



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

---

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

# Zobrazovací metody u polytraumatu dětí a dospělých

## Imaging methods in polytraumas of children and adults

Bakalářská práce

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Radiologický asistent

Autor bakalářské práce: Tereza Hrdličková

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Tomáš Schilla

---

Kladno 2022

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Hrdličková** Jméno: **Tereza** Osobní číslo: **496246**  
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**  
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**  
Studijní program: **Specializace ve zdravotnictví**  
Studijní obor: **Radiologický asistent**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Zobrazovací metody u polytraumatu dětí a dospělých**

Název bakalářské práce anglicky:

**Imaging Methods in Polytraumas of Children and Adults**

Pokyny pro vypracování:

Polytraumata jsou trvale na prvním místě mortality ve věku 1–45 let. Mezi příčiny patří dopravní nehody, úrazy při endorfino-adrenalinových sportech, následují katastrofy a teroristické činy. V teoretické části bude obecně popsáno, co je to polytrauma a jeho rozdělení. Dále zde budou zmíněny zobrazovací metody, které se používají při diagnostice polytraumatu. V praktické části se práce bude zabývat, první volbou vyšetření u dětí a u dospělých s polytraumatem ve Fakultní nemocnici v Motole. Dále zde bude zpracováno, jaký byl počet polytraumat u dětí a jaký u dospělých v období od roku 2015 do roku 2020.

Seznam doporučené literatury:

- [1] WENDSCHE, Peter a Radek VESELÝ, Traumatologie, ed. , Praha: Galén, 2015, ISBN 978-80-7492-211-4
- [2] PAPE, Hans-Christoph, Andrew B PEITZMAN, Michael F ROTONDO a Peter V GIANNOUDIS, Damage Control Management in the Polytrauma Patient, ed. 2nd ed., Cham: Springer International Publishing, 2017, ISBN 978-3-319-52429-0
- [3] VOMÁČKA, Jaroslav, Zobrazovací metody pro radiologické asistenty, ed. Druhé, doplněné vydání, Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015, ISBN 978-80-244-4508-3

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

**Mgr. Tomáš Schilla**

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **14.02.2022**

Platnost zadání bakalářské práce: **23.09.2023**

doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.  
vedoucí katedry

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA  
děkan

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Zobrazovací metody u polytraumatu dětí a dospělých* vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

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

V Praze dne 12.05.2022

.....  
Tereza Hrdličková

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce panu Mgr. Tomáši Schillovi za odborné vedení, cenné rady, vstřícnost, věnovaný čas a hlavně trpělivost, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnoval.

Dále bych velmi ráda poděkovala své rodině za veškerou možnou podporu, trpělivost a optimismus.

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá otázkou zobrazovacích metod v traumatologii.

V teoretické části je shrnuta obecná traumatologie a je definován pojem polytrauma. Dále práce obsahuje jednotlivé skórovací systémy využívané při triagi pacientů. Jsou popsána jednotlivá zobrazovací vyšetření v traumatologii. Jaký je jejich princip a jednotlivé zobrazování při diagnostice polytraumatu.

V praktické části práce je obsaženo porovnávání dat, která byla nasbírána retrospektivně ve Fakultní nemocnici v Motole na Klinice zobrazovacích metod 2. LF UK a FN Motol. Porovnává se počet vyšetření u dospělého a dětského pacienta, zastoupení jednotlivých zobrazovacích metod a další upřesňující údaje. V diskusi se nalézá zamyšlení nad nasbíranými daty a výsledky praktické části a vysvětlení, proč vznikla taková data.

### **Klíčová slova**

Traumatologie, polytrauma, zobrazovací metody, výpočetní tomografie, ultrazvuk, skiografie, magnetická rezonance.

## **ABSTRACT**

This bachelor theses deals with the issue of imaging methods in traumatology.

The theoretical part summarizes the general traumatology and then defines the concept of polytrauma. Furthermore, the work contains individual scoring systems used for triagi on patients. The theses also describe individual imaging examinations in traumatology. The author tries to clarify their principle and their individual imaging in the diagnosis of polytrauma.

In the practical part of the these the author is comparing data collected retrospectively at the University Hospital in Motol in the Department of Imaging Methods, 2nd Faculty of Medicine, Charles University and Motol University Hospital. The number of examinations in adult and pediatric patients, the representation of individual imaging methods and other detailed data are compared. In the last part of the theses, the discussion, the author reflects on the collected data and the results of the practical part of the work. The discussion also contain an explanation of why such data were generated.

### **Keywords**

Traumatology, polytrauma, imaging methods, computed tomography, ultrasound, skiagraphy, magnetic resonance.

## Obsah

1	Úvod.....	9
2	Cíle práce.....	10
3	Přehled současného stavu.....	11
3.1	Traumatologie .....	11
3.1.1	Definice polytraumatu.....	11
3.1.2	Nejčastější urgentní stavy .....	13
3.1.3	Úrazové mechanismy .....	15
3.1.4	Skórovací systémy .....	19
3.1.5	Algoritmus A-B-C-D-E .....	23
3.1.6	Triage .....	24
3.1.7	Trauma tým.....	24
3.2	Vznik rentgenového záření .....	25
3.2.1	Vlastnosti rentgenového záření.....	26
3.2.2	Radiační ochrana .....	27
3.3	Zobrazovací metody v traumatologii .....	28
3.3.1	Ultrasonografie .....	28
3.3.2	Výpočetní tomografie (CT) .....	31
3.3.3	Skiografie .....	39
3.3.4	Magnetická rezonance (MR).....	41
3.3.5	Angiografie (AG).....	45
4	Metodika.....	47
5	Výsledky .....	49
6	Diskuze .....	53

7	Závěr .....	58
8	Seznam použitých zkratek.....	59
9	Bibliografie .....	60
10	Seznam použitých obrázků .....	64
11	Seznam použitých tabulek.....	65



# 1 ÚVOD

Polytrauma je pojem, který se dostává stále více do podvědomí veřejnosti. V podstatě o něm slyšíme dennodenně, a to nejčastěji skrze média. A počty pacientů s polytraumaty stále přibývá. Je to důsledkem stále vzrůstající dopravy, ale i přibývajících válečných konfliktů. Díky narůstajícím počtům pacientů s polytraumatem se zvyšují počty zobrazovacích metod a jejich využití. V dnešní době se uplatňují skoro všechny zobrazovací metody od ultrazvuku a výpočetní tomografie až po magnetickou rezonanci či angiografii. Výhodou je také to, že se při diagnostice doplňují a navazují na sebe. Ty se také zdokonalují a v dnešní době je možné spolehlivě, a hlavně rychle určit rozsah poškození.

Téma mé bakalářské práce jsem si vybrala, protože mě velmi zaujalo. Měla jsem tu možnost v rámci praxí v pražských nemocnicích vidět vyšetření pacienta s polytraumatem po nárazu osobního auta do stromu. Bylo to velmi zajímavé a z pohledu radiologického asistenta jde i o rozmanitou práci.

## **2 CÍLE PRÁCE**

Cílem této práce bylo zjistit, kolik bylo polytraumat u dětí a u dospělých v období od roku 2015 až do roku 2020. Dále jaká je první volba vyšetření u dětí a u dospělých s polytraumatem. Sběr dat pro tuto bakalářskou práci probíhal ve Fakultní nemocnici v Motole na Klinice zobrazovacích metod 2. LF UK a FN Motol.

## 3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

### 3.1 Traumatologie

Traumatologie je lékařská věda, která se zabývá úrazem (traumatem). Jedná se o nápravu poškození pomocí chirurgie. V minulém století byla traumatologie součástí obecné chirurgie, avšak v posledních desetiletích přišel velký rozvoj této vědy. Tento vývoj přišel s lepším porozuměním poúrazové patofyziologie reakce organismu na poranění a pochopením zákonů biomechaniky pohybového aparátu. Pokroky přišli také v anestezii a resuscitaci či podávání antibiotik. Velký pokrok byl i ve vývoji zobrazovacích metod, kde s postupem času přišli i novější zobrazovací postupy [1].

V dnešní době je velký nárůst úrazů a zvyšuje se i jejich závažnost. Tato skutečnost je přisuzována vývojem motorismu, moderním stylem života a technizací. Ve vyspělých státech je dopravní nehodovost velkým problémem. Počty těžkých úrazů, zejména pak polytraumat, se rychle zvyšují a uvádí se, že četnost výskytu těžkých úrazů je ve vyspělých státech až 1000 osob na jeden milion obyvatel za rok [1].

#### 3.1.1 Definice polytraumatu

Polytrauma je definováno jako současně vzniklé poranění více tělesných systémů, z nichž alespoň jedno poranění bezprostředně ohrožuje život zraněného [1].

K pojmům, které nám vymezují závažný až kritický stav, dále řadíme těžké monotrauma, megatrauma a sdružené poranění. Těžké monotrauma postihuje pouze jednu oblast těla, nicméně je tak moc konstrukčně devastující, že neumožňuje jeho správnou funkci. Příkladem může být vážné trauma hrudníku, hemo-pneumotorax a plicní kontuze, doprovázená respiračním

selháním a hemoptýzou. Za megatrauma označujeme devastující, případně až ztrátové zranění osoby. Jako příklad můžeme uvést rozsáhlou luxaci trupu a dolních končetin s pohmožděním břicha a dilatací jater po skoku pod jedoucí vlak. Sdružená poranění neboli mnohočetná poranění, jsou poranění několika tkáňových systémů. Nevedou však k bezprostřednímu ohrožení životních funkcí [2].

Pojem polytrauma má nejen ve zdravotnictví, ale i v celé společnosti vzrůstající význam. Těžká traumata, kam jako vedoucí entita polytrauma přísluší, jsou trvale na prvním místě úmrtnosti ve věku 1–45 let [2].

#### 3.1.1.1 Poranění jednotlivých regionů

- *„hlava: komočně-kontuzní syndrom, nitrolební krvácení, zlomeniny lbi nebo obličejového skeletu,*
- *hrudník: sériové zlomeniny žeber (více než tři), zlomeniny sternu, poranění nitrohrudních orgánů,*
- *břicho: poranění nitrobřišních orgánů a retroperitoneálních orgánů a bránice,*
- *pohybový aparát: poranění pánevního kruhu, acetabula, zlomeniny dlouhých kostí, dislokované nitrokloubní zlomeniny a dilacerace končetin mimo prstů a prstců, zlomeniny páteře bez nebo s postižením míchy“ [1].*

Nejčastější zastoupení v poranění jednotlivých tělních oblastí při polytraumatu mají v 86 % končetinová poranění následovaná mozkolebečním poraněním, které je v 60 %. Dále je v 62 % poraněn hrudník a v 36 % dochází ke zranění břicha následované poraněním pánve a páteře. V 63 % případů pak dochází ke kombinaci mozkolebečního a končetinového poranění [2].

### 3.1.2 Nejčastější urgentní stavy

Reakce po úrazech probíhá ve dvou směrech. Může se jednat o reakci oběhu na sníženou náplň cévního řečiště, takzvanou hemoragickou hypovolemií či zánětovou reakci, kdy dojde k poškození tkání [3].

#### *Anafylaktický šok*

Jde o tzv. anafylaxi, což je akutní hypersenzitivní reakce, která se projevuje zejména problémy s dýcháním a velmi intenzivně a rychle postupující kopřivkou. Objevuje se po požití senzibilizujících léků nebo látek. U anafylaxe je velmi důležité za jak dlouho se rozpozná a kdy se začne s léčbou, jelikož na tom závisí dobrá prognóza. Při projevování anafylaxe si pacient často stěžuje na svědění, ospalost, závratě, bolest hlavy nebo neklid. Mezi další vážnější projevy se řadí například záchvaty, křeče, hypertenze nebo například šok či srdeční arytmie [3].

#### *Kardiogenní šok*

Jedná se o selhání srdeční pumpy, což je stav, kdy je snížený srdeční výdej, který následně zhoršuje perfuzi tkání. Hlavní a jedinou příčinou kardiogenního šoku je dysfunkce levé srdeční komory. Nejčastěji se projevuje jako infarkt myokardu, ischemická choroba srdeční (ISCH), kardiomyopatie, myokarditidy nebo se může vyskytnout u dlouhých operacích srdce [3].

Projevy závažného srdečního onemocnění jsou například na dotek chladná pokožka, rychlý a nepravidelný pulz, snížené vnímání či bledá a vlhká pokožka [3].

### *Hypovolemický šok*

Tento stav se projevuje především při akutní a rychlé ztrátě krve. Jde o život ohrožující stav a pokud se rychle krev a tekutiny nenahradí, můžou být nevratně poškozeny orgány a důležité soustavy. Obvyklými příznaky hypovolemického šoku jsou silný průjem a zvracení. Mezi další projevy řadíme bledou pokožku, snížené smyslové orgány [3].

### *Septický a neurogenní šok*

Septický šok tzv. distribuční šok, který vzniká v důsledku sepse, jenž je způsobená gramnegativními bakteriemi. Hlavními příznaky jsou mimo jiné výrazná bledost, horečka, zimnice nebo porucha vědomí. Ohrožuje zejména pacienty ve starším věku nebo osoby, které mají silně poškozenou imunitu [3].

Neurogenní šok je stejně jako septický šok druhem distribučního šoku. Dochází zde k velkému hromadění v žilním řečišti, což poté vede k výraznému poklesu srdečního výdeje a hypotenzi [3].

### *Multiple Organ Dysfunction Syndrome (MODS)*

Jde o multiorgánové selhání neboli dysfunkci. Objevuje se u akutně nemocného člověka, který trpí poruchou funkce orgánů. Zejména se jedná o selhání ledvin, DIC nebo stresový vřed [3].

### *Systemic Inflammatory Response Syndrome (SIRS)*

Tento název představuje zánětlivá odpověď organismu na neinfekční noxy. Aby mohla být diagnostikována je potřeba, aby byly viditelné alespoň dva příznaky, a to teplota nad 38 stupňů nebo pod 36 stupňů či srdeční frekvence na 90/min [3].

### *Disseminated Intravascular Coagulation (DIS)*

V české terminologii se jedná o diseminovanou intravaskulární koagulaci, což je stav s patologicky zvýšenou koagulační aktivací s tvorbou trombů v periferní cirkulaci a následným postupným vyčerpáváním koagulačních faktorů. To nakonec vede k nadměrně zvýšené krvácivosti a vyskytuje se v akutní i chronické formě [3].

### *Adult Respiratory Distress Syndrom (ARDS)*

Tzv. šoková plíce neboli syndrom dechové tísně u dospělých je ARDS. Jedná se o velmi závažné onemocnění plic, při kterém dochází k plicnímu edému a následnému zhoršení ventilace plic. Za formu ARDS se v současné době považuje také tuková embolie [3].

### **3.1.3 Úrazové mechanismy**

Úrazové mechanismy jsou důležitými aspekty v diagnostice. Je nutné tyto aspekty znát pro stanovení prognózy a určení možného klinického vývoje. Přesné stanovení oněch aspektů nám usnadňuje diagnostickou a léčebnou strategii [2].

#### **3.1.3.1 Pády a skoky z výšek**

Pro polytrauma jsou rizikové již pády z výšky 3-4 metrů. Pády z 10 metrů a více mají vysoké riziko smrtelného poranění. Nemůžeme však hodnotit pouze výšku a zpomalení při gravitačním zrychlení. Důležitým faktorem je také úhel dopadu, měkkost či naopak tvrdost dopadového povrchu či zpomalovací mechanismy. Dalšími faktory, které mohou ovlivnit pád a dopad, jsou například vliv alkoholu či halucinogenů nebo poloha těla při dopadu. Čím větší je tvrdost

podložky a čím větší je délka dráhy pádu, tím je zranění závažnější. Pády z výše 10 metrů na vodní hladinu se mohou rovnat dopadu na tvrdou podložku [2].

Důležité jsou informace o výšce a úhlu pádu či charakteru povrchu místa dopadu. Při pádech ze 3-4 metrů dochází ke zlomenině lebeční spodiny a úder hlavy o tvrdý povrch vede ke kontuzi mozku. U páteře nejvíce dochází ke kompresi mezi pevnějším a flexibilnějším úsekem páteře, horního a dolního úseku krční páteře a lumbosakrálního přechodu. U hrudních a břišních orgánů dochází k odtržení stopek orgánů a cévních odstupů [2].

### 3.1.3.2 Dopravní nehody a úrazy

#### *Osobní automobily*

U nehod osobních vozů vzniká polytrauma nárazem vozu ve vysoké rychlosti do překážky (např. strom, svodidla, betonová zábrana – city blok a další), při poškození karoserie, zaklíněním ve vozidle či při opětovaném převrácení vozu. K polytraumatům dochází také, pokud nejsou použity bezpečnostní prvky – vymrštění z vozu důsledkem nepoužití bezpečnostního pásu [2].

Při opakované rotaci vozu dochází k rupturám velkých tepen, které odstupují ze srdce a z plicních hilů. Pokud není použit bezpečnostní pás či se neaktivuje airbag, může dojít k takzvanému traumatu palubní desky. Při něm dochází ke zlomeninám bérců či stehenních kostí s mozkolebečním poraněním. Ale ani použití bezpečnostních prvků nevyklučuje vznik vážných poranění. Při rozvinutí airbagu může docházet k nárazu na sternum, kdy dojde ke komoci srdce či vznikne syndrom tlakové vlny, pokud se rozvinou všechny airbagy. U použití bezpečnostních pásů také vznikají poranění. Pokud je pás těsně upnutý, dochází k poranění vnitřních orgánů. Naopak při volném zapnutí pásu



se tělo posune a dochází ke zlomeninám dolních končetin. Bezpečnostní pás může být nebezpečný i pro těhotné ženy [2].

### *Motocykly*

Dopravní nehody motocyklů představují velké riziko. Převážně dochází k mozkolebečnímu poranění, pokud řidič nepoužije bezpečnostní přilbu. Při velmi vysokých rychlostech se však helma může prorazit, což může mít za následek smrtelná poranění lebky. Dále polytrauma postihuje pánev, páteř a hrudník [2].

### *Jízdní kolo*

Při nárazu je vystavena poranění především hlava, mozkový kmen a krční páteř. Při srážce vozu s cyklistou dochází v lepších případech jen k blatníkovému traumatu se zlomeninou bérce. U srážek ve vysoké rychlosti je kombinace poranění hlavy, hrudníku, končetin a páteře [2].

### *Sražení chodce*

U srážky chodce s vozidlem je důležitá rychlost a síla kolize. V lepších případech dojde k tzv. blatníkovému a kapotovému traumatu, kdy jsou postiženy převážně dolní končetiny a hlava, pakliže je chodec nárazem odmrštěn na překážku. Pakliže je chodec sražen mohutným vozem ve velké rychlosti, je pravidlem vícestupňové trauma [2].

### 3.1.3.3 Adrenalino-endorfinové sporty

Mezi sporty, u kterých může dojít k polytraumatu, se řadí především lety ultralehkými letadly, paragliding, horolezectví, bungee-jumping či vodní

lyžování. Většinou jde o nedostatečně proškolené amatéry nebo lidi, kteří přeceňují své síly [2].

#### 3.1.3.4 Zranění tlakovou vlnou (blast syndrom)

Zranění tlakovou vlnou mohou způsobovat buďto vysokoenergetické či nízkoenergetické exploze. Mezi vysokoenergetické exploze řadíme výbuch dynamitu, C4 trhaviny a trinitrotoluenu. Nízkoenergetické exploze zahrnují zábavní pyrotechniku. Vážná poranění tlakovou vlnou vznikají v uzavřených prostorech a také ve vodě. Rozeznáváme čtyři druhy poranění tlakovou vlnou – primární, sekundární, terciární a kvartérní [4].

1. Primární blast syndrom – tlaková vlna působí přímo na tkáň. Vzniká při vysokoenergetických explozích. Při explozi se tlaková vlna šíří vzduchem, který stlačuje. U člověka v blízkosti exploze obvykle dochází k poškození orgánů vyplněných právě vzduchem, například plíce, střeva či ucho. Při poranění hrudníku vzniká pneumotorax, plicní kontuze a vzduchová embolizace do mozku a míchy. K poraněním břišních orgánů dochází ve vodě. Dochází k traumatům střev a vzniká hematoma. Může však docházet k poraněním končetin, páteře, mozku či genitálií.
2. Sekundární blast syndrom – poranění vzniká při zasažení osoby letícím předmětem, které vznikají při výbuchu. Dochází k tupým poraněním hlavy či končetin.
3. Terciární blast syndrom – jedná se o výsledek vysokoenergetické exploze, kdy dojde k odmrštění těla. Tělo naráží do různých objektů, kdy vznikají tupá poranění, zlomeniny až amputace. Často je zasažena hlava.
4. Kvartérní blast syndrom – dochází k němu v kombinaci různých poranění. Například radiací, zavalením či popálením [4].

### 3.1.3.5 Zасыпání (crush syndrom)

Crush syndrom vzniká u zavalení, kdy dochází k dlouhodobému stlačení nebo masivnímu zhmoždění měkkých tkání. Dochází k zastavení přítoku krve a poškození. Po dekompresi se z poškozené tkáně uvolňuje myoglobin, draslík a kyselé metabolity. Do postižené tkáně prosakuje plazma a způsobuje edém. Intravaskulární ztráta plazmy vede ke vzniku hypovolemického šoku a k akutnímu selhání ledvin a jejich šoku [4].

### 3.1.4 Skórovací systémy

Skórovací systémy musejí mít co nejjednodušší popis, aby se dali snadno použít v praxi. Používají se přímo v terénu při prvotní diagnostice, ale také k triagi pacientů přímo v traumacentru. Jsou velmi důležité, neboť je využíváme při prvotním zhodnocení pacienta [2].

Skórovací systémy tedy využíváme k:

- třídění pacientů (triagi);
- k organizaci a specializovanému vyhodnocování poskytnuté péče o pacienty s polytraumaty;
- k předpovědi úmrtí;
- k mezinárodnímu srovnávání;
- ke sledování epidemiologie úrazů;
- pro účely zdravotních pojišťoven [1].

Rozeznáváme mnoho platných a používaných systémů po celém světě. Avšak rozeznáváme tři základní typy skórovacích systémů. Jedná se o anatomické systémy, patofyziologické systémy či jejich kombinaci. Také záleží na prognostickém hodnocení [1].

### 3.1.4.1 Trauma Score (TS)

Trauma Score je základním systémem, který vypovídá o vědomí zraněného, dýchání a krevním oběhu. Hodnotí pacientovi základní životní funkce ještě před jeho zajištěním, o rezervě organismu endogenní reakci a rozsahu postižení [2; 5].

<i>Hodnocený parametr</i>	<i>Hodnota</i>	<i>Počet bodů</i>
počet dechů/min	10–24	4
	25–35	3
	35	2
	< 10	1
	0	0
způsob dýchání	klidné	0
	namáhavé	1
TK systolický (mm Hg)	> 90	4
	70–89	3
	50–69	2
	< 50	1
	0	0
rychlost kapilárního návratu	< 2 s	2
	> 2 s	1
GCS	14–15	5
	11–13	4
	8–10	3
	5–7	2
	3–4	1
<b>Součet:</b>		<b>Bodů:</b>
<b>Stupně závažnosti podle počtu bodů:</b>	<b>Počet bodů</b>	<b>Předpokládané % přežití</b>
I.	16–11	100–70
II.	10–7	60–20
III.	6–0	10–0

Obrázek 1 - Trauma Score [2]

### 3.1.4.2 Injury Severity Score (ISS)

Toto skóre je zaměřeno anatomicky. Hodnotí stupeň poranění jednotlivých orgánů. Jde o jeden z nejvyužívanějších skórovacích systémů v traumatologii. Je nutné znát podrobnou nemocniční diagnostiku i výpočet. Jeho bodové hodnocení je v rozmezí 1-75. Jestliže jsou hodnoty vyšší než 19, pak se jedná o těžké trauma. ISS větší než 25 bodů označuje těžké sdružené trauma, polytrauma či monotrauma [1; 2; 5].

Oblast	popis zranění	AIS	Square Top Three
Hlava & krk	mozková kontuze	3	9
Obličej	bez zranění	0	
Hrudník	paradoxní dýchání	4	16
Břicho	drobná kontuze jater komplexní ruptura sleziny	2 5	25
Končetiny	zlomenina stehenní kosti	3	
Povrch	bez zranění	0	
<b>Injury Severity Score:</b>			<b>50</b>

Obrázek 2 - - Injury Severity Score [5]

### 3.1.4.3 Revised Trauma Score (RTS)

Toto skóre reprezentuje patofyziologický systém. Hodnotí pravděpodobnost přežití a určuje se z výpočtu Glasgow Coma Scale, systolického tlaku a dechové frekvence. Využívá se pro výpočet Trauma Revised Injury Severity Score. RTS je využíváno k prosté triage, kdy se rozhoduje o transportu pacienta do vhodného traumacentra, v úvodní fázi, kdy ještě není podaná analgosedace a není provedeno protišokové zajištění pacienta. Hodnota bodování je v rozmezí 0-12 [1; 2].

Veličina	Hodnota	Počet bodů × faktor = skóre	
frekvence dýchání/min	10–29	4	0,2908
	> 29	3	
	6–9	2	
	1–5	1	
	0	0	
systolický krevní tlak (mm Hg)	> 89	4	0,7326
	76–89	3	
	50–75	2	
	1–49	1	
	0	0	
Glasgow Coma Scale	13–15	4	0,9368
	9–12	3	
	6–8	2	
	4–5	1	
	3	0	
součet = RTS		4	

Obrázek 3 - Revised Trauma Score [2]

#### 3.1.4.4 Trauma Revised Injury Severity Score (TRISS)

Trauma Revised Injury Severity Score se využívá pro posudky pacientů s polytraumaty, kdy již známe kompletní diagnózu, avšak nedošlo k sekundárním komplikacím. Hodnotí také pravděpodobnost přežití v závislosti na věku pacienta. Kombinuje ISS a RTS [1; 2].

#### 3.1.4.5 Glasgow Coma Scale (GCS)

Tento systém hodnotí stav vědomí při poranění mozku. GCS funguje na principu sledování a hodnocení jednotlivých faktorů, kterými jsou otevírání očí, motorická a verbální komunikace. Tyto body se poté sčítají a jejich výsledné hodnoty se pohybují v rozmezí 3-15 bodů. GCS 3 udává hluboké reflektorické koma, zatímco GCS 8 je u pacientů, u kterých je nutné připojení na umělou plicní ventilaci [5; 6].

<i>Odpověď</i>	<i>Reakce na určitý podnět</i>	<i>Body</i>
Otevření očí	spontánní	4
	na oslovení	3
	na bolestivý podnět	2
	pacient nereaguje	1
Slovní odpověď	plně orientován	5
	zmatený	4
	nepřiměřená	3
	nesrozumitelná	2
	bez odpovědi	1
Motorická odpověď	uposlechne příkaz	6
	adekvátní reakce na bolestivý podnět	5
	úhyb	4
	flexe na bolestivý podnět	3
	extenze na bolestivý podnět	2
	bez odpovědi	1
<b>Celkové skóre</b>		<b>3-15</b>

Obrázek 4 - Glasgow Coma Scale [5]

#### 3.1.4.6 Abbreviated Injury Scale (AIS)

AIS je nejrozhlášenější skórovací systém úrazů na světě. Popisuje anatomicky definovaná poranění, a to z hlediska přežití, energetiky, mechanismu či doby léčení. Vyhodnocuje kvantitativní a kvalitativní parametry v neodkladné úrazové péči. Dle AIS klasifikace se lidské tělo dělí na oblast hlavy a krku

(včetně krční páteře), obličej, hrudník s hrudní páteří, břicho s pánevními orgány a bederní páteří, kostí pánve a končetiny a povrch těla. Vše má číselné označení. Závažnost poranění je hodnocena dle stupnice od 0 do 6, kdy 6 znázorňuje fatální poranění [1].

### 3.1.5 Algoritmus A-B-C-D-E

Algoritmus A-B-C-D-E, též znám jako Safarova abeceda, je hojně využíván při vyšetření pacienta. Je jednoduchý a lze aplikovat u každého pacienta, bez ohledu na jeho stav vědomí. Písmena označují jednotlivé oblasti vyšetření a nesou anglické názvy [6].

- Airway (dýchací cesty) – je nutné uvolnit dýchací cesty a odstranit předměty či překážky z dutiny ústní. Také musíme zabránit zapadnutí jazyka. Dýchací cesty také mohou být zajištěny orotracheální intubací.
- Breathing (dýchání) – zhodnocení dechu. Při pneumotoraxu je provedena punkce. U samovolného dýchání monitorujeme saturaci a dechovou frekvenci. Pacientovi můžeme podat 100% kyslík.
- Circulation (oběh) – hodnotíme oběh, je-li hmatatelný pulz a jaká je jeho frekvence. Dále monitorujeme krevní tlak. Také je nutné zkontrolovat krvácení a případně ho zastavit. Při srdeční tamponádě je nezbytná punkce perikardu.
- Disability (stav vědomí) – hodnotí se stav vědomí čili Glasgow Coma Scale (GCS) a porucha vědomí. Také kontrolujeme zornice.
- Exposure (expoze) – pacientovi odstraníme oblečení a pátráme po skrytém krvácení. Také hodnotíme okolnosti úrazu a chráníme pacienta před zevními vlivy [1; 7].

### 3.1.6 Triage

Emergency Severity Index (ESI) je v současné době jedním z nejrozšířenějších protokolů na oddělení urgentního příjmu. Účinně třídí pacienty dle závažnosti jejich zdravotního stavu. Pacienti spadající do první úrovně vyžadují neodkladnou péči. V druhé a třetí úrovni mohou být pacienti ošetřeni do 15 minut. Pacienti s nepříliš naléhavými potřebami lze ošetřit do 30 minut a spadají do čtvrté či páté úrovně [8].

### 3.1.7 Trauma tým

Při péči o pacienta s polytraumatem je důležitá především kolektivní spolupráce. Složení trauma týmu se může v jednotlivých nemocničních zařízeních odlišovat. Nicméně existují určitá kritéria či pravidla, která musí dodržovat každý trauma tým, ať už je z jakékoli nemocnice [9].

Trauma tým se skládá z chirurga – traumatologa, neurochirurga, ortopeda, anesteziologa, lékaře intenzivní péče a radiologa. Přítomny jsou i sestry či sanitáři. Členové trauma týmu rozhodují o vyšetřovacím postupu u polytraumatizovaného pacienta. Chirurg – traumatolog je koordinátorem a vedoucím lékařem přijímacího týmu. Určuje diagnostiku a ošetření poranění [2].

Jednotliví členové mají určité role a povinnosti. Lékař intenzivní péče dohlíží na životní funkce pacienta a dohlíží na něj po celou dobu vyšetření. Chirurg určuje diagnostiku a následnou léčbu při traumatech krku, hrudníku, břicha a velkých cév. Ortoped se zaměřuje na stanovení poranění u horních a dolních končetin, pánve a páteře. Radiolog je odpovědný za celkový průběh při zobrazovacích vyšetření a vykonává sonografii. Radiologický asistent pak provádí CT vyšetření, a pokud je indikováno, i standardní skiografické RTG



vyšetření. Zodpovídá za kvalitně zhotovená vyšetření, které usnadňují další zhodnocení stavu pacienta [10].

Součástí je i vedoucí celého týmu, tzv. team leader. Ten se pacienta vesměs vůbec nedotýká, má tedy tzv. funkci hands off, Jeho hlavním úkolem je mít všeobecný rozhled o tom, co se děje s pacientem a jaké se mu provádí úkony. Sleduje a koordinuje všechny členy trauma týmu. Musí včas zajistit další potřebné konziliáře a ve spolupráci s traumatologem také určuje přednosti v ošetření polytraumatizovaného pacienta [9].

### **3.2 Vznik rentgenového záření**

Rentgenové záření je elektromagnetické záření s krátkými vlnovými délkami. V diagnostických a terapeutických přístrojích je zdrojem rentgenového záření zejména vakuová elektronka, tzv. rentgenka. Rentgenka je připojena na obvod, kterým prochází vysoké napětí. Pomocí napětí žhavíme katodu rentgenky, ze které jsou vyzařovány elektrony. Ty jsou urychlovány pomocí vysokého elektrického napětí, a dopadají na anodu. Ta je většinou vyrobena z wolframu. Při dopadu na anodu, elektrony pronikají jejími obaly a ztrácí svou kinetickou energii. Ta je z velké části (z 99 %) přeměněna na tepelnou energii a v 1 % vzniká rentgenové záření [11].

Rentgenové záření se dělí na brzdné a charakteristické. Ke vzniku brzdného záření dochází při odrazu letícího elektronu od anody, kdy elektron změnil dráhu letu a zpomalil. Rozdíl v kinetické energii je emitován ve formě rentgenových fotonů, které mají určitou vlnovou délku. Čím kratší je vlnová délka, tím se zvyšuje energie. Vlnová délka je závislá na rychlosti, jakou dopadají elektrony na anodu. Vlnová délka je také přímo úměrná napětí, které se nachází mezi katodou a anodou. Nastavením napětí tak stanovujeme tvrdost rentgenového záření. Brzdné záření má spojitě energetické spektrum [11].

Charakteristické záření vzniká, když dojde ke srážce letícího elektronu a elektronu v obalu atomu na anodě. Původní elektron je při interakci vyražen a vznikne tak volné místo, které je zaplněno elektronem jedné z oddálených hladin od jádra. Dochází k vyzáření fotonu charakteristického rentgenového záření. Rozdíl mezi energiemi jednotlivých hladin, mezi nimiž došlo k přesunu elektronu, udává energii fotonu. Rozdíl energií mezi jednotlivými energetickými hladinami se u daného materiálu neliší (je stále stejný). Je pro něj charakteristický. Vyšší energii charakteristického záření tím udává vyšší protonové číslo anody. U charakteristického záření je energetické spektrum čárové a závisí na materiálu, ze kterého je ohnisko anody vyrobeno [11].

### 3.2.1 Vlastnosti rentgenového záření

Rentgenové záření je neviditelné záření, které se šíří ve vakuu rychlostí světla. Jeho síla se čtvercem vzdálenosti ubývá. Je schopno procházet hmotou, ve které se absorbuje a způsobuje ionizaci a excitaci atomů. Dále má fotochemický a luminiscenční efekt. Důležité jsou i jeho biologické účinky. Účinky rentgenového záření na živou hmotu jsou škodlivé a jejich přesný mechanismus není ani přes veškeré znalosti dosud objasněn [12].

Schopnost pronikat jakoukoli hmotou, ve které se záření více či méně absorbuje, je jednou z nejdůležitějších vlastností rentgenového záření. Výše zeslabení záření spočívá v kvalitě záření, tloušťce materiálu. U kvality záření platí, že čím je kratší vlnová délka záření, tím je více pronikavé, jelikož má větší energii. Je tedy i méně zeslabováno. Při průchodu hmotou se část paprsků záření rozptýlí a odchýlí se od původní trajektorie [13].

Luminiscenční efekt označuje schopnost rentgenového záření se při interakci s určitými látkami přeměnit na viditelné světlo. Tento efekt, společně se schopností procházet předměty pomohl k objevení tohoto záření [13].

### 3.2.2 Radiační ochrana

Rentgenové záření dokáže snadno procházet lidskou tkání. Je také schopno velmi citelně poškodit lidský organismus. To mělo za následek vzrůstající zavádění bezpečnostních opatření. Na začátku bylo nejvíce pozornosti věnováno ochraně zdravotních pracovníků. Ti totiž přicházeli s rentgenovým zářením často do styku při vyšetřeních pacientů. Později se však začalo více mluvit o ochraně samotných pacientů. Ti jsou ozařováni z diagnostických nebo terapeutických důvodů [14].

Lékařské ozáření nemá žádné limity v radiační ochraně. Je však nutné, aby lékař indikující vyšetření zvážil, zdali je vyšetření opravdu nutné či se nedá provést jiným vyšetřením, které nevyužívá ionizující záření, například magnetická rezonance či ultrazvuk. Pokud však není jiná možnost a vyšetření s ionizujícím zářením musí být uskutečněno, pak lékař musí dodržet princip zdůvodnění a princip optimalizace. Je také nutné dávat si pozor, pokud se chystáme použít zobrazovací metodu s využitím ionizujícího záření u žen. Mohlo by totiž dojít k nechtěnému ozáření zárodku, pokud je žena těhotná. Pokud žena ví o těhotenství, ozáření se provádí jen v neodkladných případech [14].

Princip optimalizace stanovuje, že úroveň dávek ionizujícího záření by měli být co nejmenší, jak je to jen možné. Pro posuzování byly stanoveny takzvané diagnostické referenční úrovně [14].

Princip zdůvodnění udává, že použití zobrazovací metody využívající ionizující záření nelze indikovat, pokud by z něho neplynul dostatečný prospěch pro pacienta. Radiodiagnostický výkon, který využívá ionizující záření, smí být indikován jen v případě, pokud to bude ku prospěchu pro pacienta. Například se diagnostikuje nemoc nebo se zlepší zdravotní stav pacienta [14].

### 3.3 Zobrazovací metody v traumatologii

V diagnostice polytraumat je první volbou ultrazvuk. Používá se FAST ultrazvuk k odhalení volné tekutiny především v dutině břišní, ale i v ostatních dutinách. Výpočetní tomografie je dominantní metoda, která je rychlá a dostupná. Skiografie je v historii druhá nejstarší metoda v diagnostice polytraumat. Snímkuje se hrudník a pánev. V diagnostice polytraumat můžeme využít i magnetickou rezonanci, která se používá k doplnění a objasnění předchozího CT vyšetření. A v neposlední řadě můžeme využít digitální substrakční angiografii, avšak ta se využívá především při urgentní aplikaci stentu [15].

#### 3.3.1 Ultrasonografie

Ultrasonografie, nebo také sonografie či ultrazvuk je neinvazivní diagnostická metoda. Princip ultrazvuku je založený na mechanickém vlnění, které se pomocí mechanicko-elastických kmitů linou prostředím. Ultrazvuk se při procházení hmotou absorbuje, rozptyluje a odráží. V diagnostice se využívá odrazů, které vznikají na rozhraní dvou prostředí neboli tkání s různou akustickou impedancí. Čím větší je rozdíl v hustotách prostředí, tím větší je pak síla odrazu. Ultrazvukové vlnění nemůžeme slyšet, pohybuje se nad hranicí slyšitelného zvuku, což je více jak 20 kHz. Pro diagnostiku se však využívá frekvence od 1–15 MHz a zobrazujeme tekutiny a měkké tkáně. Na hranici mezi tekutým prostředím a kostí či plynem, dochází k odrazu veškerého ultrazvukového vlnění. Při vyšetření je tedy nutné využívat gely na kůži. Pomocí gelu dochází k odstranění vzduchu mezi kůží a sondou a vlnění tak může projít až k vyšetřované oblasti. Při průchodu pak vlnění ztrácí svou energii, která se mění na teplo [12; 16].

Zdroj ultrazvukového vlnění jsou piezoelektrické krystaly. Při kompresi těchto krystalů vzniká na jejich povrchu elektrický potenciál. Naopak při dodání střídavého proudu se krystaly deformují, čímž vzniká mechanické vlnění. Po přiložení sondy na kůži pronikají podélné ultrazvukové vlny, s pomocí gelu, do tkání. Krystaly se nacházejí v sondě, která může mít různé tvary. Nejčastějšími jsou sondy lineární, sektorové a konvexní. Sondy pro zobrazování používají různé frekvence. Pro zobrazení struktur uložených při povrchu těla, se používá frekvence 5-15 MHz. Při studiu struktur uložených hlouběji pak 2-5 MHz [12; 16; 17].

V ultrasonografii se používají dva základní postupy, a to zobrazování v reálném čase a dopplerovské zobrazování. Nejjednodušším typem je A-mód (amplitude mode), který se využíval například v echoencefalografii k diagnostice posunu středního echa. Jedná se o jednorozměrné zobrazení, kdy se na stínítku formuje obraz odraženého signálu. Tím vzniká křivka, která udává závislost korigované intenzity odraženého signálu na čase, který uplyne od vyslání signálu. V A-modu lze přesně měřit vzdálenost. B-mód (brightness mode) je také jednorozměrné zobrazení. Při tomto postupu se zachycenému odraženému signálu v závislosti na intenzitě přiřazuje stupeň šedi a jak jsou vedle sebe umístěny, jsou zachycovány a formuje se tak obraz. Posledním typem je M-mód (movement mode), který se využívá ke sledování pohybů srdce. Jedná se o B-mód data vyobrazená v čase za sebou [12; 17].

Dopplerovská technika funguje na principu Dopplerova jevu. Frekvence vlnění se změní při odrazu od objektu, který je v pohybu. Z této změny lze určit rychlost a směr daného objektu. Nejčastěji se touto technikou zkoumají krvinky v cévách. Výsledkem je barevný záznam, který zobrazuje pohybující se objekty. Tyto objekty jsou zobrazeny červenou a modrou barvou s tím, že červená zobrazuje pohyb směrem k sondě a modrá od sondy. Dopplerovská

ultrasonografie se využívá k diagnostice cévních patologií či k zobrazení prokrvení tkání [12; 17].

### 3.3.1.1 FAST ultrazvuk

U pacienta s polytraumatem hraje vyšetření ultrazvukem velkou a velmi důležitou roli. K vyšetření polytraumatizovaného pacienta se již běžně používá takzvaný FAST ultrazvuk (Focused Assessment with Sonography and Trauma). Jedná se o sonografické vyšetření dutiny břišní, perikardu a hrudníku. Provádí se většinou do 10 minut od příjezdu sanitky do traumacentra či přímo při transportu do nemocnice. Cílem FAST ultrazvuku je odhalení volné tekutiny v dutině břišní, pleurální a perikardiální dutině a v oblasti malé pánve. U pacienta s polytraumatem se předpokládá, že volnou tekutinou je krev. Může se tedy jednat o hemotorax, hemoperitoneum či hemoperikard. Průkaz volné tekutiny je ukazatel poranění intraperitoneálních orgánů, tedy trauma skeletu pánve a poranění břišních a pánevních orgánů současně. Toto poranění bývá u 61-67 % pacientů [18; 19].

Pakliže chceme diagnostikovat pneumotorax či hemotorax, používáme rozšířený FAST, takzvaný E-FAST (Extended focused sonography in trauma). V případě, že je nález pozitivní se provádí adekvátní intervence. Díky E-FAST vyšetření je možné diagnostikovat také volnou tekutinu v břiše okolo jater, sleziny a močového měchýře. Dále také v hrudníku a u srdce. V případě, že E-FAST neodhalí žádný výše uvedený nález, pokračuje se standardně v CT polytrauma protokolu [20].

FAST ultrazvuk trvá v rámci minut a provádí se konvexní sondou s frekvencí 3,5-5 MHz. Pacient je na zádech a vyšetřujeme oblast pravého a levého horního kvadrantu břicha a Douglasův prostor. Vyšetření pro pacienty není nijak nepříjemné. FAST ultrazvuk je neinvazivní metoda, která nemá žádné nežádoucí

účinky. Vyšetření však může limitovat obezita pacienta či subkutánní emfyzém [18; 19].

### 3.3.1.2 Echokardiografie

Jedná se o vyšetření sloužící k objevení volné tekutiny v mezihrudí, patologie pohrudniční blány, aorty a srdce. Vyšetření lze provést u hemodynamicky nestabilního pacienta. Indikací je bolest na hrudi, selhání srdce či podezření na embolizaci. Vyšetření provádíme transtorakálně a u pacientů s umělou plicní ventilací ještě transezofageálně. U transezofagiální kardiografie mohou být kontraindikací jícnové varixy či defekty úst. Transtorakální kardiografie žádnou kontraindikaci nemá [21].

### 3.3.2 Výpočetní tomografie (CT)

V posledních dvaceti letech se výpočetní tomografie stala standardním vyšetřením dostupným v podstatě ve všech nemocnicích v České republice. Jedná se o dynamickou metodu, která má výbornou rozlišovací schopnost umožňující realizovat virtuální 3D či dynamická 4D vyšetření [12].

Princip výpočetní tomografie spočívá ve schopnosti RTG záření absorbovat se ve tkáních, které mají různé složení. Zeslabené záření po proniknutí vyšetřovaným objektem dopadá na detektory, kde je přepsáno na elektrický signál. Ten se vyhodnocuje v počítači. CT nám tak dovoluje matematicky vyjádřit intenzitu absorpce rentgenového záření pomocí Hounsfieldových jednotek (HU). Hounsfieldova stupnice v rozmezí od - 1000 HU po + 3096 HU stanovuje denzity zobrazovaných tkání či materiálů z různého složení. Tkáně jsou poté podle rozdílů v denzitě zobrazovány v různých odstínech šedi. Avšak lidské oko dokáže rozpoznat pouze 16 odstínů šedi. Je tedy nutné vybrat z celé škály denzit jen určitou část, tzv. okno. Prohlížením skenů v různých oknech,

např. v měkkotkáňovém, kostním či plicním, získáváme informace o různých denzitách vyšetřovaných tkání [12; 16].

*Tabulka 1 - Denzity některých tkání [12]*

Druh tkáně	Denzita (HU)
Kosti, klacifikace	> 85
Sražená krev	65-85
Měkké tkáně, parenchymové orgány	25-70
Tekutinové útvary (likvor moč, žluč)	0-15
Tuk	-40 až -120
Vzdušná plíce	-800 až -900

CT přístroj se skládá z vyšetřovacího tunelu (gantry), posuvného stolu a mnoha přídatnými zařízeními. Jedním z nich je automatický injektor pro aplikaci kontrastní látky či anesteziologický přístroj. V gantry se nachází rentgenka a detektory. Na CT pracovišti se také nachází obslužný a vyhodnocovací stůl, dále stanice pro zpracování specializovaných programů či 3D obrazů a PACSová stanice [12].





*Obrázek 5 - CT na urgentním příjmu ve FN Motol [Vlastní zdroj]*

### 3.3.2.1 Průběh vyšetření na CT

Vyšetření na CT trvá okolo 5-15 minut. Pacient se během vyšetření nesmí hýbat. Pokud by pacient nevydržel být klidný či nespolupracoval s personálem, můžeme využít fixačních pomůcek nebo je možné vyšetření provést v sedaci či celkové anestezii. Toho se využívá zejména u malých dětí [16].

Na začátku samotného vyšetření se nejprve pomocí CT pořídí digitální snímek vyšetřované oblasti, který se nazývá topogram, skenogram, scout či lot-view (záleží na typu CT přístroje). Pacient při pořizování topogramu leží zády na stole, který s ním při expozici projíždí otvorem v gantry. Rentgenka a detektory se nepohybují. Na vytvořeném topogramu se poté naplánuje rozsah vyšetření. Po naplánování se uskuteční samotné vyšetření [16].

Vyšetření nemusí probíhat pouze nativně. Pacientovi můžeme podat tzv. kontrastní látku (KL). KL podáváme k odlišení cév od ostatních struktur či k rozlišení normální a patologicky změněné tkáně. KL může být jodová, ta se aplikuje intravenózně například u vyšetření mozku. Baryová kontrastní

látka se podává per os před vyšetřením břicha a pánve, abychom spolehlivě odlišili střevní kličky od tumoru či abscesu [16].

U konvenčního typu CT vyšetření se pořizují jednotlivé vrstvy postupně. Mezi zhotovením vrstvy se stůl s pacientem posune o námi zvolenou vzdálenost. Posun stolu a šířka vrstvy jsou většinou stejně velké. Tím dosáhneme zobrazení celé vyšetřované oblasti. U helikálního (spirálního) typu vyšetření vyšetřovací stůl s pacientem pomalu projíždí skrz gantry, a to během samotné expozice. Tím získáváme data celé vyšetřované oblasti, která pak počítač vyhodnotí. Výhodou tohoto typu je kratší čas vyšetření, na jeden nádech můžeme zobrazit celý orgán a je možné aplikovat méně kontrastní látky [16].

### 3.3.2.2 Kontrastní látky

Rozdíly v absorpci rentgenového záření ve tkáni udávají kvalitu a kontrast rentgenového obrazu. Kontrast však můžeme zvýšit pomocí tzv. kontrastních látek. Ty mohou buďto zvyšovat absorpci zachytáváním více záření, pak se nazývají pozitivní KL, nebo snižovat absorpci záření, ty se označují jako negativní KL. KL se aplikuje intravenózně pomocí zavedené kanyly či per os. Kontrastní látky jsou tedy schopné se více či méně absorbovat než měkké tkáně [12; 16].

- Negativní KL

Nejčastěji využívanými preparáty jsou vzduch a CO<sub>2</sub> (oxid uhličitý). Tyto látky zvyšují kontrast vyšetřovaného orgánu, čímž se odliší od okolních struktur. Dnes už se však upustilo od jejich používání. V současné době se využívají při metodě tzv. dvojího kontrastu – aplikace pozitivní a negativní KL současně [12; 16].

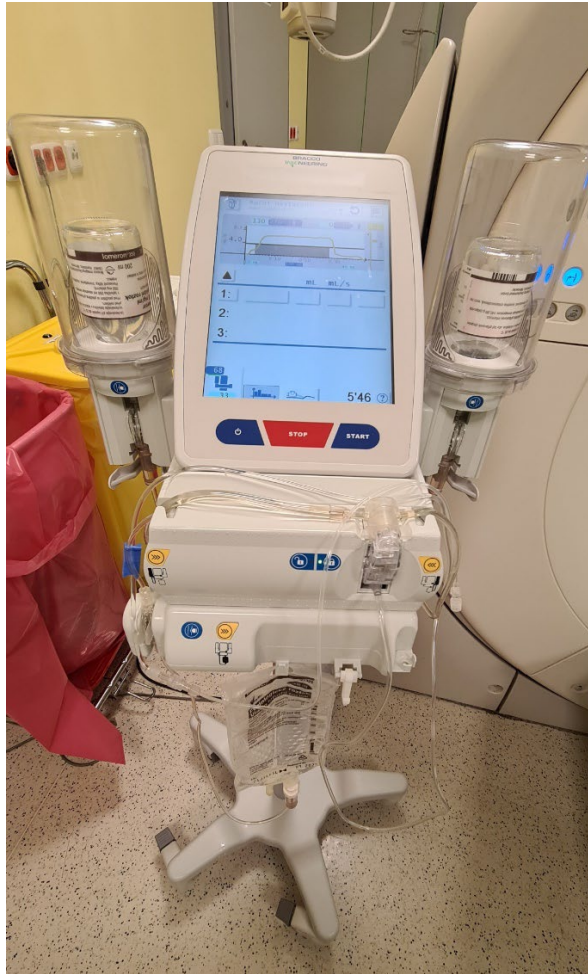
- Pozitivní KL

- a) Jodové kontrastní látky

Tyto preparáty se nejčastěji aplikují nitrožilně. Chemicky se jedná o benzenové jádro, na které jsou navázány tři atomy jodu. Dělí se na pevné a olejové, které se již moc nevyužívají. Třetí skupinou jsou látky hydrosolubilní. Ty mají schopnost rozpouštět se ve vodě. Tato skupina se využívá nejvíce, avšak má vysoké riziko vedlejších nežádoucích účinků. Před aplikací jodové KL je nutné znát pacientovu anamnézu, zdali není alergický na jód. Pokud by byl alergický, je předem premedikován. Také musí podepsat informovaný souhlas [12].

- b) Baryové kontrastní látky

Základní složkou baryové KL je síran barnatý ( $\text{BaSO}_4$ ). Tyto látky se ve formě suspenze využívají k vyšetření trávicí trubice. Obsahují i chuťová korigencia či stabilizátory, které brání sedimentaci. Nejvyužívanější baryový preparát je Micropaque. Podáváme je samostatně či jako dvojkontrast v kombinaci s negativními KL. Baryové kontrastní látky se hojně využívají, jelikož ve většině případů nenastávají žádné vedlejší účinky. Nesmí však proniknout mimo trávicí trubici. U pacientů s podezřením na perforaci trávicí trubice podáváme jodovou kontrastní látku [12; 16].



Obrázek 6 - Automatický injektor (zdroj vlastní)

### 3.3.2.3 CT polytrauma protokol

CT se stala převládající vyšetřovací metodou u polytraumat. Je to hlavně díky dostupnosti, rychlosti vyšetření, absenci kontraindikací a také z ekonomického hlediska [17].

Při diagnostice a zobrazování polytraumatu je nutné vycházet z definice polytraumatu. Jedná se o poranění minimálně dvou tělních systémů, z toho jedno poranění nás ohrožuje na životě. Proto je nutné znát i speciální vyšetření a protokoly na CT. U polytraumat se používá tzv. CT polytrauma protokol. Tento protokol se skládá z nativního vyšetření mozku a krční páteře. Jodovou kontrastní látkou, která se podá i.v., je pak zobrazen hrudník, břicho a pánev.

Provádí se také MPR páteře v sagitální rovině a hrudník s břichem v koronální rovině [12].

Kód vyšetření : 89611	
Indikace:	<b>CT polytrauma</b>
Příprava pacienta:	Podezření na polytrauma
Uložení pacienta:	0
Typ KL:	vleže na zádech
Množství KL:	neonická jodová kl. iv. 80 ml 3 ml/sec
Rychlost aplikace:	viz výše.
Zpoždění:	viz výše.
Instrukce nemocnému:	Aorta Surestart 180 HU nehybat se, nadechnout a nedýchat, v případě, že nelze vydržet v nádechu, pouze mělké dýchání
Vyšetřovací protokol:	1) nativně: Mozek a C páteř 2) Polytrauma
Topogram: (LAT)	Napětí 120 kV Směr out Proud 50 mA Filtr Sharp (FL03), Délka 1000 mm Úhel 0°
Topogram: (AP)	Napětí 120 kV Směr in Proud 50 mA Filtr Sharp (FL03), Délka 1000 mm Úhel 90°
Rozsah vyšetřované oblasti:	1) hlava a krční páteř 2) od base lební po symfýzu v arteriální fázi
Následující parametry se vztahují na 2) polytrauma, mozek a C páteř viz protokol výše:	80 x 0,5
Kolimace:	
Pitch:	standard
kV:	120
mA:	SUREExp.3D
Rot. čas:	0,5 s
Směr:	Out
FOV:	individuální dle pacienta
Rekonstrukce – Volume 1 (z obou fází) + Rekonstrukce – MPR (ax, sag, cor) 3 mm šíře a 3 mm inkrement	Šířka řezu 1 mm Interval 0,8 mm DFOV 400 sureIQ Body - Std. Volume rek. Proces AIDR 3D standard FC 8 Boost 3D off OSR on Filtr off
Rekonstrukce – Volume 2 (pouze plíce) + Rekonstrukce – MPR (ax, sag, cor) 3 mm šíře a 3 mm inkrement	Šířka řezu 1 mm Interval 0,8 mm DFOV 400 sureIQ Lung - Std. Volume rek. Proces AIDR 3D standard FC 52 Boost 3D off OSR on Filtr off
Rekonstrukce – Volume 3 + Rekonstrukce – MPR (ax, sag, cor) 3 mm šíře a 3 mm inkrement	Šířka řezu 1 mm Interval 0,8 mm DFOV 400 sureIQ Lung - Bone Volume rek. Proces AIDR 3D standard FC 35 Boost 3D off OSR on Filtr off

Strana 35 z 3

Tento výstisk není součástí řízené dokumentace. Před použitím ověřte platnost dokumentu dle Intranetu!

16.2.20

Obrázek 7 - CT polytrauma protokol FN Motol (zdroj vlastní)

### 3.3.2.4 CT protokol – hlava a mozek

Poranění hlavy je jedním z nejzávažnějších v medicíně. Může se jednat o povrchové zranění, např. řezné rány či odřeniny, zlomeniny obličejového skeletu či poranění oka až o poranění, která poškodí samotný mozek. V současnosti je první volbou vyšetření nativní CT. To by mělo odhalit či vyvrátit krvácení do mozku a jeho obalů. Zanedbání mozkolebečního krvácení může vést až k úmrtí pacienta. Vyšetření se provádí ihned a podle stavu pacienta se může v rozmezích opakovat [4].

V dnešní době se jen zřídka provádí snímek lebky. Také magnetická rezonance se v prvotní diagnostice nevyužívá, třebaže je schopna odhalit časné intrakraniální patologické změny. Je to především pro delší čas vyšetření, horší dostupnost a vysokou cenu vyšetření pro akutní stavy. Můžeme ji však využít v pozdější diagnostice při menších změnách, které by na CT nemusely být vidět. U dětí do 1 roku je možné indikovat sonografii [16; 4].

Mezi příčiny traumatického poranění mozku řadíme dopravní nehody, pády z výše, nárazy do pevné překážky, úrazy při sportu či na stavbě či náhodné údery. Avšak primární poranění mozku není dostatečně posouzeno, jelikož k náhlému zhoršení stavu dochází vlivem sekundárních zranění, která vznikají v mozku jako důsledek zranění [4].

#### 3.3.2.5 CT protokol – páteř a mícha

Výpočetní tomografie je základní metodou při traumatu páteře. U vysokoenergetických úrazů páteře dochází k poranění obratlů, míchy meziobratlových plotének i vazů. S pacientem se musí manipulovat velmi opatrně, pokud neznáme přesnou diagnózu. CT vyšetření je u polytraumat první volbou. Ve většině případů se vyšetřuje pouze ohraničená část páteře, avšak díky MDCT je možné zobrazit celou páteř. To umožňuje získat data pro rekonstrukci z jednotlivých úseků páteře [16].

Při traumatech je velmi často vyžadováno CT vyšetření krční páteře společně s hlavou ve speciálním protokolu [12].

#### 3.3.2.6 CT protokol – hrudník

Trauma hrudníku vzniká především při dopravních nehodách. Dochází ke zlomeninám žeber a k poranění prakticky všech orgánů umístěných v hrudníku. Časté traumatické změny jsou pneumotorax či hemotorax, kontuze

plíce, poranění srdce či ruptura bránice a aorty. CT vyšetření hrudníku je prováděno u vážných traumat a je komplexním CT vyšetřením u pacientů s polytraumaty [16].

### 3.3.2.7 CT protokol – břicho, pánev

Poranění břicha patří k jednomu z nejvážnějších úrazů. Většinou k nim dochází při autonehodách. U pacientů s traumatem břicha je nutné myslet i na možnost poranění retroperitoneálních orgánů, tedy hlavně ledvin, popřípadě pankreatu či velkých cév. Traumata břicha mohou být spojena s poraněním pánve, hrudníku či páteře. CT vyšetření břicha je první volba u pacientů s polytraumatem, kteří jsou ve stabilizovaném stavu jako součást CT polytrauma protokolu [16; 4].

Poškození jater dělíme na rupturu a laceraci. Většinou dochází k nebezpečnému krvácení do dutiny břišní. Krvácení zjistíme na CT, když použijeme kontrastní látku. Ta se začne hromadit v hematomu. Slinivka břišní se standardně vyšetřuje výpočetní tomografií většinou společně s vyšetřením břicha. Rozsah vyšetření je od bránice k symfýze. Vyšetření sleziny je v traumatologii velmi důležité. Slezina je totiž velmi často postižena při tupých poraněních břicha. Na CT je při poranění sleziny obraz zakrvácené sleziny [12; 16].

### 3.3.3 Skiografie

Skiografie je vyšetřovací metoda, kdy vytváříme rentgenový snímek pacienta. V rentgence vzniká rentgenové záření, které prochází pacientovým tělem. V závislosti na typu tkáně, kterou prochází, se absorbují a zbylé či oslabené paprsky dopadají na záznamový materiál. Tímto registračním materiálem je fotografický film, na kterém po jeho vyvolání vzniká výsledný snímek vyšetřované oblasti pacienta. V dnešní době se však od vyvolání snímků upustilo

a nahradila je metoda přímé digitalizace. Zlepšila se tak kvalita snímků, snížila se dávka a vznikla možnost snímky zpětně upravovat [16; 17].

Rozlišujeme tedy dva základní typy zhotovení snímků. Prvním je nepřímá digitalizace, kdy se záření prošlé snímkováným objektem zachycuje na kazetu. Kazeta je poté vložena do čtecího zařízení, kde se latentní obraz převede do digitální formy. Celý tento proces trvá okolo 2 minut. Proto se mnohem více na pracovištích využívá metoda přímé digitalizace. Zde dochází k převodu dopadajícího rentgenového záření na elektrický digitální signál přímo v detektoru. Tato metoda je tedy mnohem rychlejší a snímek je dostupný za několik málo vteřin [16].



Obrázek 8 - Rentgen na urgentním příjmu ve FN Motol (zdroj vlastní)



### 3.3.3.1 Snímek hlavy

Základním vyšetřovacím postupem je prostý snímek lbi, avšak v dnešní době se provádí jen zřídka. Pakliže je podezření na poranění intrakraniálních struktur, indikuje se CT. U dětí do 1 roku lze indikovat sonografii [12; 16].

### 3.3.3.2 Snímek hrudníku

Při traumatech hrudníku je základní vyšetřovací metodou prostý snímek. Indikací je poranění plic, srdce, mediastina či hrudní stěny. U ležících pacientů se provádí snímky předozadní. Hodnotíme anatomii kostí a tkání, pátráme po volné tekutině a po známkách přítomnosti pneumotoraxu. Na snímku musí být zaznamenány obě plíce, a to od hrotů po bránice. Snímek by měl být symetrický [16; 17].

### 3.3.3.3 Snímek páteře

Při traumatech páteře se volí zobrazovací metoda dle jejich závažnosti. Je však nutné manipulovat s pacientem opatrně, pokud nevíme jeho diagnózu. U lehčích úrazů je první volbou rentgenový snímek. U většiny pacientů se provádí dva na sebe kolmé snímky [16].

### 3.3.3.4 Snímek pánve

Snímek pánve se provádí pro diagnostiku komplikovaných zlomenin, u kterých hrozí větší krevní ztráta. Provádí se předozadní projekce a vždy musí na snímku být celá pánev [19].

## 3.3.4 Magnetická rezonance (MR)

Princip magnetické rezonance spočívá v zobrazování tkání dle toho, jak se chovají v magnetickém poli. Pacient je umístěn do magnetické rezonance, kde na něj působí silné magnetické pole. Vyšle se krátký radiofrekvenční impulz

a po skončení se snímá magnetický signál. Ten vytvářejí jádra atomů vodíku přímo v pacientově těle. Výsledný signál se poté využívá k rekonstrukci obrazu [12].

U zobrazování magnetickou rezonancí se využívá fyzikálního jevu, kdy se jádra v atomech, které mají lichý počet protonů, chovají jako slabý magnet a při umístění do magnetického pole přijímají a vyzařují energii, a to ve formě elektromagnetického vlnění. Nejvýznačnějším atomem je vodík (H), jelikož se hojně vyskytuje v lidském těle. V jádře má pouze jeden proton, který se v MR využívá nejvíce. Abychom mohly získat data pro zobrazení, musíme protonům vodíku nejprve dodat energii. Po dodání energie protonům sledujeme, jak rychle ji v různých tkáních ztrácejí. Tomuto procesu, kdy protony energii ztratí a vrátí se do původního stavu, říkáme relaxace. Rozlišujeme dva na sebe nezávislé procesy – T1 a T2 relaxaci. Oba tyto procesy probíhají současně. Protonům se dodává energie ve formě radiofrekvenčních (RF) pulzů, kdy se do pacientova těla vysílají radiové vlny, které mají obdobnou frekvenci jako radiové či televizní vysílání. Na přijímacích cívkách, jež jsou umístěny na těle pacienta, zachycujeme signály vyslané z vyšetřovaného těla protony během jejich relaxace. Aby tento systém mohl fungovat, pacient musí být umístěn do silného magnetického pole. Abychom dosáhli co nejvyššího signálu, musíme mít v MR silné magnetické pole. Získáme tím i kvalitnější zobrazení [11].

U některých vyšetření je nutná aplikace kontrastní látky. V magnetické rezonanci se využívají gadoliniové KL, které se vážou na cheláty. Použitím kontrastní látky zvyšujeme sílu signálu vyšetřované oblasti. Tyto KL mají schopnost zkracovat oba relaxační časy [12].

Výhodou magnetické rezonance je výborné zobrazení měkkých tkání. MR také umožňuje zobrazit mozkové tepny, aniž bychom museli pacientovi aplikovat kontrastní látku. Vyšetření se provádí ve třech rovinách, a to v transverzální, sagitální a koronální. Velkou výhodou je také fakt, že magnetická rezonance pro zobrazení nevyužívá ionizující záření [12].

Absolutní kontraindikací MR vyšetření jsou kardiostimulátory či kardiovertery, pokud nejsou kompatibilní s MR. Dále také kovové předměty z feromagnetického materiálu v těle pacienta či kovová tělesa v oku. Relativní kontraindikací může být klaustrofobie, TEP, stenty či první tři měsíce těhotenství [12; 11].

Magnetická rezonance se u polytraumat standardně nevyužívá. Důvodem je cena i dlouhý čas vyšetření. Většinou je indikována k doplnění nálezů z CT při úrazech páteře. Zobrazuje změny na páteřním kanále a míše [12].



Obrázek 9 - Magnetická rezonance ve FN Motol (zdroj vlastní)

#### 3.3.4.1 Kontuze mozku

Kontuze mozku je velmi časté postižení, které však není pro pacienta život ohrožujícím stavem. Akutní vyšetření magnetickou rezonancí či výpočetní tomografií však kontuzi mozku nezobrazí hned. Lépe ji odhalí až pozdní kontrolní vyšetření, které se provádí za 24 až 48 hodin [22].

Na T1 váženém obraze se mozková kontuze zobrazuje jako defekt, který má snížený signál a místo se tak projevuje jako hyposignální. U T2 vážených obrazů se naopak kontuze mozku zobrazuje jako hypersignální. Pro zobrazování kontuze mozku je nejvhodnější využít sekvenci FLAIR. Tato sekvence totiž velmi dobře zobrazuje subarachnoidální krvácení [22].

#### 3.3.4.2 Difuzní axonální poranění (DAP)

Jedná se o mnohočetné nepatrné traumatické poškození axonů. Jedná se o jedno z nejzávažnějších poranění u traumat centrálního nervového systému. Je odpovědný za polovinu úmrtí při traumatech centrální nervové soustavy [22].

Difuzní axonální poranění je velmi těžké diagnostikovat, jelikož magnetická rezonance 80 % lézí neodhalí. Sekvence T1 váženého obrazu jen v málo případech lézi zobrazí. Většinou se jedná o malé defekty, které mají snížený signál. U T2 váženého obrazu a FLAIR se ložiska zobrazí častěji, a to se zvýšeným signálem. Zbylá čtvrtina difuzních axiálních poranění je doprovázena krvácením, která lze na magnetické rezonanci dobře rozpoznat [22].

#### 3.3.4.3 Epidurální hematom

Magnetická rezonance dokáže u epidurálního hematomu rozeznat na vnitřní ploše ložiska okraj tvrdé mozkomíšní pleny (tzv. dura mater). Ten se projeví

hyposignálně. V T1 váženém obraze je akutní stádium epidurálního hematomu se sníženým signálem, naopak subakutní fáze je se zvýšeným signálem. T2 vážený obraz zobrazuje akutní epidurální hematom naopak, tedy se zvýšeným signálem. Subakutní fáze je se sníženým signálem. [22].

#### 3.3.4.4 Akutní subdurální hematom

Na T1 váženém obraze se akutní stádium subdurálního hematomu projeví jako hyposignální. U T2 váženého obrazu jako hypersignální. Síla signálu se mění s postupně se měnícím hematodem [22].

#### 3.3.4.5 Subarachnoidální krvácení

K diagnostice subarachnoidálního krvácení pomocí magnetické rezonance nejvíce využíváme sekvenci FLAIR. V této sekvenci se totiž zobrazí zvýšený signál v mozkových cisternách a také u sulků. T1 vážený obraz a T2 vážený obraz nejsou v diagnostice subdurálního krvácení efektivní [22].

#### 3.3.4.6 Subdurální a epidurální krvácení, traumatická míšňí léze

CT a rentgenové vyšetření jsou v tomto případě dominantními diagnostickými metodami. Magnetická rezonance se využívá k upřesnění a doplnění diagnostiky. Může se však vyskytnout situace, kdy CT vyšetření ani rentgenový snímek nezobrazí žádnou patologii, a naopak ji prokáže až indikovaná magnetická rezonance. Ta také dokáže vypátrat krvácení do epidurálního prostoru a míchy. Na T1 váženém obraze se patologie zobrazí hyposignálně. Na T2 vážených obrazech pak hypersignálně [22].

### 3.3.5 Angiografie (AG)

Angiografie je metoda, díky které můžeme zobrazovat cévní řečiště. K zobrazování se využívají neinvazivní a invazivní techniky. Mezi ty neinvazivní

řadíme CT a MR angiografii a dopplerovskou ultrasonografií. Vyšetření se provádí na speciálních pracovištích, tzv. angiografických sálech. Zde musí být vybavení nezbytné k provádění výkonů. Jedná se o angiografický komplet, který je důležitý pro kontrolu zaváděného instrumentária do cévního řečiště. Díky pohyblivému C-ramenu, na kterém je umístěna rentgenka a detektor, můžeme provádět skiaskopii i snímkování. Důležitý je také volně pohyblivý stůl (plovoucí deska), na který je umístěn pacient [16].

U většiny angiografických vyšetření se využívá techniky digitální subtrakční angiografie (DSA). Jedná se o digitalizaci skiaskopického obrazu a počítačovou subtrakti obrazů, která se provádí před a po podání kontrastní látky. Dochází tak k odstranění nežádoucího pozadí a výsledkem je pouze zobrazení cévního řečiště [16].

V traumatologii jsou základním pilířem urgentní terapeutické metody. Při posttraumatickém krvácení se využívá arteriální embolizace. Ta je první volbou u traumatu pánve a retroperitoneálního krvácení. Výkon je spjat s předešlým vyšetřením na CT, na kterém je prokázáno aktivní krvácení, v případě jeho přítomnosti. CT dokáže přesně stanovit, u jakého typu poranění bude nutné provést hemostatickou arteriální embolizaci [16].

## 4 METODIKA

Praktická část bakalářské práce se zabývá počtem vyšetření pacientů s diagnózou polytraumatu ve Fakultní nemocnici v Motole. V práci jsou uvedeny zvlášť vyšetření polytraumatu u dětských pacientů a dospělých pacientů. Sběr dat o počtech vyšetření probíhal za časové období od 1.1.2015 do 31.12.2020. Údaje byly získány z programu UNIS. Do systému UNIS mi byl udělen přístup vedoucím mé práce. Po vpuštění do systému bylo nutné vybrat pracoviště, ze kterého budou data získávána. Nastavila jsem si tedy kliniku zobrazovacích metod dospělou část. Po vybrání pracoviště jsem si v kolonce výpisů zvolila ikonku *pacienti dle DG na prac.*, ve které se uvádí počet všech pacientů dle jejich diagnózy. Po vybrání bylo nutné zadat časové rozmezí, ze kterého chceme vytvořit seznam všech pacientů. Zadala jsem tedy zvolené období, tedy 1.1.2015 až 31.12.2020. Po vybrání data bylo nutné zadat kód zvolené diagnózy. Zadala jsem tedy požadované kódy, kdy se mi následně zobrazil seznam všech pacientů s polytraumatem. Stejným postupem jsem získala data o dětských pacientech. Musela jsem ale vybrat jiné pracoviště, a to kliniku zobrazovacích metod – dětská část.

Následně bylo zjišťováno, jaký celkový počet vyšetření proběhl pomocí tří základních zobrazovacích modalit – výpočetní tomografií, rentgenu a ultrazvuku. Abych získala počty jednotlivých zobrazovacích modalit, bylo nutné ze získaných seznamů použít jednotlivá rodná čísla pacientů. Ta jsem poté musela po jednom zkopírovat a vložit je do kolonky *id. žádanky*, po rozkliknutí záložky *historie*. Získala jsem tak kompletní seznam všech provedených vyšetření u jednotlivých pacientů. Zde bylo uvedeno, o jaké vyšetření se jednalo při polytraumatu. Tuto získanou informaci jsem si zapsala u každého pacienta a po sečtení jednotlivých modalit jsem získala nejen samotné počty u jednotlivých vyšetření, ale i celkový počet pacientů,

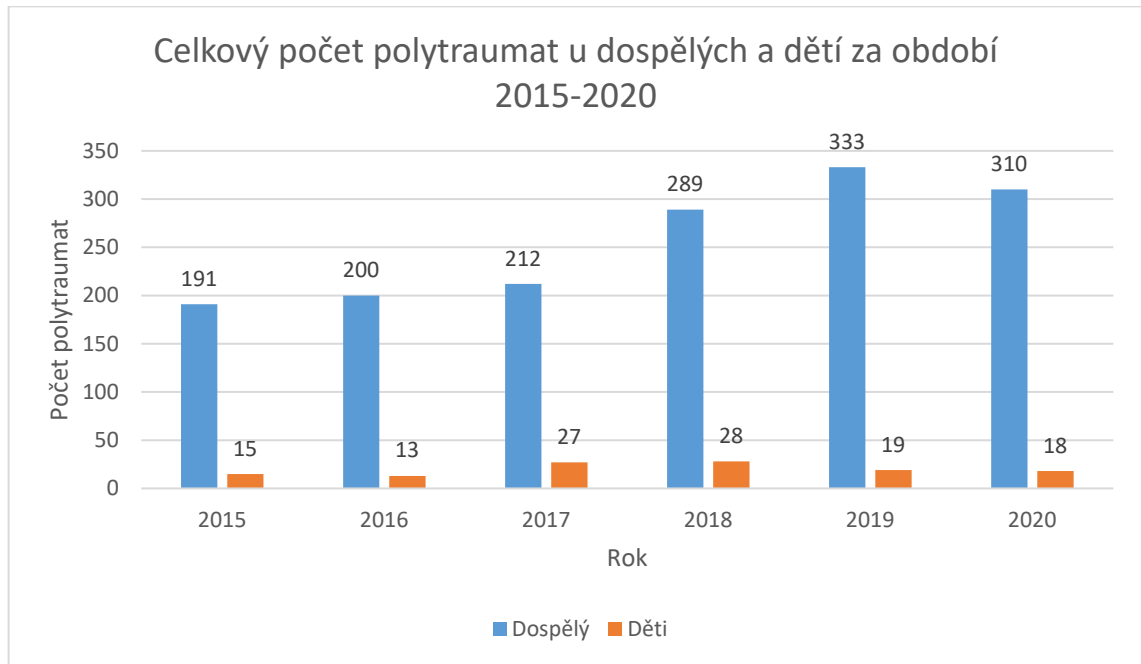
u kterých byla indikována jedna z uvedených tří modalit. Získaná data byla zanesena do předem připravené tabulky v programu Microsoft Excel, z nichž byl vytvořen přehledný graf.

Jelikož je při vyšetření polytraumat zvolena vždy jiná zobrazovací modalita, zaměřila jsem se na to, jaká zobrazovací metoda byla zvolena jako první vyšetření. V systému UNIS jsem si opět otevřela jednotlivé složky pacientů. V seznamech bylo vždy uvedeno datum, kdy byl pacient s polytraumatem přivezen. Pod tímto datem byla vždy zapsána všechna provedená vyšetření. Abych tedy získala informaci, které vyšetření se provedlo jako první, bylo nutné si každé to jednotlivé vyšetření, které se pacientovi provádělo, rozkliknout. Po rozkliknutí se objevila lékařská zpráva, kde byl uveden i čas vyšetření. Podle časů jsem tedy zjistila, které vyšetření se pacientovi provedlo jako první. Diagnóza u těchto pacientů byla T07 a T068 (ve FN Motol mají přiřazené dva kódy k označení polytraumatu). Tím jsem tedy získala seznam pacientů, u kterých byl proveden polytrauma protokol. Ne všichni pacienti, kteří byli uvedeni pod těmito kódy diagnózy měli polytraumatické zranění, neboť ve Fakultní nemocnici v Motole pod tímto kódem zobrazují i pacienty, kterým byl indikován celotělový CT protokol k zobrazení celého těla pacienta. Tento protokol se využívá například u onkologických pacientů k zobrazení metastatického onemocnění. Nejedná se však pacienty o pacienty s polytraumatem. Proto jsem ze získaných údajů a dat procházela jednotlivé pacienty a ze zápisu o provedených vyšetřeních získávala informace o tom, zda se jednalo o pacienta s polytraumatem či nikoliv. Následně jsem získala informace o skutečných počtech vyšetření polytraumat. U dětí se jednalo o 120 pacientů s polytraumatem, u dospělých se jednalo o 1535 pacientů s polytraumatem. Jednotlivé počty dětských a dospělých pacientů s polytraumaty jsem zanesla do předem připravené tabulky v programu Microsoft Excel. Z těchto hodnot jsem vytvořila přehledný graf.



## 5 VÝSLEDKY

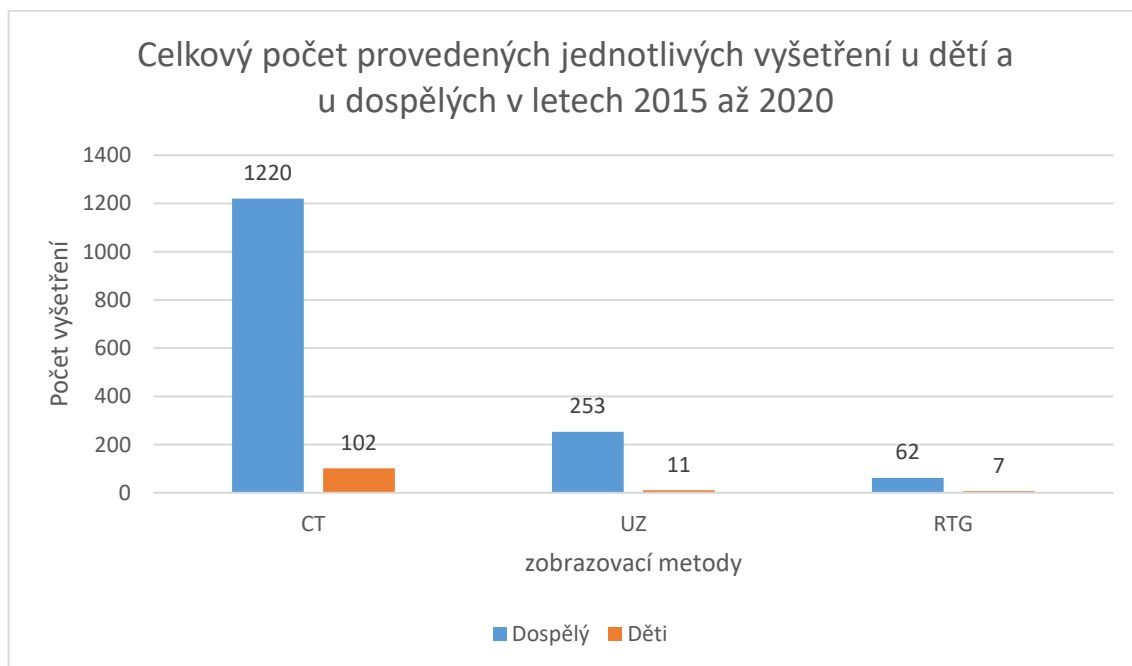
Obrátek 11 popisuje celkový počet polytraumat u dětských a dospělých pacientů za období od roku 2015 do roku 2020.



Obrátek 10 - Celkový počet polytraumat u dospělých a dětí za období 2015 až 2020

V období od 1.1.2015 do 31.12.2020 bylo na urgentním příjmu ve Fakultní nemocnici v Motole přijato celkem 1655 pacientů. Z tohoto celkového počtu bylo 1535 dospělých pacientů a 120 dětských pacientů. Na obrázku jde vidět, že počty dospělých pacientů s polytraumatem stoupá. U dětských pacientů byl nárůst v roce 2017 a 2018. V posledních dvou letech však jejich počty mírně klesly.

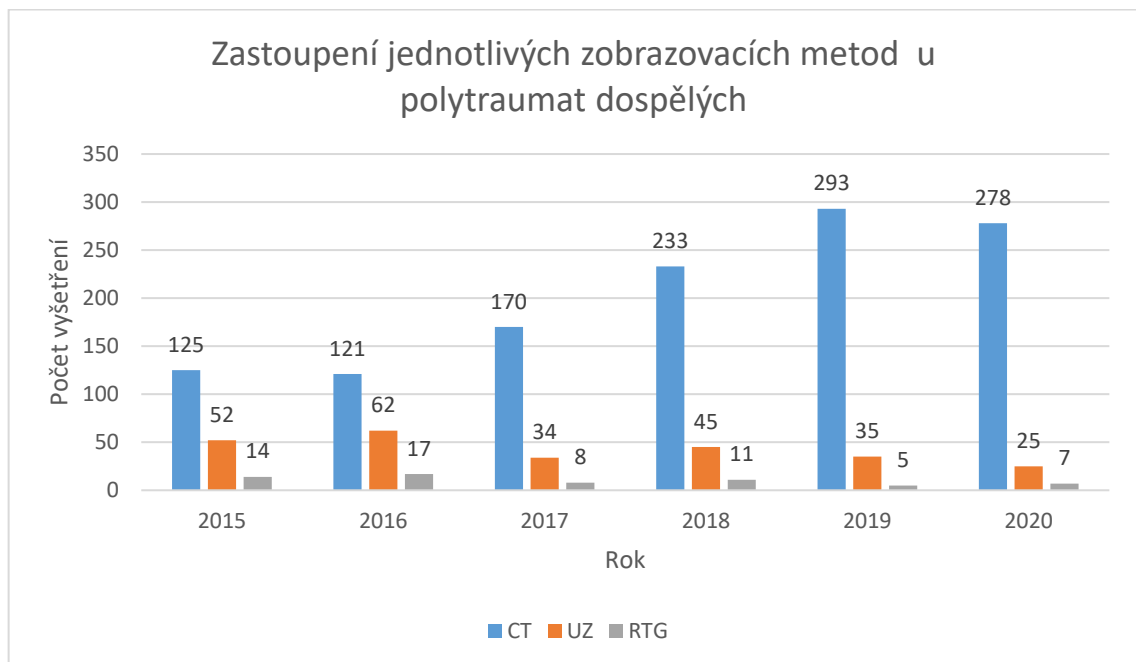
Obrázek 11 popisuje celkový počet provedených jednotlivých diagnostických modalit u dětských a dospělých pacientů za období od roku 2015 do roku 2020.



Obrázek 11 - Celkový počet provedených jednotlivých vyšetření u dětí a dospělých v letech 2015 až 2020

Při celkovém počtu 1655 vyšetření u dospělých pacientů a dětských pacientů, bylo u dospělých pacientů provedeno 1220 CT vyšetření, 253 ultrazvukových vyšetření a 62 rentgenů. U dětí je zastoupení jednotlivých zobrazovacích metod následující: 102 CT vyšetření, 11 provedených ultrazvuků a 7 provedených rentgenových vyšetření.

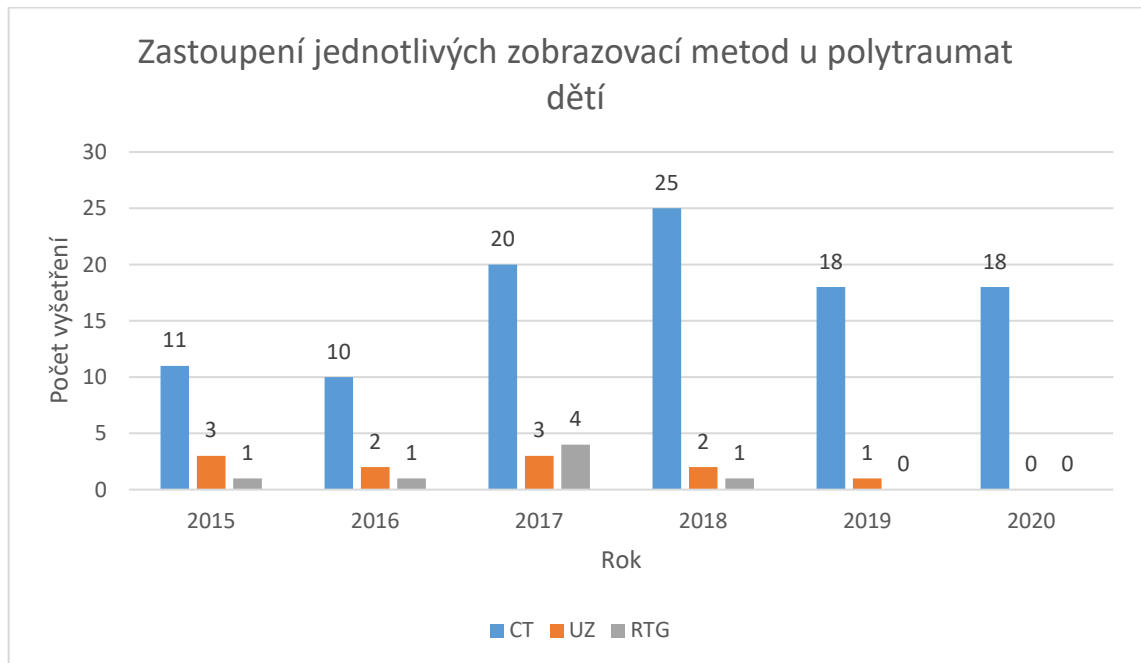
Obrázek 12 porovnává počty jednotlivých zobrazovacích modalit provedených za roky 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 a 2020 u dospělých pacientů s polytraumatem.



Obrázek 12 - Zastoupení jednotlivých zobrazovacích metod u polytraumat dospělých

Na tomto obrázku je patrné, že u dospělých pacientů s polytraumatem je nejvíce indikováno CT vyšetření. Počty vyšetření v jednotlivých letech stoupají na úkor ultrazvuku či rentgenu. Jejich využívání naopak velmi klesá. Dle obrázku se ultrazvukové vyšetření využívá už jen minimálně. Také prvotní vyšetření ultrazvukem už není hojně používáno. V roce 2020 se vykonalo pouze 7 rentgenových vyšetření.

Obrázek 13 porovnává počty jednotlivých zobrazovacích modalit provedených za roky 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 a 2020 u dětských pacientů s polytraumatem.



Obrázek 13 - Zastoupení jednotlivých zobrazovacích metod u polytraumat dětí

U tohoto obrázku je patrné, že CT vyšetření je nejvíce využívanou zobrazovací modalitou u zobrazování polytraumat u dětských pacientů. Od roku 2015 do roku 2018 CT vyšetření značně stouplo. V posledních dvou letech však mírně pokleslo a zůstává na stejné hodnotě. V roce 2020 nebylo provedeno žádné ultrazvukové ani rentgenové vyšetření. Jejich využití se od roku 2015 do roku 2020 postupně zmenšovalo.

## 6 DISKUZE

V diskuzi se zabývám porovnáním a vyhodnocováním výsledků dat, které jsem zpracovala během vypracování praktické části bakalářské práce. Data byla sbírána za období od 1.1.2015 do 31.12.2020.

Prvním cílem práce bylo určit, kolik se ve Fakultní nemocnici v Motole diagnostikovalo polytraumat u dospělých a kolik u dětí. Výsledky uvedené v obrázku 10 ukazují, kolik dospělých a kolik dětí bylo v jednotlivých letech. V roce 2015 bylo na urgentním příjmu ve FN Motol přijato 191 dospělých a 15 dětských pacientů. Během let pak pacientů z obou skupin přibývalo. Nejvíce polytraumat u dospělých bylo zaznamenáno v roce 2019, kdy evidujeme 333 pacientů s polytraumatem. O rok později počet mírně klesl. Dětská polytraumata byla v největší míře evidována v letech 2017 a 2018, poté počty klesají. Celkem tedy bylo v letech 2015 až 2020 evidováno 1655 polytraumat, z toho 1535 u dospělých a 120 u dětí.

Výsledná data mě nepatrně překvapila. 1655 pacientů se mi za 6 let zdá jako malý počet. Avšak beru v potaz to, že Fakultní nemocnice v Motole není jediným traumacentrem v Praze. Co se týče nárůstu počtu pacientů v jednotlivých letech, ať už se jedná o dospělé či děti, přisuzuji ho stále narůstající dopravě. Stále více lidí jezdí osobním vozem, houstne doprava, a tak není divu, že přibývá i dopravních nehod. Je důležité také zmínit fakt, že lidé často spěchají či se nevěnují řízení, a i to má za následek přibývání pacientů s polytraumatem. 120 dětských polytraumat můžeme považovat za malé množství. Přesto by čísla mohla být ještě nižší.

## Studie a výsledky jiného autora

V České republice byla provedena obdobná studie v roce 2019 [10]. Autorka ve své práci s názvem *Role radiologického asistenta při diagnostice polytraumatizovaného pacienta* mimo jiné uvedla přehled o počtu pacientů s polytraumatem za roky 2013 až 2017. V tabulce 2 jsou shrnuty parametry uvedené studie porovnané s výsledky mých výsledků.

Tabulka 2 - Porovnání vybraných parametrů studie

Studie	Počet pacientů s polytraumatem za určité roky							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Bakalářská práce	-	-	191	200	212	289	333	310
Publikace [10]	261	319	327	352	345	-	-	-

Z tabulky 2 je patrné, že i autorka publikace má v období od roku 2013 do roku 2016 nárůst počtu pacientů s polytraumatem. Také z mých výsledků je zřejmý nárůst polytraumatizovaných pacientů. Pokud se zaměřím na roky, z nichž jsme obě čerpaly data, tak autorka publikace má v roce 2015 o 136 pacientů více. I v letech 2016 a 2017 zaznamenala více pacientů s polytraumatem.

Také se naše výsledky liší v celkovém počtu polytraumat za celé uvedené období. Sběr dat jsem provedla za období od roku 2015 do roku 2020. Celkový počet pacientů s polytraumatem činil 1655. Autorka porovnávané práce [10] provedla sběr dat za roky 2013 až 2017 a její celkový počet činil 1604 pacientů.

Autorka prováděla sběr dat v jiné nemocnici, za jiné celkové období, které bylo o jeden rok kratší, než z jakého období vycházely mé výsledky. Musím vzít v potaz i fakt, že nemocniční zařízení, ve kterém autorka publikace vyhodnocovala svá nasbíraná data, může mít odlišný postup při provádění polytrauma protokolu a jejich systém může fungovat odlišně.

Přestože se naše konečné výsledky liší pouze o 51 pacientů, z provedeného porovnání mám dojem, že se v posledních letech opravdu zvýšil počet pacientů s polytraumatem.

Druhým cílem práce bylo určit, jaká diagnostická modalita, po přepravě pacienta na urgentní příjem, bude indikována jako první. V obrázku 11 je patrné, že nejvíce indikovanou první metodou je CT. Mnohonásobně převyšuje počty provedených vyšetření ultrazvukem či rentgenem, a to jak u dětí, tak zejména u dospělých. 1220 provedených CT vyšetření u dospělých z celkových 1535. Dle výsledků je tedy zřejmé, že po příjezdu do FN Motol se u pacientů provádí jako první CT vyšetření. Vyšetření ultrazvukem bylo jako první volba vyšetření u dospělých indikováno jen 253 v případech a rentgenový snímek se prováděl pouze 62krát. U dětí je také první nejvíce volenou metodou výpočetní tomografie. UZ a RTG vyšetření bylo indikováno u 11, respektive 7 pacientů.

Obrázky 12 a 13 ukazují zastoupení zobrazovacích metod v jednotlivých letech. Z obrázku 12, který prezentuje výsledky u dospělých pacientů vyplývá, jak už potvrdily výsledky z obrázku 11, že počty CT vyšetření stoupají. V roce 2015 bylo provedeno 125 CT vyšetření. Oproti tomu jich nejvíce bylo uskutečněno o čtyři roky později. Naopak klesá počet ultrazvukových a rentgenových vyšetření.

Počet dětských pacientů vyšetřených pomocí CT také stoupá. Jak ukazuje obrázek 13, v roce 2018 bylo provedeno nejvíce CT vyšetření. V roce 2015

to bylo o 14 vyšetření méně. Rok 2019 přinesl menší úbytek, který stagnoval v následujícím roce. Zatímco v roce 2017 bylo indikováno RTG vyšetření u 4 pacientů, v roce 2020 se neprovedlo jediné rentgenové vyšetření, stejně jako vyšetření ultrazvukem.

Můj předpoklad, že u diagnostiky polytraumatu je jako první využitou zobrazovací metodou CT vyšetření, se mi z konečných výsledků potvrdil. Už samotná teoretická část mě utvrzovala v mé domněnce, jelikož se ve většině dostupné literatuře uvádí, že vyšetření výpočetní tomografií se využívá nejvíce. Samozřejmě beru v potaz skutečnost, že výsledky se týkají jen Fakultní nemocnice v Motole. Vyšetřovací postupy či protokoly o vyšetřování polytraumatizovaných pacientů se mohou v jednotlivých nemocnicích lišit.

Jak už jsem mnohokrát zmínila, CT vyšetření je dominantní vyšetřovací metodou v diagnostice polytraumatu. Teorií, proč tomu tak je, existuje mnoho. Dle mého názoru svou roli hraje vybavení a rozvržení urgentního příjmu. Ve Fakultní nemocnici v Motole mají přímo na urgentním příjmu CT přístroj. Nachází se hned vedle trauma boxů. Je tedy možné pacienta ihned převézt na CT vyšetření. To podle mého usouzení hraje velkou roli. Další skutečností je fakt, že CT vyšetření je levné, velmi přesné a pomocí speciálních protokolů je možné provést kompletní zobrazení pacienta.

Vyšetření ultrazvukem postupně upadá, avšak stále je v některých případech využíváno. Předpokládám, že je indikováno ve chvíli, kdy je u pacienta podezření na vnitřní krvácení, například po závažné dopravní nehodě. Nebo u nehody motorkáře, který je vymrštěn z motorky a přepadne přes řídítka.

Rentgenové vyšetření se dle mého názoru v dnešní době využívá jen u mála případů. Jde sice o levnou a rychlou metodu, avšak s vývojem modernějších, a hlavně výkonnějších zobrazovacích metod se postupně jeho uplatnění



zmenšuje. Pokud opravdu dojde k indikaci RTG vyšetření, tak se jedná o snímek hrudníku, respektive snímek srdce a plic. RTG však můžeme využít k diagnostice zlomenin u úrazů horních a dolních končetin.

### **Studie a výsledky jiného autora**

Autorka studie [23] prováděné v České republice v roce 2012 zkoumala a poté vyhodnocovala informace o využití ultrasonografie u diagnostiky polytraumat. Dále předkládala poznatky o významu prostých snímků u polytraumat a zkoumala možnosti výpočetní tomografie v diagnostice polytraumat.

Dle jejích výsledků, které jsou vyhodnoceny z poznatků odborné literatury, kterou použila pro napsání práce, je patrné, že prosté snímky jsou v poslední době vytěsňovány z důvodu modernizace a dostupnosti CT. Tato výsledná data autorky práce [23] jsou stejná, jelikož jak uvádím výše, z mých vyhodnocených dat vyplývá, že ultrazvuk se již téměř u diagnostiky polytraumat nevyužívá.

Autorka práce [23] dále ve svých výsledcích uvádí, že využití ultrasonografie u polytraumatizovaných pacientů hraje jednu z nejdůležitějších rolí. S tímto výsledkem nemohu příliš souhlasit. V minulých letech sonografie skutečně byla jednou z nejdůležitějších modalit u vyšetřování polytraumatu. Ovšem z mých vyhodnocených dat je patrné, že se sonografie využívá jen zřídka.

Další výsledek v autorčině práci [23] udává, že výpočetní tomografie u diagnostiky polytraumat je základní vyšetření. Tyto výsledky potvrzují ty mé, jelikož z mých konečných dat je zřejmé, že se výpočetní tomografie využívá u diagnostiky polytraumat nejvíce.

## 7 ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo určit, kolik polytraumat se u dospělých a dětí provedlo v období od 1.1.2015 do 31.12.2020 a také, jaká je první volba zobrazení polytraumat. Sbíráni dat probíhalo ve Fakultní nemocnici v Motole. Zvolených cílů se podařilo dosáhnout a výsledky byly uspokojující.

Výsledky ukázaly, že se shodují s informacemi uváděnými v odborných literaturách. Z výsledků je patrné, že je CT vyšetření v dnešní době nejvíce indikováno k diagnostice polytraumat. Jeho využití stoupá a dává tak zapomenout na doby, kdy se hojně využíval ultrazvuk či se provádělo rentgenové vyšetření.

Dále je z výsledků patrné, že narůstají počty pacientů s polytraumatem. Tato skutečnost bohužel odpovídá dnešní době. Výsledky pro mě proto nebyly překvapující.

Tato práce splnila má očekávání a podpořila můj předpoklad. Výsledná data mě také utvrdila v tom, že radiodiagnostika je obor, který prošel velkým vývojem. Rozšířila jsem si své dosavadní znalosti, dozvěděla se nové informace a doplnila je o praktickou stránku věci. Při získávání dat jsem měla možnost nahlédnout do dat z vyšetření jednotlivých pacientů. Zjistit, o jak závažné polytrauma se jednalo a také jaká byla první zvolená vyšetřovací metoda. Získané výsledky a informace mi pomohly sjednotit mé dosažené poznatky jak psaním práce, tak i při studiu na akademické půdě.

## 8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

3D – trojrozměrné zobrazení

4D – čtyřrozměrné zobrazení

CT – Computed Tomography (výpočetní tomografie)

DSA – Digitální subtrakční angiografie

FAST – Focused Assessment with Sonography for Trauma

FN – Fakultní nemocnice

HU – Hounsfieldovy jednotky

MR – Magnetická rezonance

PACS – Picture Archiving and Communication System

RTG – Rentgenové, rentgen

UZ – Ultrazvuk

## 9 BIBLIOGRAFIE

- [1] WENDSCHE, Peter a Radek VESELÝ. *Traumatologie*. Druhé, přepracované a rozšířené vydání. Praha: Galén, 2019. ISBN 978-80-7492-452-1.
- [2] DRÁBKOVÁ, Jarmila. *Polytrauma v intenzivní medicíně*. 1. vydání. Praha: Grada, 2002. ISBN 80-247-0419-6.
- [3] *Ošetrovatelská péče o pacienta s polytraumatem* [online]. Jihlava, 2015 [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://is.vspj.cz/bp/get-bp/student/40150/thema/4062>. Bakalářská práce. VYSOKÁ ŠKOLA POLYTECHNICKÁ JIHLAVA, Katedra zdravotnických studií.
- [4] MIŽENKOVÁ, Ludmila, Ivana ARGAYOVÁ a Jozef BUJŇÁK. *Obecná traumatologie pro nelékařské zdravotnické obory*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2022. Sestra (Grada). ISBN 978-80-271-4654-3.
- [5] *Ošetrovatelská péče o nemocnou s diagnózou polytrauma* [online]. Praha, 2008 [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/14093/130006220.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, 3. lékařská fakulta.
- [6] *SKÓROVACÍ SYSTÉMY A ALGORITMY V URGENTNÍ MEDICÍNĚ* [online]. Praha, 2021 [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: [https://is.vszdrav.cz/th/ouf63/Skorovaci\\_systemy\\_a\\_algoritmy\\_v\\_urgentni\\_medicine\\_88dvc.pdf](https://is.vszdrav.cz/th/ouf63/Skorovaci_systemy_a_algoritmy_v_urgentni_medicine_88dvc.pdf). Bakalářská práce. VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ, o. p. s., PRAHA 5.
- [7] PAPE, Hans-Christoph, Andrew PEITZMAN, Michael ROTONDO a Peter GIANNOUDIS. *Damage Control Management in the Polytrauma Patient* [online]. 2nd. Cham: Springer International Publishing, 2017, [cit.

2022-05-08]. ISBN 978-3-319-52429-0. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-319-52429-0

- [8] RASHID, Khalifa, Maaz ULLAH, Syed AHMED, Muhammad SAJID, Muhammad HAYAT, Bakht NAWAZ a Kiran ABBAS. Accuracy of Emergency Room Triage Using Emergency Severity Index (ESI): Independent Predictor of Under and Over Triage. *Cureus* [online]. 2021, **13**(12), 1-7 [cit. 2022-05-08]. ISSN 2168-8184. Dostupné z: doi:10.7759/cureus.20229
- [9] OŠETŘOVATELSKÁ PÉČE O PACIENTA S POLYTRAUMATEM [online]. Praha, 2015 [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: [https://is.vszdrav.cz/do/vsz/bakalarske\\_prace/Bakalarske\\_prace\\_v\\_akademickem\\_roce\\_2014-2015/Vseobecna\\_sestra\\_2015/NOVOTNA\\_SARKA/NOVOTNA\\_SARKA.pdf](https://is.vszdrav.cz/do/vsz/bakalarske_prace/Bakalarske_prace_v_akademickem_roce_2014-2015/Vseobecna_sestra_2015/NOVOTNA_SARKA/NOVOTNA_SARKA.pdf). Bakalářská práce. VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ, o. p. s., PRAHA 5.
- [10] *Role radiologického asistenta při diagnostice polytraumatizovaného pacienta* [online]. Kladno, 2019 [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/91179/FBMI-BP-2020-Krizova-Katerina-prace.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Bakalářská práce. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE, Fakulta biomedicínského inženýrství, Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva.
- [11] MALÍKOVÁ, Hana. *Základy radiologie a zobrazovacích metod*. 1. vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2019. ISBN 978-80-246-4036-5.
- [12] VOMÁČKA, Jaroslav. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4508-3.

- [13] *Vlastnosti rentgenového záření a jejich využití* [online]. Hradec Králové, 2017 [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/01ov3m/22101370>. Diplomová práce. Univerzita Hradec Králové, Přírodovědecká fakulta, Katedra fyziky.
- [14] *Rozptýlené záření u pojízdných rentgenových přístrojů* [online]. Liberec, 2013 [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: [https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/150474/V\\_01413\\_Zb.pdf?sequence=-1&isAllowed=y](https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/150474/V_01413_Zb.pdf?sequence=-1&isAllowed=y). Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci, Ústav zdravotnických studií.
- [15] KREUZBERG, Boris, Hynek MÍRKA, Milan NOVÁK, Roman BOSMAN a Roman KUČERA. Polytrauma z pohledu diagnostické a intervenční radiologie. *Česká radiologie*. Praha: Galén, 2008, **62**(1), 64-69. ISSN 1210-7883.
- [16] HEŘMAN, Miroslav. *Základy radiologie*. 1. vydání. V Olomouci: Univerzita Palackého, 2014. ISBN 978-80-244-2901-4.
- [17] SEIDL, Zdeněk. *Radiologie pro studium i praxi*. 1. vydání. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4108-6.
- [18] WALDAUF, Petr. Aplikace ultrazvuku u příjmu traumat a nejasných šokových stavů (FAST). *Anesteziologie a intenzivní medicína*. 2013, **24**(5), 332-338. ISSN 1214-2158.
- [19] CHMELOVÁ, J., V. DŽUPA a L. PLEVA. Diagnostika poranění pánve - role zobrazovacích metod u izolovaných traumat i polytraumat. *ACTA CHIRURGIAE ORTHOPAEDICAE ET TRAUMATOLOGIAE ČECHOSLOVACA*. 2008, **75**(2), 93-98. ISSN 0001-5415.
- [20] DURILA, Miroslav. *Point of care ultrazvuk u kritických stavů: Point of care ultrasonography in critical care*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2021. ISBN 978-80-271-3058-0.

- [21] BALÍK, Martin. Využití ultrasonografie u kriticky nemocného. *Anesteziologie a intenzivní medicína*. 2008, **19**(1), 54-61. ISSN 1214-2158.
- [22] SEIDL, Zdeněk a Manuela VANĚČKOVÁ. *Magnetická rezonance hlavy, mozku a páteře*. 1. vydání. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1106-5.
- [23] *Význam zobrazovacích metod v diagnostice polytraumat* [online]. Olomouc, 2012 [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: [https://theses.cz/id/ry3mbj/Michnova\\_Andrea\\_Vyznam\\_zobrazovacich\\_metod\\_v\\_diagnostice\\_.txt](https://theses.cz/id/ry3mbj/Michnova_Andrea_Vyznam_zobrazovacich_metod_v_diagnostice_.txt). Bakalářská práce. UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD.

## 10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Trauma Score [2] .....	20
Obrázek 2 - - Injury Severity Score [5].....	21
Obrázek 3 - Revised Trauma Score [2] .....	21
Obrázek 4 - Glasgow Coma Scale [5] .....	22
Obrázek 5 - CT na urgentním příjmu ve FN Motol <i>Vlastní zdroj</i> .....	33
Obrázek 6 - Automatický injektor (zdroj vlastní) .....	36
Obrázek 7 - CT polytrauma protokol FN Motol (zdroj vlastní) .....	37
Obrázek 8 - Rentgen na urgntním příjmu ve FN Motol (zdroj vlastní) .....	40
Obrázek 9 - Magnetická rezonance ve FN Motol (zdroj vlastní).....	43
Obrázek 10 - Celkový počet polytraumat u dospělých a dětí za období 2015 až 2020 .....	49
Obrázek 11 - Celkový počet provedených jednotlivých vyšetření u dětí a dospělých v letech 2015 až 2020.....	50
Obrázek 12 - Zastoupení jednotlivých zobrazovacích metod u polytraumat dospělých .....	51
Obrázek 13 - Zastoupení jednotlivých zobrazovacích metod u polytraumat dětí.....	52



## 11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 - Density některých tkání [12] .....	32
Tabulka 2 - Porovnání vybraných parametrů studie .....	54