna 0,254 a p-hodnota jeho testu statistické významnosti je menší než 0,001. Je tedy nižší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tudíž zamítáme. Podařilo se potvrdit, že počet kontrolních vyšetření závisí na počtu poraněných oblastí. Jelikož je hodnota korelačního koeficientu kladná, je závislost přímá. Tedy čím vyšší je počet poraněných oblastí, tím vyšší počet kontrolních vyšetření se provádí.

Existuje závislost mezi počtem provedených kontrolních vyšetření a počtem negativních nálezů?

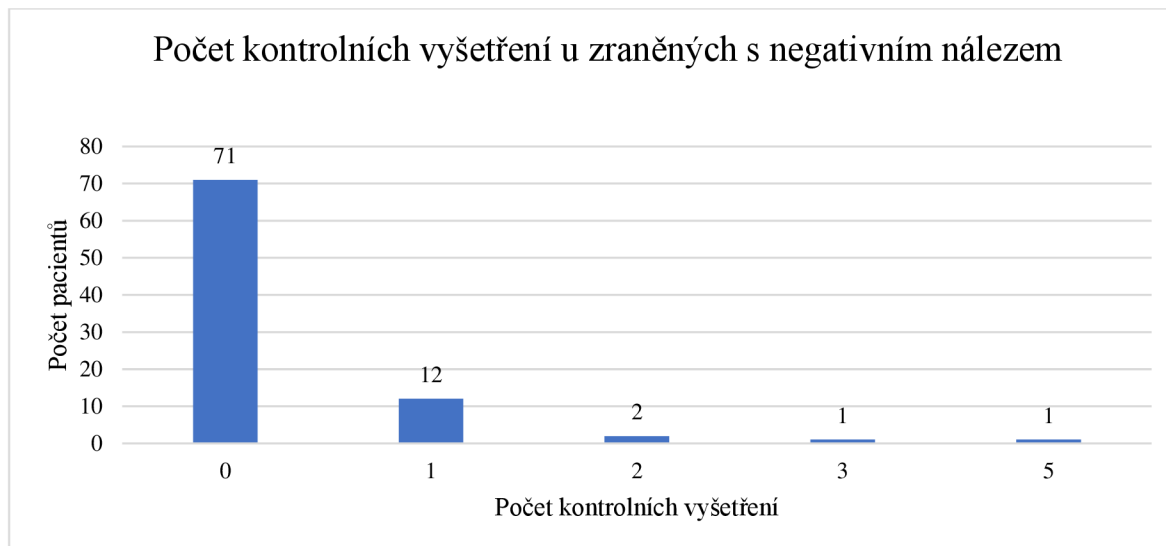
H0: Počet provedených kontrolních vyšetření nezávisí na počtu negativních nálezů.

H1: Počet provedených kontrolních vyšetření závisí na počtu negativních nálezů.

Graf č. 29: Počet kontrolních vyšetření u pacientů s negativním CT nálezem v souboru n = 194 pacientů



Graf č. 30: Počet kontrolních vyšetření u pacientů s pozitivním CT nálezem v souboru n = 194 pacientů



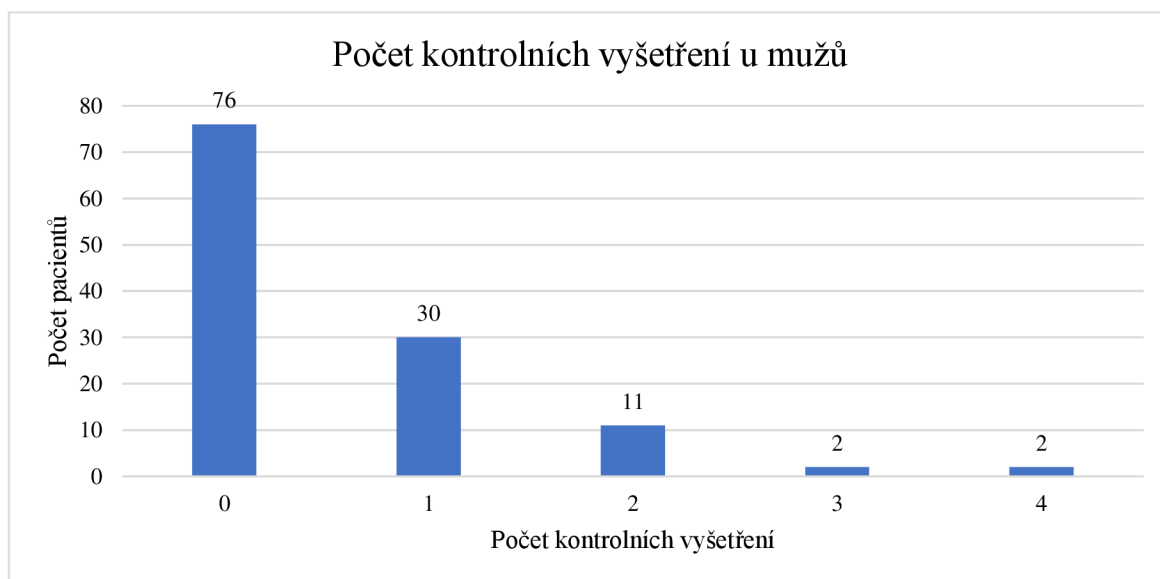
Hypotézu ověříme pomocí neparametrického Mannova-Whitneyho U-testu. Hodnota testového kritéria je 3,597 a p-hodnota testu je menší než 0,001. Je tedy nižší než zvolená hladina významnosti, a nulovou hypotézu tudíž zamítáme. Podařilo se potvrdit, že počet kontrolních vyšetření závisí na nalezení negativního nálezu. V průměru více kontrolních vyšetření se provádí u pacientů bez negativního nálezu.

Existuje závislost mezi počtem provedených kontrolních vyšetření a pohlavím pacienta?

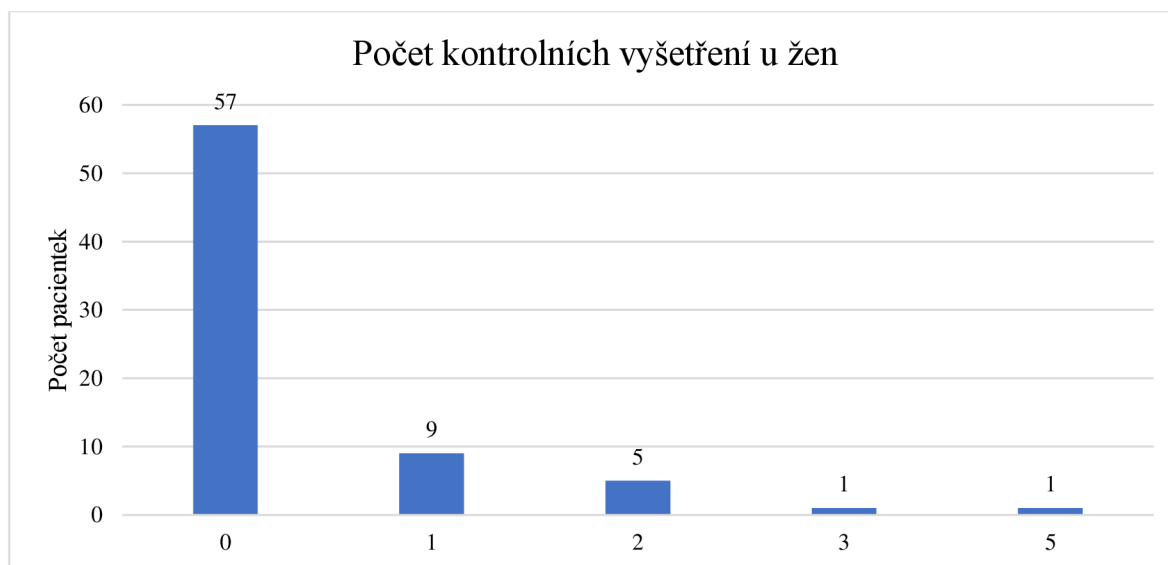
H0: Počet provedených kontrolních vyšetření nezávisí na pohlaví pacienta.

H1: Počet provedených kontrolních vyšetření závisí na pohlaví pacienta.

Graf č. 31: Počet kontrolních vyšetření u mužů v souboru n = 194 pacientů



Graf č. 32: Počet kontrolních vyšetření u žen v souboru n = 194 pacientů



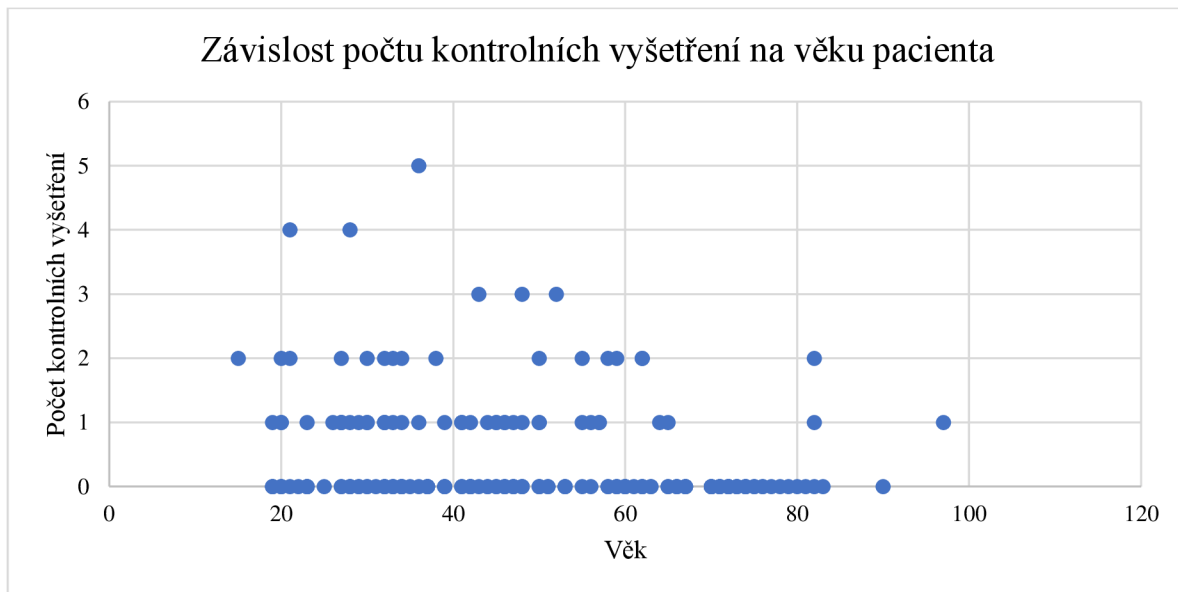
Hypotézu ověříme pomocí neparametrického Mannova-Whitneyho U-testu. Hodnota testového kritéria je 2,049 a p-hodnota testu je rovna 0,040. Je tedy nižší než zvolená hladina významnosti, a nulovou hypotézu tudíž zamítáme. Podařilo se potvrdit, že počet kontrolních vyšetření závisí na pohlaví. Muži podstupují více kontrolních vyšetření než ženy.

Existuje závislost mezi počtem provedených kontrolních vyšetření a věkem pacienta?

H0: Počet provedených kontrolních vyšetření nezávisí na věku pacienta.

H1: Počet provedených kontrolních vyšetření závisí na věku pacienta.

Graf č. 33: Závislost počtu kontrolních vyšetření na věku pacienta v souboru $n = 194$ pacientů



Hypotézu ověříme pomocí neparametrického korelačního koeficientu a jeho testu statistické významnosti. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu je rovna $-0,247$ a p -hodnota jeho testu statistické významnosti je rovna $0,001$. Je tedy nižší než zvolená hladina významnosti $0,05$, nulovou hypotézu tudíž zamítáme. Podařilo se potvrdit, že počet kontrolních vyšetření závisí na věku. Jelikož je hodnota korelačního koeficientu záporná, je závislost nepřímá. Tedy čím vyšší má pacient věk, tím nižší počet kontrolních vyšetření se provádí.

2.4 Diskuse

Mezi shodné informace získané ze standardů Fakultní nemocnice Olomouc a Nemocnice Šumperk a. s. patří, že polytraumatický CT protokol je statimové vyšetření prováděné bez přípravy. Jedná se jak o nativní, tak i o postkontrastní vyšetření, prováděné v poloze vleže na zádech hlavou směrem do gantry. První fází vyšetření je nativní zobrazení mozku a krční páteře, po kterém je podána kontrastní látka rychlostí 3,5 ml/s a je trackerem v aortě spuštěna postkontrastní akvizice dat. Postkontrastně je vyšetřována oblast hrudníku, břicha a pánve. Pacient, pokud je to možné, během akvizice nedýchá. Směr skenování je vždy axiální. Studie je zpracovávána za pomoci iterativní rekonstrukce a filtrované zpětné projekce. Mezi rekonstrukce prováděné na obou pracovištích lze počítat rekonstrukci oblasti mozku a lebky v COR a SAG rovině v kostním a měkkotkáňovém okně, dále pak rekonstrukci krku v měkkotkáňovém okně v COR a SAG rovině a rekonstrukci hrudníku, břicha a pánve v COR rovině v měkkotkáňovém okně.

Rozdílné informace obsažené v týchž místních radiologických standardech jsou tyto: ve Fakultní nemocnici Olomouc je podáváno 80-100 ml neionické kontrastní látky o koncentraci 320 až 400 mg/ml a 80 ml fyziologického roztoku. Kontrastní látka je aplikována za pomoci split bolus metody tlakovým injektorem. Rychlost aplikace je 2,2–3,6 ml/s. Skenování je zahájeno 45 s od bolu kontrastní látky, po dosažení denzity 150 HU.

V Nemocnici Šumperk a. s. je podáváno 80 ml kontrastní látky Iomeron 350 a 30 ml fyziologického roztoku rychlostí 3,5 ml/s. Druhá fáze je spuštěna trackerem v aortě při denzitě od 6 do 191 HU, přičemž medián je 130 HU, aritmetický průměr 132,79 HU a modus 121 HU. Třetí fází je pak zobrazení žilního řečiště se zpožděním 30 s. U dvou zraněných z $n = 194$ pacientů bylo doplněno vyšetření ve vylučovací fázi, přičemž poranění ledvin bylo diagnostikováno u pěti.

Ve Fakultní nemocnici Olomouc je v oblasti hlavy a krku používán boční a předozadní plánovací sken, směr skenování je kaudokraniální. Dále je provedena nativní přehledná fáze na oblast ascendentní aorty. Směr skenování je kaudokraniální, topogram je předozadní a boční a na celou oblast krku, hrudníku, břicha a pánve. Rozsah vyšetřované oblasti je od poloviny srdce nad oblouk aorty. Kontrastně je vyšetřována také oblast krku, na rozdíl od Nemocnice Šumperk

a. s., kde je krk vyšetřován pouze nativně. Je používán bočný plánovací sken na oblast hlavy a krku, zatímco na oblast hrudníku, břicha a pánve předozadní.

Ve Fakultní nemocnici Olomouc je nativní zobrazení mozku prováděno v měkkotkáňovém okně o šíři vrstvy 0,625 mm a intervalu 0,312 mm. Skelet lebky je vyšetřován v kostním okně o šíři vrstvy a intervalu 0,625 mm, stejně jako krční páteř. Postkontrastní akvizice dat na oblast hrudníku, břicha a pánve je prováděna v měkkotkáňovém okně o šíři vrstvy 1,25 mm a intervalu 1 mm.

V Nemocnici Šumperk a. s. je náběr dat prováděn v 5mm vrstvách na oblast hlavy a krku v kostním a měkkotkáňovém okně a na hrudník, břicho a pánev v měkkotkáňovém okně v arteriální a venózní fázi.

Ve Fakultní nemocnici Olomouc je mozek rekonstruován AX, COR a SAG rovině ve 2,5mm vrstvách. Nativní krční páteř je rekonstruována v COR a SAG rovině v kostním okně o šíři vrstvy 1 mm. Dále je provedena rekonstrukce hrudní a bederní páteře v kostním okně v 1mm vrstvách a hrudník břicho a pánev v COR rovině v měkkotkáňovém okně o šíři vrstvy 3 mm. V Nemocnici Šumperk a. s. je pro veškeré rekonstrukce v rámci polytraumatického CT protokolu používána COR a SAG rovina o šíři vrstvy 2 mm. Mozek je rekonstruován v kostním a měkkotkáňovém okně a hrudník, břicho a pánev v měkkotkáňovém okně v arteriální a venózní fázi. Úraz páteře byl nalezen u 49 pacientů a její rekonstrukce v kostním okně byla provedena u 124. V 44,84 % byl nález na polytraumatickém CT protokolu negativní, zatímco ve FN Brno bylo za dva roky nalezeno pouze 7 % negativních nálezů. Ve výzkumném souboru n = 194 pacientů se vyskytovalo mnoho různých variant polytraumatického CT protokolu. Některá data nebylo možné naleznout buď z důvodu výpadku archivačního systému, nebo proto, že daná oblast nebyla vůbec vyšetřena. V Nemocnici Šumperk a. s. je zjištěna velmi vysoká variabilita polytraumatického CT protokolu, přestože kvalita péče je zajištěna standardizací. Nejčastěji doplňovanou rekonstrukcí bylo zobrazení mozku v AX v měkkotkáňovém okně v 66 % případů a rekonstrukce krku, hrudníku či břicha v koronální, nebo SAG v kostním okně. Toto zobrazení páteře v kostním okně bylo provedeno u 124 pacientů, zatímco ve Fakultní nemocnici Olomouc je prováděno rutinně. Z ostatních modalit jsou nejčastěji využívány RTG snímky plic a skeletu a na druhém místě je MR páteře. V případě potřeby intervenčního výkonu je pacient odeslán do Fakultní nemocnice Olomouc.

V rámci testové statistiky byly ověřovány hypotézy. První výzkumná otázka byla, zda je statisticky signifikantní rozdíl mezi počtem mužů a žen. Výsledek binomického testu byl 3,374 a p-hodnota testu nabývá hodnoty 0,001. P-hodnota je nižší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tedy zamítáme a potvrzujeme, že mužů s polytraumatem je významně více než žen. V rámci CT nálezu byl dále testován počet pacientů s hematomem a počet pacientů s hemotoraxem za pomoci testu o dvou podílech. Test o dvou podílech poskytuje ve výstupu pouze p-hodnotu a ta je rovna 1, což je vyšší než zvolená hladina významnosti, a nulovou hypotézu nezamítáme. Jako třetí byl hodnocen věk pacientů, který má modus 73 pacientů ve věku 18–40 let. Závislost počtu poraněných oblastí na věku ověříme pomocí neparametrického korelačního koeficientu a jeho testu statistické významnosti. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu je rovna 0,039 a p-hodnota jeho testu statistické významnosti je 0,586. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tudíž nezamítáme. Hypotézu o závislosti počtu poraněných oblastí na pohlaví ověříme pomocí Pearsonova chí-kvadrát testu nezávislosti. Hodnota testového kritéria je 2,198 a jeho p-hodnota je rovna 0,598. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tudíž nezamítáme. Nepodařilo se prokázat, že počet poraněných oblastí závisí na věku. Hypotézu o počtu poraněných oblastí na dni v týdnu, kdy se stal úraz, ověříme pomocí Kruskalova-Wallisova testu. Hodnota testového kritéria je 4,234 a jeho p-hodnota je rovna 0,645. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tudíž nezamítáme. Nepodařilo se prokázat, že počet poraněných oblastí závisí na dni v týdnu. Hypotézu o závislosti počtu poraněných oblastí na měsíci úrazu ověříme pomocí Kruskalova-Wallisova testu. Hodnota testového kritéria je 3,568 a jeho p-hodnota je rovna 0,981. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tudíž nezamítáme. Nepodařilo se prokázat, že počet poraněných oblastí závisí na měsíci v roce. Ve vybraném souboru dále hodnotíme, zda je vylučovací fáze doplňována u poraněných ledvin ve více než 50 % případů. Bylo nalezeno poranění ledvin detekované v pěti případech. Ve dvou případech z daných pěti, tedy v 60 %, nebyla provedena vylučovací fáze. Hypotézu ověříme pomocí binomického testu. Hodnota testového kritéria je 0 a p-hodnota testu nabývá hodnoty 1. P-hodnota je vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tedy nezamítáme. Nepodařilo se nám prokázat, že je vylučovací fáze prováděna v případě, že je nalezeno poranění ledvin ve více než 50 % případů. Další výzkumná otázka se týká závislosti poranění páteře na její rekonstrukci v kostním okně. Ve vybraném souboru bylo nalezeno poranění páteře detekované ve 49 případech. Ve 28 případech

z daných 49, tedy v 57,1 %, byla provedena rekonstrukce páteře v kostním okně. Hypotézu ověříme pomocí binomického testu. Hodnota testového kritéria je 0,857 a p-hodnota testu nabývá hodnoty 0,391. P-hodnota je vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tedy nezamítáme. Nepodařilo se nám prokázat, že je vyšetření páteře v kostním okně provedeno v případě poranění páteře ve více než 50 % případů. Dále byla provedena korelace denzity v aortě ve chvíli spuštění akvizice dat arteriální fáze a věku pacienta. Z uvedené korelační matice a grafu vyplývá, že korelace je rovna $-0,13$. Jedná se tedy o velmi slabou závislost věku a denzity v aortě při spuštění vyšetření a platí nulová hypotéza. Hypotézu testující podíl 3D CT kostí a 3D CT parenchymových orgánů ověříme pomocí testu o dvou podílech. Průměrný podíl využití 3D CT skeletu je 1,48 % a podíl 3D CT parenchymových orgánů je 0,73 %. Ve výstupu nalézáme pouze p-hodnotu a ta je rovna 0,241. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti a nulovou hypotézu nezamítáme. 3D CT skeletu se nevyužívá významně častěji než 3D CT parenchymových orgánů. Hypotézu, která hovoří o závislosti mezi počtem pacientů s frakturou a počtem pacientů s 3D CT, vyhodnotíme za pomoci testu o dvou podílech. Frakturu mělo 92 pacientů, a pouze u devíti bylo využito 3D CT vyšetření. Podíl pacientů s frakturou byl tedy 47,4 % a 3D CT vyšetření bylo provedeno u 4,6 % pacientů. P-hodnota testu je menší než 0,001. Je tedy nižší než zvolená hladina významnosti a nulovou hypotézu zamítáme. Mezi počtem pacientů s frakturou a využitím 3D CT je statisticky signifikantní rozdíl. Hypotézu, která hovoří o závislosti mezi věkem pacienta a počtem výjimek polytraumatického CT protokolu, ověříme pomocí neparametrického korelačního koeficientu a jeho testu statistické významnosti. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu je rovna $-0,139$ a p-hodnota jeho testu statistické významnosti je 0,053. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tudíž nezamítáme. Počet výjimek polytraumatického CT tedy nezávisí na věku. Hypotézu o závislosti výjimek polytraumatického CT protokolu na pohlaví pacienta ověříme pomocí neparametrického Mannova-Whitneyho U-testu. Hodnota testového kritéria je 2,926 a p-hodnota testu je rovna 0,003. Je tedy nižší než zvolená hladina významnosti, a nulovou hypotézu tudíž zamítáme. Podařilo se potvrdit, že počet výjimek polytraumatického CT protokolu závisí na pohlaví pacienta. Muži dosahují vyššího počtu výjimek polytraumatického CT protokolu než ženy. Hypotézu o závislosti výjimek polytraumatického CT protokolu na počtu dalších provedených vyšetření ověříme pomocí neparametrického korelačního koeficientu a jeho testu statistické významnosti. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu je rovna 0,053 a p-hodnota jeho testu statistické

významnosti je 0,438. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tudíž nezamítáme. Nepodařilo se potvrdit, že počet výjimek polytraumatického CT závisí na počtu dalších provedených vyšetření. Hypotézu o závislosti výjimek polytraumatického CT protokolu na počtu kontrolních vyšetření ověříme pomocí neparametrického korelačního koeficientu a jeho testu statistické významnosti. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu je rovna 0,021 a p-hodnota jeho testu statistické významnosti je 0,772. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tudíž nezamítáme. Nepodařilo se potvrdit, že počet výjimek polytraumatického CT závisí na počtu kontrolních provedených vyšetření. Hypotézu o závislosti výjimek polytraumatického CT protokolu na počtu poraněných oblastí ověříme pomocí neparametrického korelačního koeficientu a jeho testu statistické významnosti. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu je rovna 0,021 a p-hodnota jeho testu statistické významnosti je 0,772. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tudíž nezamítáme. Nepodařilo se potvrdit, že počet výjimek polytraumatického CT závisí na počtu poraněných oblastí. Hypotézu o počtu poraněných oblastí na věku ověříme pomocí neparametrického korelačního koeficientu a jeho testu statistické významnosti. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu je rovna 0,116 a p-hodnota jeho testu statistické významnosti je 0,108. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tudíž nezamítáme. Nepodařilo se potvrdit, že počet provedených vyšetření závisí na počtu poraněných oblastí. Hypotézu o závislosti počtu provedených dalších vyšetření na počtu negativních nálezů ověříme pomocí neparametrického Mannova-Whitneyho U-testu. Hodnota testového kritéria je 2,453 a p-hodnota testu je rovna 0,014. Je tedy nižší než zvolená hladina významnosti, a nulovou hypotézu tudíž zamítáme. Podařilo se potvrdit, že počet provedených vyšetření závisí na přítomnosti negativního nálezu. Více vyšetření podstupují lidé bez negativního nálezu. Hypotézu o závislosti počtu provedených vyšetření na pohlaví pacienta ověříme pomocí neparametrického Mannova-Whitneyho U-testu. Hodnota testového kritéria je 0,835 a p-hodnota testu je rovna 0,404. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti, nulovou hypotézu proto nezamítáme. Nepodařilo se potvrdit, že počet provedených vyšetření závisí na pohlaví. Nepodařilo se prokázat, že počet poraněných oblastí závisí na věku.

Hypotézu o závislosti počtu provedených vyšetření na věku pacienta ověříme pomocí neparametrického korelačního koeficientu a jeho testu statistické významnosti. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu je rovna $-0,241$ a p-hodnota jeho testu statistické

významnosti je 0,001. Je tedy nižší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tudíž zamítáme. Podařilo se potvrdit, že počet provedených vyšetření závisí na věku. Jelikož je hodnota korelačního koeficientu záporná, existuje zde závislost nepřímá. Tedy čím vyšší je věk pacienta, tím méně vyšetření se provádí. Hypotézu o závislosti počtu kontrolních vyšetření na počtu poraněných oblastí ověříme pomocí neparametrického korelačního koeficientu a jeho testu statistické významnosti. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu je rovna 0,254 a p-hodnota jeho testu statistické významnosti je menší než 0,001. Je tedy nižší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tudíž zamítáme. Podařilo se potvrdit, že počet kontrolních vyšetření závisí na počtu poraněných oblastí. Jelikož je hodnota korelačního koeficientu kladná, je závislost přímá. Tedy čím vyšší je počet poraněných oblastí, tím vyšší počet kontrolních vyšetření se provádí. Hypotézu o závislosti počtu negativních nálezů na počtu kontrolních vyšetření ověříme pomocí neparametrického Mannova-Whitneyho U-testu. Hodnota testového kritéria je 3,597 a p-hodnota testu je menší než 0,001. Je tedy nižší než zvolená hladina významnosti, nulovou hypotézu tudíž zamítáme. Podařilo se potvrdit, že počet kontrolních vyšetření závisí na nalezení negativního nálezu. V průměru více kontrolních vyšetření se provádí u pacientů bez negativního nálezu. Hypotézu o závislosti počtu kontrolních vyšetření na pohlaví ověříme pomocí neparametrického Mannova-Whitneyho U-testu. Hodnota testového kritéria je 2,049 a p-hodnota testu je rovna 0,040. Je tedy nižší než zvolená hladina významnosti, a nulovou hypotézu tudíž zamítáme. Podařilo se potvrdit, že počet kontrolních vyšetření závisí na pohlaví. Muži podstupují více kontrolních vyšetření než ženy. Hypotézu ověříme pomocí neparametrického korelačního koeficientu a jeho testu statistické významnosti. Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu je rovna $-0,247$ a p-hodnota jeho testu statistické významnosti je rovna 0,001. Je tedy nižší než zvolená hladina významnosti 0,05, nulovou hypotézu tudíž zamítáme. Podařilo se potvrdit, že počet kontrolních vyšetření závisí na věku. Jelikož je hodnota korelačního koeficientu záporná, je závislost nepřímá. Tedy čím je pacient starší, tím méně kontrolních vyšetření se u něj provádí.

Závěr

Polytrauma je současné poranění dvou a více orgánových systémů, z nichž jedno, nebo jejich kombinace ohrožuje stav vědomí, hemodynamickou stabilitu a život pacienta. Nejružnější úrazy jsou nejčastější příčinou úmrtí osob do 45 let věku a vyžadují multioborovou spolupráci v traumacentrech, hodnocení pomocí bodových hodnoticích škál. Jsou známy úrazové mechanismy a vhodné klinické a radiologické vyšetření, při kterém je kladen důraz na rychlost, systematičnost, sledování změn stavu pacienta a průběh neodkladné resuscitace. V radiodiagnostice polytraumat se uplatňují všechny zobrazovací metody a na práci radiologického asistenta jsou zde kladena jistá úskalí. Pacient je zpravidla imobilní, nespolupracující, může být bolestivý či trpět poruchou vědomí. Při ultrasonografii, která pokud je indikován tzv. FAST, či POCUS, přichází na řadu jako první, asistuje lékaři, zatímco ostatní metody provádí samostatně. FAST je využíván k průkazu krvácení do dutiny hrudní, břišní a perikardu. V případě, že nález není pozitivní, přichází na řadu CT. Dominantní diagnostickou výtěžnost má MDCT, která disponuje specializovaným polytraumatickým CT protokolem, který má mnoho různých variant. Příkladem může být nativní vyšetření mozku v měkkotkáňovém a kostním okně, nativní vyšetření krku v měkkotkáňovém okně a následné postkontrastní vyšetření hrudníku, břicha a pánve v měkkotkáňovém okně v arteriální a venózní fázi. Výpočetní tomografii lze dále v traumatologii využít k vyšetření mozku, páteře, skeletu, hrudníku, břicha pánve, nebo k navigaci intervenčních výkonů. V případě, že je vysloveno podezření na poranění páteře, je zraněný indikován k vyšetření pomocí magnetické rezonance. V případě potřeby lze také doplnit RTG snímek plic, suspektně poraněné části skeletu, či US vyšetření břicha.

Polytraumatický CT protokol byl v letech 2020–2021 v Nemocnici Šumperk a. s. využit u 194 pacientů, 121 mužů a 73 žen. Podle výsledku testu je mužů s polytraumatem významně více než žen. Nejčastější věkovou kategorií byla 18–40 let, což může být dáno tím, že se jedná zejména o autonehody. Počet pacientů s hemotoraxem a podkožním hematomem se statisticky významně neliší. Počet poraněných oblastí nezávisí na věku, na dni v týdnu ani na měsíci v roce. Vylučovací fáze není prováděna v případě, že je nalezeno poranění ledvin ve více než 50 % případů. Vyšetření páteře v kostním okně není provedeno v případě poranění páteře ve více než 50 % případů. Věk a denzita v aortě při spuštění akvizice dat arteriální fáze mají mezi sebou velmi slabou závislost a platí nulová hypotéza. 3D CT skeletu se nevyužívá významně častěji než

3D CT parenchymových orgánů. Mezi počtem pacientů s frakturou a využitím 3D CT je statisticky signifikantní rozdíl. Počet výjimek polytraumatického CT tedy nezávisí na věku, dalších provedených vyšetřeních, provedených kontrolních vyšetřeních ani na počtu poraněných oblastí. Muži dosahují vyššího počtu výjimek polytraumatického CT protokolu než ženy. Více vyšetření podstupují lidé bez negativního nálezu. Nepodařilo se potvrdit, že počet provedených vyšetření závisí na pohlaví, ale muži podstupují více kontrolních vyšetření než ženy. Tedy čím vyšší je věk pacienta, tím nižší počet vyšetření a kontrolních vyšetření se provádí. Tedy čím vyšší je počet poraněných oblastí, tím vyšší počet kontrolních vyšetření se provádí. V průměru více kontrolních vyšetření se provádí u pacientů bez negativního nálezu.

Za standard lze považovat postupy využívané na univerzitních pracovištích, které se výrazně liší od postupů používaných v Nemocnici Šumperk a. s. Postprocessing je prováděn ve 2D, jen v případě skeletu využíváme VRT s 3D zobrazením. Zraněný tedy není zatížen další dávkou záření. Na univerzitním pracovišti je mozek rekonstruován ve třech rovinách a celá páteř je rekonstruována v kostním okně. Jsou také rekonstruovány až o 50 % tenčí vrstvy než v Nemocnici Šumperk a. s.

Literatura a prameny

1. ACKERMANS, Leanne L. G. C. et al., 2021. Deep Learning Automated Segmentation for Muscle and Adipose Tissue from Abdominal Computed Tomography in Polytrauma Patients. *Sensors and Technologies in Skeletal Muscle Disorder* [online]. **21**(6), 2083 [cit. 2022-08-14]. ISSN 1424-8220. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/s21062083>
2. ASO-ESCARIO, José et al., 2019. Delay in diagnosis of thoracolumbar fractures. *Orthopaedic Reviews* [online]. **11**(2), 47–52 [cit. 2022-03-16]. DOI: 10.4081/or.2019.7774. Dostupné z: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=18&sid=400e5e3e-0c90-4eb1-b5e5-d99b8a051ec4%40sdc-v-sessmgr03>
3. BARTUŠEK, Daniel, 2004. *Zobrazovací diagnostika skeletu. Diagnostické zobrazovací metody: pro bakalářské studium fyzioterapie a léčebné rehabilitace* [online]. Brno: MU Brno [cit. 2022-11-02]. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/med/jAnesteziologickoresuscitačníoddělení2019/ARADc/um/Diagnosticke_zobrazovaci_metody.pdf
4. BERKOVÁ, Jana, 2022. Příjem zraněného pacienta do traumacentra. *Urgentní medicína* [online]. **24**(4), 7–10 [cit. 2023-04-28]. ISSN 1212–1924. Dostupné z: https://urgentnimedicina.cz/casopisy/UM_2021_4.pdf#page=7
5. BESSMANN, Ebbe L. et al., 2019. Consensus on technical procedures for simulation-based training in anaesthesiology: A Delphi-based general needs assessment. *The Acta Anaesthesiologica Scandinavica* [online]. **63**(6), 720–729 [cit. 2022-10-18]. ISSN 1399-6576. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/aas.13344>
6. CELLINA, Michaela et al., 2018. Overuse of computed tomography for minor head injury in young patients: an analysis of promoting factors. *La Radiologia Medica* [online]. **123**(7), 507–514 [cit. 2023-03-16]. DOI: 10.1007/s11547-018-0871-x. Dostupné z: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=52&sid=1a8aa294-d8f5-4b46-972f-f3f289b4bb9f%40sdc-v-sessmgr02>

7. CERNEA, Daniela, 2014. Polytrauma and Multiple Severity Scores. *Current Health Sciences Journal* [online]. **40**(4), 244–249 [cit. 2023-03-13]. DOI: 10.12865. Dostupné z: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=4456bfc3-eaf9-4436-8f33-d3b1f469b338%40pdc-v-sessmgr01>
8. ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2023. Dopravní nehodovost v roce 2022. In: *Czso.cz* [online]. 21. 2. 2023 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/xu/dopravni-nehodovost-v-roce-2022>
9. CHMELOVÁ, Jana, 2008. Diagnostika poranění pánve – role zobrazovacích metod u izolovaných traumat i polytraumat. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Cechoslovaca* [online]. **75**(2), 93–98 [cit. 2022-11-02]. ISSN 0001-5415. Dostupné z: http://www.achot.cz/dwnld/0802_093.pdf
10. DERDERIAN, S. Christopher et al., 2019. The utility of magnetic resonance imaging in pediatric trauma patients suspected of having cervical spine injuries. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* [online]. **87**(6), 1328–1335 [cit. 2022-08-21]. DOI: 10.1097/TA.0000000000002487. Dostupné z: https://journals.lww.com/jtrauma/Abstract/2019/12000/The_utility_of_magnetic_resonance_imaging_in.12.aspx
11. DOLEČEK, Martin, 2017. *Péče o polytrauma v traumacentru* [online]. Brno: Fakultní nemocnice Brno [cit. 2022-09-27]. Dostupné z: <https://www.akutne.cz/res/publication/000216/polytrauma-v-np-dolecek-fn-brno.pdf>
12. FABICHOVÁ, Kateřina, 2019. Polytrauma a CT polytrauma protokol k diskuzi. In: NOSÁL, Slavomír. *Vybrané kapitoly z pediatrickej intenzívnej medicíny I.* [online]. Praha: Grada, s. 15 [cit. 2023-03-17]. ISBN 978-80-8187-062-0. Dostupné z: https://www.jfmed.uniba.sk/fileadmin/jlf/Pracoviska/klinika-detskej-anesteziologie-a-intenzivnej-mediciny/2020-2021/zbornik_abstraktov_VN_final.pdf#page=16
13. FERDA, Jiří et al., 2009. *Multidetektorová výpočetní tomografie Technika vyšetření*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-608-3.
14. FERDA, Jiří et al., 2015. *Základy zobrazovacích metod*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-164-3.

15. FLAMMIA, Federica et al., 2022. Optimization of CT protocol in polytrauma patients: an update. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences* [online]. **26**(7), 2543–2555 [cit. 2022-08-14]. DOI: 10.26355/eurrev_202204_28491. Dostupné z: <https://www.europeanreview.org/article/28491>
16. FRENZEL, Stephan et al., 2017. Does the applied polytrauma definition notably influence outcome and patient population? - a retrospective analysis. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* [online]. **25**(1), 87 [cit. 2023-03-12]. DOI: 10.1186/s13049-017-0400-2. Dostupné z: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=960a2278-7d02-4fa8-8ee2-8501036c21e2%40sessionmgr103>
17. GÄBLE, Alexander, 2020. Update Polytrauma und Computertomographie unter Reanimationsbedingungen: ABCDE und „diagnose first what kills first“. *Die Radiologie* [online]. **60**(1), 247–257 [cit. 2022-08-14]. ISSN 1432-2102. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00117-019-00633-w>
18. GIRSA, David et al., 2019. Celotělové CT a další zobrazovací metody při vyšetření pacienta s polytraumatem – výsledky dotazníkové studie mezi traumacentry v České republice. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Cechoslovaca* [online]. **86**(5), 7 [cit. 2023-03-16]. ISSN 0001-5415. Dostupné z: http://www.achot.cz/dwnld/achot_2019_5_334_341.pdf
19. HARDMANN, Simon et al., 2019. Is cranial computed tomography unnecessary in children with a head injury and isolated vomiting? *BMJ (Clinical research ed)* [online]. **365**, 11875 [cit. 2023-03-16]. DOI: 10.1136/bmj.11875. Dostupné z: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=38&sid=1a8aa294-d8f5-4b46-972f-f3f289b4bb9f%40sdc-v-sessmgr02indikováno>
20. HAVLŮJ, Lukáš et al., 2017. Damage Control Surgery u polytraumatizovaných pacientů s poraněním pánve. Je možné použít vnitřní osteosyntézu? *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Cechoslovaca*. **84**(4), 304. ISSN 0001-5415.
21. HENDERSON, Sean O, 2000. Serial abdominal ultrasound in the setting of trauma. *The Journal of Emergency Medicine*. **18**(1), 79–81. ISSN 1090-1280.

22. HOMOLA, Ambrož, 2014. Skripta Battlefield advanced training life support [online]. 2. Hradec Králové: J R Army Med Corps [cit. 2022-10-27]. ISSN 1212-1924. Dostupné z: https://www.unob.cz/fvz/npp/Documents/Skripta_BATLS/14%20Triage.pdf
23. JANDURA, Jiří et al., 2019. MR u akutních patologických stavů páteře. *Czech Radiology / Česká Radiologie* [online]. **73**(3), 183–190 [cit. 2023-03-17]. ISSN 1210-7883. Dostupné z: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=1aa3a40d-4787-4898-ab53-c28205cf6cfb%40sdc-v-sessmgr02>
24. KILLEEN, Kareen L. et al., 1999. CT detection of serious internal and skeletal injuries in patients with pelvic fractures. *Academic radiology* [online]. **6**(4), 224–248 [cit. 2023-03-16]. ISSN 1076-6332. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1076633299802098>
25. KIRKPATRICK, Andrew et al., 2004. Hand-Held Thoracic ultrasonography for Detecting Post-Traumatic Pneumothoraxes: The Extended Focused Assessment With ultrasonography for Trauma (EFAST). *The Journal of trauma Injury, Infection, and Critical Care* [online]. **57**(2), 288–295 [cit. 2023-03-16]. ISSN 1079-6061. Dostupné z: http://www.emergencyultrasoundteaching.com/assets/articles/FAST_2004_Kirkpatrick_J_Trauma.pdf
26. KNOR, Jiří, 2016. ZÁVAŽNÝ ÚRAZ – Mechanismy Adaptace, obecné priority léčby. *Urgentní medicína* [online]. **19**(3), 8 [cit. 2023-03-13]. ISSN 1212-1924. Dostupné z: https://urgentnimedicina.cz/casopisy/UM_2016_3.pdf#page=8
27. KODIK, Meltem Songür et al., 2019. Computed tomography vs. magnetic resonance imaging in unstable cervical spine injuries. *Ulusal Travma ve Acil Cerrahi Dergisi* [online]. **26**(3), 431–438 [cit. 2022-08-16]. ISSN 1307-7945. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32436971/>
28. LANNIELLO, Stefania et al., 2021. Diagnostic accuracy of pubic symphysis ultrasound in the detection of unstable pelvis in polytrauma patients during e-FAST: the value of FAST-PLUS protocol. A preliminary experience. *Journal of Ultrasound* [online]. **23**(2), 423–428 [cit. 2022-08-14]. ISSN 1550-9613. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s40477-020-00483-6>

29. LEE, Linda, 2020. Point-of-Care Ultrasound. *Current Cardiology Reports* [online]. **22**(11), 149–159 [cit. 2022-08-14]. ISSN 1875-6557. Dostupné z: doi:10.1007/s11886-02001394y
30. LINSENMAIER, Ulrich, 2014. Importance of multidetector CT imaging in multiple trauma. *Der Radiologe* [online]. **54**(9), 861–871 [cit. 2023-03-18]. DOI: 10.1007/s00117-013-2634-y. Dostupné z: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=788f2165-227a-4933-8e5d-b3870e6e2738%40pdc-v-sessmgr06>
31. MAHALINGAM, Sasikumar et al., 2020. Need for a Change – Extended FAST to Extended Diaphragmatic FAST. *Journal of Medical Ultrasound* [online]. **29**(3), 215–217 [cit. 2022-08-18]. DOI: 10.4103/JMU.JMU_104_20. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34729334/>
32. MANFREDI, Michael A. et al., 2018. Endoscopic Esophageal Vacuum Therapy: A Novel Therapy for Esophageal Perforations in Pediatric Patients. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* [online]. **67**(6), 706–712 [cit. 2022-08-13]. DOI: 10.1097/MPG.0000000000002073. Dostupné z: https://journals.lww.com/jpgn/Fulltext/2018/12000/Endoscopic_Esophageal_Vacuum_Therapy__A_Novel.9.aspx
33. MARTÍNEZ CHAMORRO, Esteban et al., 2023. Patients with severe polytrauma: management and imaging protocols, Manejo y protocolos de imagen en el paciente politraumatizado grave. *Radiología (English Edition)* [online]. **65**(1), 11–20 [cit. 2023-05-01]. ISSN 2173-5107. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.rxeng.2022.09.008>
34. MASCARENHAS, Lino, 2019. Descriptive epidemiology of intracranial hemorrhage patterns and the main complaints motivating brain computed tomography scans in Northern Portugal. *Revista Mexicana de Neurociencia* [online]. **20**(5), 237–243 [cit. 2023-03-16]. DOI: 10.24875/RMN.M19000070. Dostupné z: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=47&sid=1a8aa294-d8f5-4b46-972f-f3f289b4bb9f%40sdc-v-sessmgr02>

35. MINISTERTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČR, 2019. Národní radiologické standardy – RTG dospělí: Standardizované výkony pro skiografii dospělých. *VĚSTNÍK MZ ČR* [online]. **21**(3), 18–66 [cit. 2022-09-03]. ISSN 1211-0868. Dostupné z: <https://www.mzcr.cz/wp-content/uploads/wepub/17047/37091/V%C4%Bstn%C3%ADk%20MZ%20%C4%8CR%203-2019.pdf>
36. MOŠNA, František, 2018. *Využití US v intenzivní medicíně* [online]. Praha: FN Motol, 2018 [cit. 2022-10-07]. Dostupné z: <https://www.ipvz.cz/vzdelavaci-akce/dokumenty/11131-mudr-mosna-US-v-intenzivni-peci.pdf>
37. MÜNN, Friederike et al., 2020. Detection of fractures of hand and forearm in whole-body CT for suspected polytrauma in intubated patients. *BMC Musculoskeletal Disorders* [online]. **21**(1), 1–5 [cit. 2023-04-28]. ISSN 1471-2474. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12891-020-3068-0>
38. NAKAMA, Rakuhei et al., 2021. Serum D-dimer level as a biomarker for identifying patients with isolated injury to prevent unnecessary whole-body computed tomography in blunt trauma care. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* [online]. **29**(12) [cit. 2022-08-16]. ISSN 1757-7241. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s13049-020-00815-9>
39. PETROVIČ, Kosta et al., 2013, Blunt trauma of bone structures of the chest -- computed tomography vs multidetector computed tomography. *Vojnosanitetski Pregled: Military Medical* [online]. **70**(8), 757–761 [cit. 2022-03-17]. DOI: 10.2298/VSP1308757P. Dostupné z: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=30c9933d-a198-47fd-9c05-6036cf167146%40pdc-v-sessmgr06>
40. PIETERSON, Pia Iben et al., 2021. Quality of focused thoracic ultrasound performed by emergency medical technicians and paramedics in a prehospital setting: a feasibility study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* [online]. **29**(1), 1–9 [cit. 2022-08-16]. ISSN 1757-7241. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s13049-021-00856-8>
41. Radiologické standardy pro CT přístroje: Pracovní postup č. PP-MP-L019-02-05, 2021. 2. Olomouc: Fakultní Nemocnice Olomouc.
42. RICHARDS, R. John a John P. MCGAHAN, 2017. Focused assessment with ultrasonography in Trauma (Fast) in 2017: What Radiologists Can Learn. *Radiology* [online]. **283**(1), 30–48 [cit.

- 2023-03-30]. ISSN 1527-1315. Dostupné z: <https://pubs.rsna.org/doi/pdf/10.1148/radiol.2017160107>
43. RYGL, Michal, 2017. Chest injuries in polytraumatized children. *Rozhledy v chirurgii* [online]. **96**(12), 498–503 [cit. 2023-03-17]. ISSN 00359351. Dostupné z: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=11&sid=210c411b-6cc7-4e13-bdfa-a117a8f8477c%40sessionmgr4006>
44. SAVATMONGKORNGUL, Soravit, 2017. Focused assessment with ultrasonography for trauma: current perspectives. *Open Access Emergency Medicine* [online]. (9), 57–62 [cit. 2022-03-30]. ISSN 1179-1500. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5536884/>
45. SCHOLZ, Judith et al., 2013. A new method to customize protein expression vectors for fast, efficient and background free parallel cloning. *BMC Biotechnology* [online]. **13**(2), 11 [cit. 2022-09-03]. ISSN 1472-6750. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1186/1472-6750-13-12>
46. SCHREIBER, Michael a Clemens-Alexander GREIM, 2020. Focused Abdominal Ultrasound in Emergency, Perioperative and Intensive Care Medicine. *Deutsche Medizinische Wochenschrift* [online]. **145**(2), 104–117 [cit. 2022-10-18]. ISSN 1439-4413. Dostupné z: <https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/abstract/10.1055/a-1007-9241>
47. SEDLÁŘ, Martin, 2011. *Magnetická rezonance* [online]. Brno: Masarykova univerzita lékařská fakulta [cit. 2022-11-04]. Dostupné z: https://www.med.muni.cz/biofyz/files/nutricnispecialista/MRI_2011_Sedlar.pdf
48. SHIMONI, Zvi et al., 2021. Head Computed Tomography Scans in Elderly Patients with Low Velocity Head trauma after a Fall. *The Israel Medical Association journal* [online]. **23**(6), 359–363 [cit. 2022-08-16]. ISSN 0021-2180. Dostupné z: <https://www.ima.org.il/MedicineIMAJ/viewarticle.aspx?year=2021&month=06&page=359>
49. STEJSKAL, Přemysl et al., 2019. Chronický subdurální hematom. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie* [online]. **82**(1), 25–29 [cit. 2022-10-18]. DOI: 10.14735/amcsnn201925. Dostupné z: <https://www.csnn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2019-1-2/chronicky-subduralni-hematom-107541>

50. SUCIU, Sebastian et al., 2019. The emergency ultrasound in polytrauma patients: pelvic-abdominal and chest blunt trauma. *Acta medica transilvanica* [online]. **24**(3), 81–83 [cit. 2022-10-18]. ISSN 1453-1968. Dostupné z: <http://www.amtsibiu.ro/Arhiva/2019/Nr3-en/Suciu2.pdf>
51. SVITÁK, Roman, 2016. Péče o pacienty se závažným úrazem a význam LZS v této péči. *Urgentní medicína* [online]. **19**(3), 19–24 [cit. 2023-03-13]. ISSN 1212-1924. Dostupné z: https://urgentnimedicina.cz/casopisy/UM_2016_3.pdf#page=8
52. TALLER, Stanislav et al., 2005. Urgentní ošetření komplexních zlomenin pánve. *Rozhledy v chirurgii* [online]. **84**(2), 83-87 [cit. 2022-11-02]. ISSN 1805-4579. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Martin_Krivohlavek/publication/7923876_Urgent_management_of_the_complex_pelvic_fractures/links/55154ce10cf2d70ee27000a7.pdfv
53. THIPPESWAMY, Pushpa Bhari, 2020. Imaging in polytrauma e Principles and current concepts. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma* [online]. **11**(16), 106–113 [cit. 2022-08-14]. ISSN 0976-5662. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2020.12.006>
54. VIŠNA, Petr et al., 2004. *Traumatologie dospělých*. Praha: Maxdorf. ISBN 80-7345-034-8 S. 28-30.
55. VIVEK, S. Tayal, 2004. FAST Accurate for Cardiac and Intraperitoneal Injury in Penetrating Anterior Chest Trauma. *Journal of ultrasound in medicine* [online]. **23**(4), 467–472 [cit. 2022-10-07]. DOI: 10.7863/jum.2004.23.4.467. Dostupné z: http://aiimsultrasound.com/wp-content/docs/FAST_1.pdf

56. VODIČKA, Josef et al., 2007. Penetrující poranění hrudníku – sedmileté zkušenosti s diagnostikou a léčbou. *Rozhledy v chirurgii* [online]. **86**(3), 120–125 [cit. 2020-11-02]. ISSN 1805-4579. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Julia_Csanady2/publication/6246901_Shot_injury_of_the_thorax_associated_with_the_left_carotid_trauma-a_case_review/links/555350c508aeaaff3bf125ba/Shot-injury-of-the-thorax-associated-with-the-left-cAnesteziologicko-resuscitační-oddělení-trauma--a-case-review.pdf#page=10
57. VOMÁČKA, Jaroslav et al., 2015. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. 2., dopl. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4508-3
58. VOMÁČKA, Jaroslav. Ultrazvukový kongres Čejkovice 2018. US v urgentní traumatologii. Radiologická klinika LF a FN v Olomouci, URM FZV UP v Olomouci.
59. VYHNÁNEK, František, 2012. Postup při poranění břicha. *Rozhledy v chirurgii* [online]. **91**(11), 632–638 [cit. 2020-11-02]. ISSN 1805-4579. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rozhledy-v-chirurgii/2012-11/postup-pri-poraneni-bricha-39417>
60. WILSON, Stephen a Andrew MACKAY, 2012. Ultrasound in critical care. *Continuing Education in Anaesthesia Critical Care & Pain* [online]. **12**(4), 190–194 [cit. 2020-10-18]. ISSN 1477-4518. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/bjaceaccp/mks019>
61. WIRTH, Stefan et al., 2020. European Society of Emergency Radiology: guideline on radiological polytrauma imaging and service (short version). *Insights into Imaging* [online]. **10**(7), 1–12 [cit. 2022-08-14]. ISSN 1869-4101. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s13244-020-00947-7>
62. ZHU, Xuee, 2019. Coronal Three-Dimensional Magnetic Resonance Imaging for Improving Diagnostic Accuracy for Posterior Ligamentous Complex Disruption in a Goat Spine Injury Model. *Korean Journal of radiology* [online]. **20**(4), 641–648 [cit. 2022-08-21]. ISSN 2005-8330. Dostupné z: <https://doi.org/10.3348/kjr.2018.0632>
63. ŽIŽKA, Jan et al., 2014. *Protokoly MR zobrazování*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-109-4.

Seznam tabulek

Tab. č. 1: Počet osob s diagnózou polytrauma podle věkové kategorie v souboru n = 194 pacientů	43
Tab. č. 2: Struktura polytraumat podle CT nálezu u souboru n = 194 pacientů	44
Tab. č. 3: Počet osob vyšetřených CT protokolem pro polytrauma rozdělený podle pohlaví v souboru n = 194 pacientů	45
Tab. č. 4: Závislost počtu poraněných oblastí na pohlaví u n = 194 pacientů	47
Tab. č. 5: Srovnání polytraumatického CT protokolu Nemocnice Šumperk a. s. a Fakultní nemocnice Olomouc	51
Tab. č. 6: Shodné parametry polytraumatického CT protokolu Nemocnice Šumperk a. s. a Fakultní nemocnice Olomouc	55
Tab. č. 7: Odlišné parametry polytraumatického CT protokolu Nemocnice Šumperk a. s. a Fakultní nemocnice Olomouc	56
Tab. č. 8: Výjimky polytraumatického CT protokolu v souboru n = 194 pacientů	59
Tab. č. 9: CT okna využívaná v rámci polytraumatického CT protokolu v Nemocnici Šumperk a. s.	61
Tab. č. 10: CT okna podle odborné publikace Jiřího Ferdy Multidetektorová výpočetní tomografie technika vyšetření, 2009	62
Tab. č. 11: CT okna podle odborné publikace Jaroslava Vomáčky a kol. Zobrazovací metody pro radiologické asistenty 2., doplněné vydání, s. 43	62
Tab. č. 12: Popisná statistika – denzita v aortě ve chvíli spuštění vyšetření v souboru n = 194 pacientů	65
Tab. č. 13: Korelace věk a denzita v aortě ve chvíli spuštění vyšetření v souboru n = 194 pacientů	65
Tab. č. 14: 3D CT kostí u pacientů s polytraumatem v souboru n = 194 pacientů	67
Tab. č. 15: Postkontrastní 3D CT orgánů u pacientů s polytraumatem v souboru n = 194 pacientů	68
Tab. č. 16: Četnost využití jednotlivých zobrazovacích modalit mimo polytraumatický CT protokol v souboru n = 194 pacientů	77
Tab. č. 17: Četnost kontrolních vyšetření v souboru n = 194 pacientů	79

Seznam grafů

Graf č. 1: Počet osob s diagnózou polytrauma dle věku.....	43
Graf č. 2: Struktura polytraumat dle CT nálezu	44
Graf č. 3: Počet osob s diagnózou polytrauma rozdělený dle pohlaví.....	45
Graf. č. 4: závislost počtu poraněných oblastí na věku.....	46
Graf č. 5: závislost počtu poraněných oblastí na dnu v týdnu	48
Graf č. 6: závislost počtu poraněných oblastí na měsíci úrazu	49
Graf č. 7: Poranění ledvin a provedení vylučovací fáze	63
Graf č. 8: Úraz páteře a její rekonstrukce v kostním okně.....	64
Graf č. 9: Korelace věk a denzita v aortě ve chvíli spuštění vyšetření	66
Graf č. 10: 3 D CT kostí u pacientů s polytraumatem	67
Graf č. 11: Postkontrastní 3 D CT orgánů u pacientů s polytraumatem	68
Graf č. 12: 3D CT kostí a postkontrastní 3D CT parenchymových orgánů	69
Graf. č. 13: Počet fraktur a počet 3D CT skeletu.....	70
Graf č. 14: Závislost výjimek polytraumatického CT protokolu na věku pacienta	71
Graf č. 15: Výskyt výjimek polytraumatického CT protokolu u mužů	72
Graf č. 16: Výskyt výjimek polytraumatického CT protokolu u žen	73
Graf č. 17: Závislost výjimek polytraumatického CT protokolu na počtu dalších provedených vyšetření.....	74
Graf č. 18: Závislost výjimek polytraumatického CT protokolu na počtu provedených kontrolních vyšetření	75
Graf č. 19: Závislost výjimek polytraumatického CT protokolu na počtu poraněných oblastí....	76
Graf č. 20: četnost využití jednotlivých zobrazovacích modalit.....	78

Graf č. 21: Četnost kontrolních vyšetření dle jednotlivých modalit.....	80
Graf č. 22: závislost počtu poraněných oblastí na počtu vyšetření.....	81
Graf č. 23: Počet vyšetření u zraněných s pozitivním CT nálezem	82
Graf č. 24: Počet vyšetření u zraněných s negativním CT nálezem	82
Graf č. 25: Počet provedených vyšetření u mužů	83
Graf č. 26: Počet provedených vyšetření u žen.....	84
Graf č. 27: Závislost počtu provedených vyšetření na věku.....	85
Graf č. 28: Závislost počtu poraněných oblastí na počtu provedených kontrolních vyšetření	86
Graf č. 29: Počet kontrolních vyšetření u pacientů s negativním CT nálezem.....	87
Graf č. 30: Počet kontrolních vyšetření u pacientů s pozitivním CT nálezem	88
Graf č. 31: Počet kontrolních vyšetření u mužů	89
Graf č. 32: Počet kontrolních vyšetření u žen.....	89
Graf č. 33: Závislost počtu kontrolních vyšetření na věku pacienta.....	90

Seznam příloh

Tabulky	
Tab. č. 1: Polytraumatický CT-protokol Fakultní nemocnice Olomouc	112
Tab. č. 2: Polytraumatický CT-protokol Nemocnice Šumperk a. s.	117
Tab. č. 3: Polytraumatický CT-protokol podle odborné publikace Jiřího Ferdy Multidetektorová MDCT technika vyšetření.....	119
Obrazy.....	
Obr. 1: CT mozku, nativní zobrazení, AX, měkkotkáňové okno	121
Obr. 2: CT mozku CORa kostní okno, nativní zobrazení.....	122
Obr. 3: CT krku, nativní zobrazení, COR, měkkotkáňové okno	123
Obr. 4: CT krku, nativní zobrazení, SAG, kostní okno	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 5: CT hrudníku, břicha a pánve	125
Obr. 6: CT páteře, kostní okno, SAG.....	126
Obr.7: 3 D CT zápěstí	127
Obr. 8: MR bederní páteře	128

Přílohy

Tabulky

Tab. č. 1: Polytraumatický CT protokol (Fakultní nemocnice Olomouc, 2021, s. 23–25)

Indikace	Vysokoenergetické trauma, trauma s podezřením na krvácení do dutiny lební, hrudní, nebo břišní
Kontraindikace	Relativní: gravidita (provedení jen u závažných stavů), laktace, obezita a nespolupráce pacienta.
Příprava pacienta	Bez přípravy Vyšetření z vitální indikace Vyplněný a podepsaný informovaný souhlas Zajištěný venózní přístup za pomoci periferní kanyly 18–22 G
Podání kontrastní látky interavenózně	
Typ, koncentrace	neionická, 320–400 mg/ml
Množství	80–100 ml (nebo podle váhy), proplach 80 ml fyziologického roztoku
Způsob podání	tlakový injektor, split bolus metoda
Rychlost podání	2,2 a 3,6 ml/s
Zpoždění zahájení skenování	45 s od bolu kontrastní látky, podle trackeru, po dosažení denzity 150 HU
Poloha pacienta	Nativní: mozek a C páteř

	<p>Vleže na zádech hlavou směrem do gantry. Hlava fixována v nastavci pro vyšetření hlavy a krku fixačním pásem, ruce podél těla.</p> <p>Kontrastní: krk, hrudník, břicho a pánev</p> <p>Vleže na zádech hlavou směrem do gantry. Podle stavu pacienta ruce natažené za hlavou a zajištěné fixačním pásem nebo překřížené na břiše.</p>
Centrace (poloha centrovacích laserů)	<p>Nativní: mozek a C páteř:</p> <p>Předozadní: na kořen nosu</p> <p>Boční: zevní zvukovod</p> <p>Kontrastní: hrudník, břicho a pánev:</p> <p>Předozadní: na jugulum</p> <p>Boční: do středu vyšetřovaného objemu</p>
Strategie vzhledem k podání kontrastní látky intravenózně	Nativní a kontrastní sken
Nativní mozek a C páteř	
Topogram:	boční a předozadní
Rozsah vyšetřované oblasti:	od prvního hrudního obratle po vertex
Vyšetřovací rovina:	axiální
Směr skenování:	kaudokraniální
Nativní, přehledná na ascendentní aortu	

Směr skenování:	kaudokraniální
Topogram:	boční a předozaďní krk, hrudník, břicho a pánev
Rozsah vyšetřované oblasti:	od poloviny srdce, nad oblouk aorty
Vyšetřovací rovina:	axiální
Kontrastní hrudník, břicho a pánev	
Rozsah vyšetřované oblasti:	baze lební až pod dolní okraj pánve, eventuálně podle požadavků indikujícího lékaře
Vyšetřovací rovina:	axiální
Směr skenování:	kraniokaudální
Instrukce pacientovi:	zadržet dech v nádechu
Šíře vrstvy, inkrement:	<p>Nativní mozek:</p> <p>měkkotkáňové okno</p> <p>Šíře vrstvy: 0,625 mm</p> <p>Interval: 0,312 mm</p> <p>Lebka:</p> <p>Kostní okno</p> <p>Šíře vrstvy: 0,625 mm</p> <p>Interval: 0,625 mm</p> <p>Nativní C páteř</p> <p>Kostní okno</p> <p>Šíře vrstvy: 0,625 mm</p>

	<p>Interval: 0,625 mm</p> <p>Postkontrastní hrudník, břicho a pánev</p> <p>Měkkotkáňové okno</p> <p>Šíře vrstvy: 1,25 mm</p> <p>Interval: 1 mm</p>
Zpracování studie	Filtrovaná zpětná projekce a iterativní
rekonstrukce	<p>Rekonstrukce 1. fáze: nativní mozek a C páteř</p> <p>Mozek AX, COR a SAG:</p> <p>AX: rovnoběžně s corpus callosum</p> <p>COR: rovnoběžně s mozkovým kmenem</p> <p>SAG: rovnoběžně se středočarovými strukturami</p> <p>Měkkotkáňové okno</p> <p>Šíře vrstvy: 2,5 mm</p> <p>Mezera mezi vrstvami: 2,5 mm</p> <p>Nativní C páteř koronální a SAG</p> <p>Kostní okno</p> <p>Šíře vrstvy: 1 mm</p> <p>Mezera mezi vrstvami: 1 mm</p> <p>2. fáze: postkontrastní krk, hrudník, břicho a pánev</p> <p>Hrudní a bederní páteř SAG</p>

	<p>Kostní okno</p> <p>Šíře vrstvy: 1 mm</p> <p>Mezera mezi vrstvami: 2 mm</p> <p>Krk, hrudník, břicho a pánev COR</p> <p>Měkotkáňové okno</p> <p>Šíře vrstvy: 3 mm</p> <p>Mezery mezi vrstvami: 5 mm</p>
--	--

Tab. č. 2: Polytraumatický CT protokol Nemocnice Šumperk a. s. General Electric

Volba protokol	1_polytrauma_IR (dospělý)
Strategie vyšetření	Nativně, postkontrastně
Příprava nemocného	Bez přípravy, statimové vyšetření
Uložení	Poloha na zádech, hlavou do gantry
Instrukce nemocnému	Nedýchat
Rozsah vyšetření	<p>1. fáze – nativ – mozek, krční páteř</p> <p>2. fáze – postkontrastně – plíce, břicho, pánev</p> <p>3. fáze – postkontrastně – plíce, břicho, pánev</p>
Množství kontrastní látky a fyziologického roztoku	80 ml kontrastní látky a 30 ml fyziologického roztoku
Rychlost aplikace	3,5 ml/s
Zpoždění	<p>2. fáze – spuštění trackerem v aortě</p> <p>3. fáze – 30 s.</p>
Standardní náběr dat	
Plánovací skeny	hlava a krční páteř boční, trup předozadní
Směr skenování	axiální
Šíře vrstvy	<p>Hlava – nativně</p> <p>Kostní a měkkotkáňové okno 5 mm</p> <p>Krk – nativně</p> <p>Kostní a měkkotkáňové okno 5 mm</p>

	<p>Hrudník, břicho</p> <p>Arteriální a venózní fáze 5 mm</p>
Standardní rekonstrukce dat (2 D)	<p>Mozek</p> <p>COR a SAG, kostní a měkkotkáňové okno 2 mm vrstvy</p> <p>Krk</p> <p>COR a SAG měkkotkáňové okno 2 mm vrstvy</p> <p>Hrudník, břicho</p> <p>COR a SAG měkkotkáňové okno 2 mm vrstvy v arteriální a venózní fázi“</p>

Tab. č. 3: Polytraumatický CT protokol podle odborné publikace Jiřího Ferdy Multidetektorová MDCT technika vyšetření

Hodnocení	
Šíře vrstvy	1,5 mm, 3 mm, 5 mm
Okno	C 35, W 120; C 50, W 350; C-600, W 1600
Roviny MPR	AX, COR, SAG
MIP, MinIP	MIP nebo MinIP vrstvy
VRT rekonstrukce	stínované
Další postprocessing	Vzácně virtuální endoskopie
Dokumentace nálezů	MPR, MIP, MinIP, VRT
Protokol	
Rozsah vyšetření	Hlava a krk; hrudník, břicho a pánev
Kolimace a faktor stoupání	0,6 mm a 1,5
Šíře vrstvy a inkrement	5 mm a 5 mm; 0,6 mm a 0,4 mm
Rekonstrukční algoritmus	Mozkové okno, měkkotkáňové okno, HRCT
Aplikace kontrastní látky	intravenózně 100–120 ml, 3 ml/s; týká se oblasti trupu
Fáze zobrazení; zpoždění	Naplnění aorty a portální žíly; 35 s
Indikace	
Pády z výšek Zасыпání Vysokoenergetické trauma Dopravní nehoda Přitisknutí břemenem	

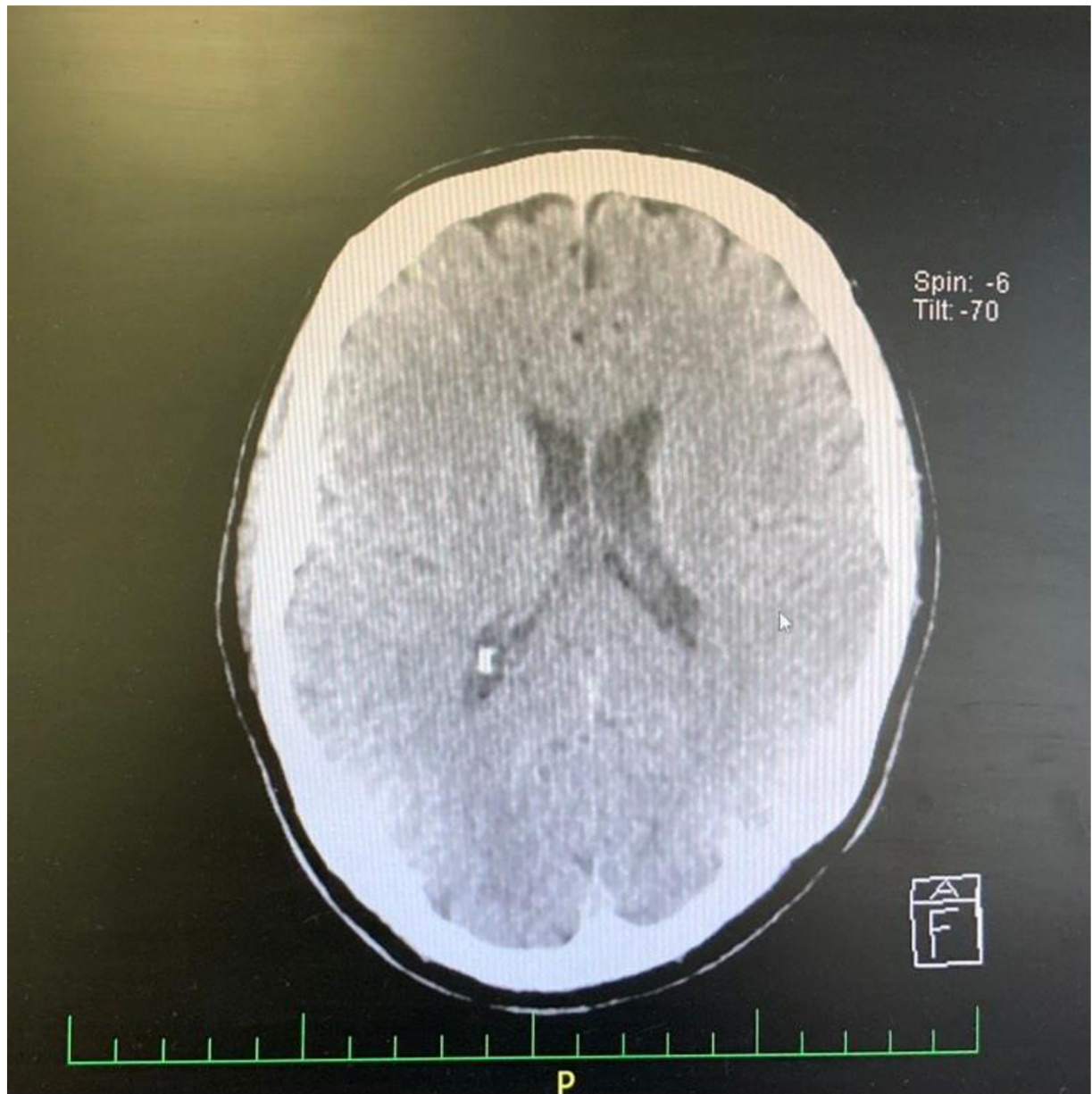
Tipy a triky

Provádíme jen nezbytné rekonstrukce. Pominutím rekonstrukcí tenkých vrstev dochází ke ztrátě dat. Další fázi zobrazení provádíme v případě, že nedošlo k dostatečnému nasycení břišních orgánů. Je výhodné používat trojrozměrné rekonstrukce skeletu.

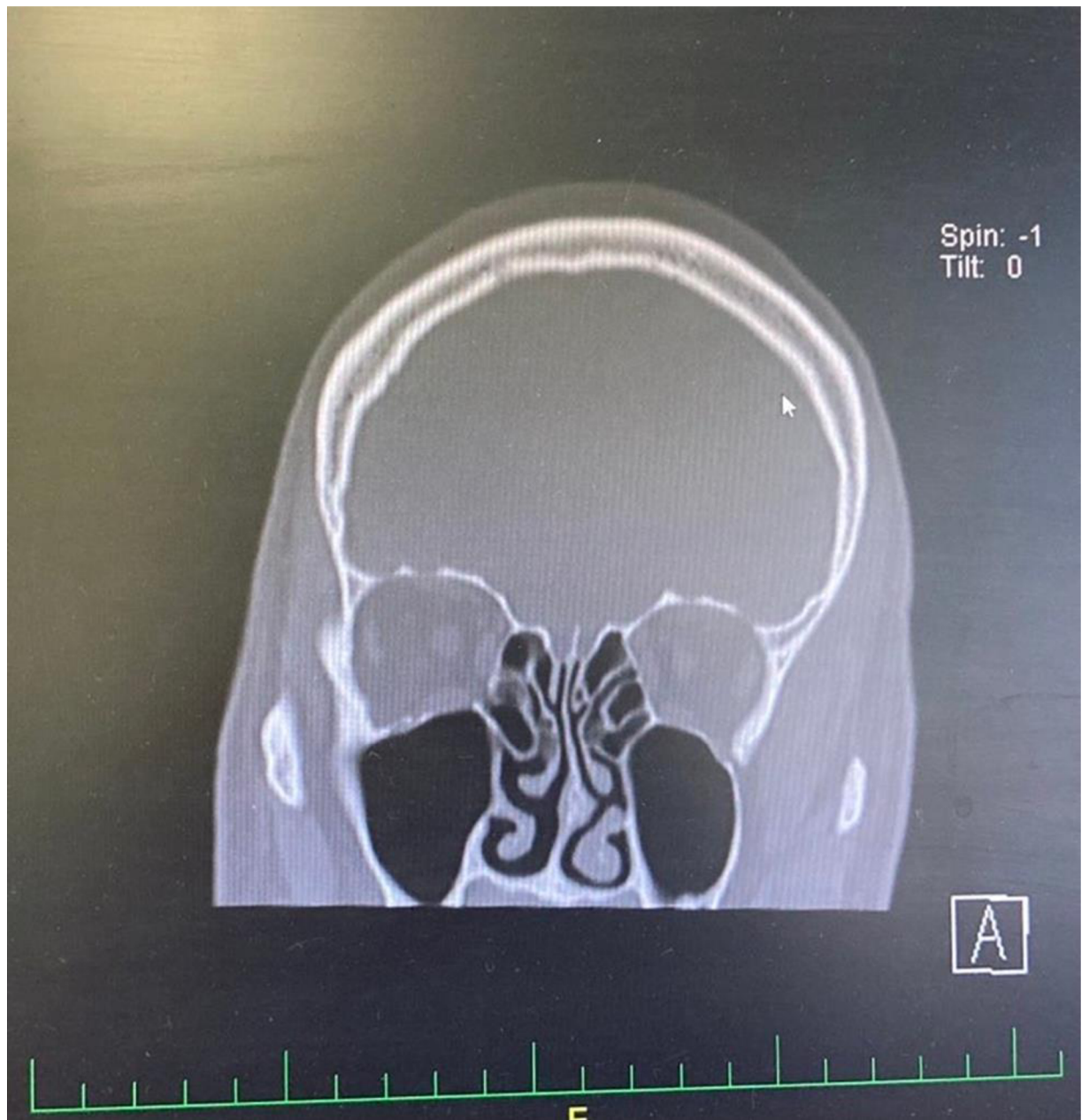
Obrazy

Obr. 1–6: Polytraumatický CT protokol, 27. 6. 2022

Obr.1: CT mozku, nativní zobrazení, AX, měkkotkáňové okno



Obr. 2: CT mozku, nativní zobrazení, COR, kostní okno



Obr. 3: CT krku, nativní zobrazení, COR, měkkotkáňové okno



Obr. 4: CT krku, nativní zobrazení, SAG, kostní okno



Obr. 5: CT hrudníku, břicha a pánve, postkontrastní zobrazení, COR, měkkotkáňové okno



Obr. 6: CT páteře, SAG, kostní okno



Obr.7: 3 D CT zápěstí, 3D rekonstrukce, VRT, nativní zobrazení



Obr. 8: MR bederní páteře, T1 Turbo spin echo, nativní zobrazení, SAG



Obr. 9: AP projekce hlezno a distální béréc, 59kV, 19 mAs, 2,210 dGy*cm²

