

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Bc. Kollárová Šárka, DiS.

Výtěžnost RTG hrudníku u pacientů s infekcí Covid 19

Diplomová práce

Vedoucí práce: MUDr. Leoš Ungermann, Ph.D., MBA

Olomouc 2022

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

V Olomouci dne 19. 5. 2022

podpis.....

Bc. Šárka Kollárová, DiS.

Poděkování

Ráda bych poděkovala za aktivní pomoc při tvorbě mé diplomové práce především panu primáři MUDr. Leoši Ungermannovi, Ph.D., MBA a kolegům, kteří mi byli při tvorbě mé práce nápomocni a obrovský dík patří celé mé rodině, která mi byla velkou oporou po celou dobu studia.

ANOTACE

Typ závěrečné práce:	Diplomová práce
Téma práce:	Výtěžnost RTG hrudníku u pacientů s infekcí Covid 19.
Název práce v ČJ:	Výtěžnost RTG hrudníku u pacientů s infekcí Covid 19.
Název práce v ANJ:	Efficiency of Chest X-Ray in patients with Covid 19 infections.
Datum zadání:	2021-01-28
Datum odevzdání:	2022-04-30
VŠ, fakulta, ústav:	Univerzita Palackého v Olomouci Fakulta zdravotnických věd Ústav radiologických metod
Autor:	Bc. Kollárová Šárka DiS.
Vedoucí DP:	MUDr. Leoš Ungermann, Ph.D. MBA
Oponent:	MUDr. Radek Včelák

Abstrakt v ČJ:

Cílem této diplomové práce bylo zhodnotit výtěžnost RTG hrudníku u pacientů s onemocněním Covid-19. V teoretické části jsou popsány metody zobrazení hrudníku, typické radiologické nálezy v této anatomické oblasti a vlastní onemocnění Covid-19. Výzkumný soubor tvořili pacienti, kteří byli vybráni z nemocničního informačního systému s podmínkou vyšetření RTG hrudníku a CT, resp. HRCT hrudníku s maximálním časovým odstupem 24 hodin. Výběrovým kritériím vyhovělo 136 nemocných. Pomocí retrospektivního sběru dat a následného statistického zpracování bylo hodnoceno 5 hlavních hypotéz, které nám pomohly zhodnotit cíl práce. Z výsledku testování byla prokázána korelace s dostupným písemnictvím,

že detekce změn při Covid 19 infekci je na RTG statisticky nižší než na CT. Avšak podařilo se mi prokázat lineární souvislost se stupněm změn na RTG a na CT, která může mít význam v situaci, kdy je rozhodováno o léčbě.

Abstrakt v AJ:

The aim of this thesis was to evaluate the yield of chest X-rays in patients with Covid-19 disease. The theoretical part describes the methods of chest imaging, typical radiological findings in this anatomical area and the disease Covid-19. The research group consisted of patients who were selected from the hospital information system with the condition of chest X-ray and CT examination, resp. Chest HRCT with a maximum time interval of 24 hours. 136 patients met the selection criteria. Using retrospective data collection and subsequent statistical processing, 5 main hypotheses were evaluated, which helped us evaluate the aim of the work. The test result showed a correlation with the available evidence that the detection of changes in Covid 19 infection is statistically lower on X-ray than on CT. However, I have been able to demonstrate a linear relationship to the degree of X-ray and CT changes that may be relevant in a treatment decision.

Klíčová slova v ČJ: Covid 19, RTG hrudníku, HRCT plic, CT hrudníku

Klíčová slova v AJ: Covid 19, Chest X ray, computed tomography

Rozsah práce: 83 stran / 1 příloha

OBSAH

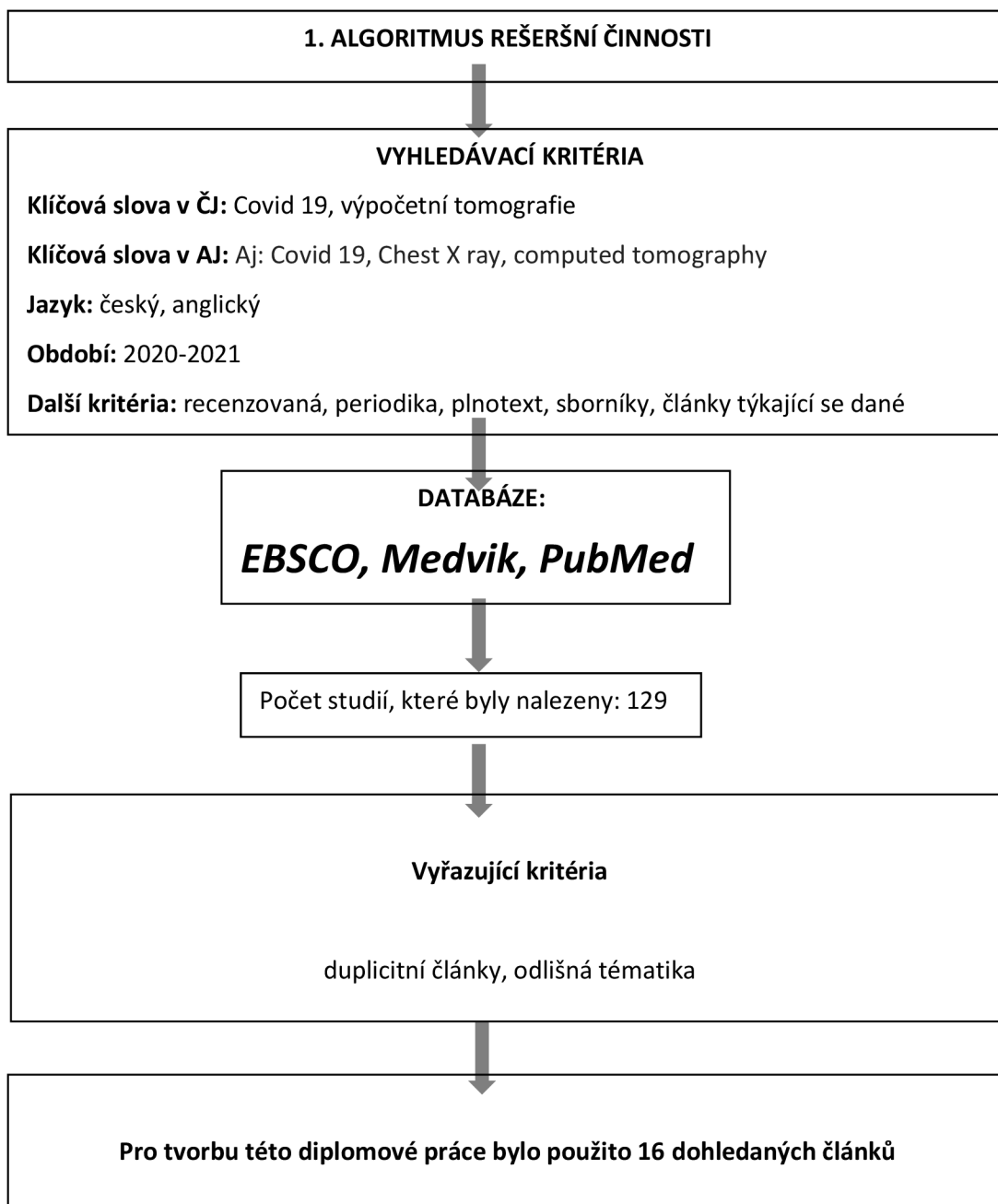
ÚVOD	8
1 REŠERŠE.....	9
TEORETICKÁ ČÁST	12
2 METODY ZOBRAZENÍ HRUDNÍKU.....	12
2.1 Historické metody zobrazení hrudníku.....	12
2.2 Přehled současných metod zobrazení hrudníku.....	13
3 RTG HRUDNÍKU	16
3.1 Princip RTG přístroje.....	16
3.2 RTG hrudníku, druhy vyšetření, příprava k vyšetření, provedení	18
4 VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE HRUDNÍKU	24
4.1 Princip výpočetní tomografie.....	24
Kontraindikace podání JKL	26
4.2 Druhy vyšetření hrudníku na CT	26
4.3 Indikace a kontraindikace k CT hrudníku, příprava k vyšetření.....	27
4.4 Provedení jednotlivých typů CT hrudníku.....	28
5 TYPICKÉ NÁLEZY NA RTG a CT HRUDNÍKU.....	31
5.1 Anatomický úvod.....	31
5.2 Typické nálezy na plicích při RTG hrudníku	35
5.3 Typické nálezy plic při HRCT plic.....	38
6 INFEKCE COVID-19	40
6.1 Teorie o původ viru.....	40
6.2 Shrnutí epidemiologie viru	41
6.3 Laboratorní diagnostika viru.....	41
6.4 Typické nálezy infekce virem na zobrazovacích metodách	42
6.4.1 RTG hrudníku.....	42
6.4.2 CT, HRCT hrudníku	44
6.5 Klinické příznaky při infekci virem Covid-19.....	45
6.6 Možnosti léčby infekce Covid-19 - přehled	47
6.6.1 Symptomatická terapie	47
6.6.2 Cílená terapii.....	48
VÝZKUMNÁ ČÁST	49
7 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY	49

7.1	Cíl práce:	49
7.2	Hlavní hypotézy:	49
7.3	Vedlejší hypotézy	49
8	SOUBOR PACIENTŮ A METODIKA VÝZKUMU	51
8.1	Charakteristika souboru	51
8.2	Sledované parametry u souboru.....	51
8.3	Zpracování dat	53
8.4	Charakteristika souboru	53
9	VÝSLEDKY	55
9.1	Hlavní hypotézy	55
9.2	Vedlejší hypotézy	59
9.2.1	Vztah ke kouření.....	59
9.2.2	Vztah k tělesné konstituci – BMI	61
9.2.3	Vztah k chronickému plicnímu onemocnění	64
9.2.4	Vztah k chronickým nemocem	65
9.2.5	Vztah k sociodemografickým údajům	66
10	DISKUZE.....	69
11	ZÁVĚR.....	74
	SEZNAM ZKRATEK	80
	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	81
	SEZNAM PŘÍLOH.....	83

ÚVOD

Koronavirové onemocnění (COVID-19) začalo náhle jako epidemie v čínském městě Wu-chan v listopadu roku 2019. Díky otevřeným hranicím, možnostem cestovat a počáteční neznalostí viru, se rychle rozšířil do celého světa a na jaře 2020 byl prohlášen Světovou zdravotnickou organizací za pandemii. Vědecké skupiny z Číny identifikovaly a sekvenovaly virus a bylo zjištěno, že se jedná o nový koronavirus s prokazatelnou shodou s koronaviry podobnými SARS od netopýrů a luskounů. SARS-CoV-2 patří mezi jednovláknové RNA viry, které infikují širokou škálu obratlovců. Tento virus se projevuje jako akutní respirační onemocnění a k typickým příznakům patří horečka, kašel, dušnost a únava. Byly popsány i některé atypické příznaky, jako ztráta čichu a chuti, bolest očí. Jako první a účinná se projevila preventivní strategie, která se zaměřila na snížení přenosu viru nošením roušek, dodržováním sociálního odstupu, mytím a desinfekcí rukou a trasováním kontaktů. Vláda vydala nespočet omezení, která nebyla vždy přijímána jak odbornou, tak zdravotnickou společností s respektem, ale vždy bylo cílem zamezit nekontrolovanému šíření viru v populaci, zamezit vniknutí do ohrožených skupin lidí (domovy důchodců, sociální služby) a zamezit přetížení zdravotnického systému. Této nechtěné situaci jsme se bohužel nevyhli. S postupem času se naše chápání COVID-19 měnilo a s vývojem vakcín a zavedením očkování, promořeností společnosti, mutací původního kmene viru, se postupně dařilo dostat virus pod kontrolu. Z prvních dostupných léků k cílené terapii patřil i.v. podávaný Remdesivir a Dexamethason. Léčba je primárně podpůrná, nicméně prognóza u pacientů s přítomností komorbidních onemocnění nebo v pokročilém věku, onemocnění se může velmi rychle zhoršit a vést ke komplikacím, jako jsou pneumonie, syndrom akutní respirační tísně, multiorgánové selhání a smrt. Radiologie hraje významnou roli jak v diagnostice, tak ve sledování pacientů.

1 REŠERŠE



Před provedením rešeršní činnosti a výběru tématu diplomové práce byla nastudována následující základní literatura.

Zahraniční e-zdroje:

Aljondi R, Alghamdi S. Diagnostic Value of Imaging Modalities for COVID-19: Scoping Review. *J Med Internet Res*. 2020 Aug 19;22(8):e19673.

Borakati A, Perera A, Johnson J, Sood T. Diagnostic accuracy of X-ray versus CT in COVID-19: a propensity-matched database study. *BMJ Open*. 2020 Nov 6;10(11):e042946.

Khatami F, Saatchi M, Zadeh SST et al. A meta-analysis of accuracy and sensitivity of chest CT and RT-PCR in COVID-19 diagnosis. *Sci Rep*. 2020 Dec 28;10(1):22402.

Jacobi A, Chung M, Bernheim A et al. Portable chest X-ray in coronavirus disease-19 (COVID-19): A pictorial review. *Clin Imaging*. 2020 Aug;64:35-42.

BARBOSA, C. S., Chaves GWOG, G. H. BACHION, C. K. CHI, G. G. CERRI, T. C. LIMA a H. J. LEE. COVID-19 pneumonia in the emergency department: correlation of initial chest CT findings with short-term outcome. *Emergency radiology* [online]. 2020, 27(6), 691-699.

VERNUCCIO, F., D. GIAMBELLUCA, R. CANNELLA, F. P. LOMBARDO, F. PANZUTO, M. MIDIRI a P. CABASSA. Radiographic and chest CT imaging presentation and follow-up of COVID-19 pneumonia: a multicenter experience from an endemic area. *Emergency radiology* [online]. 2020, 27(6), 623-632.

KWOK, H. M., S. C. WONG, T. F. NG, K. S. YUNG, W. H. LUK, K. F. MA a Chik TSH. High-resolution computed tomography in a patient with COVID-19 with non-diagnostic serial radiographs. *Hong Kong medical journal = Xianggang yi xue za zhi* [online]. 2020, 26(3), 248.e1-249.e3.

Výchozí publikovaná studie, původní práce na podobné téma v ČR:

FERDA J, Mírka H, Baxa J et al. Urgentní výpočetní tomografie při podezření na onemocnění COVID-19. *Ceska Radiologie*, 2020, 74(1): 577–583.

ČIVRNÝ, Jakub. Urgentní výpočetní tomografie při podezření na onemocnění COVID-19 a
Obrazový přehled CT nálezů v plicním parenchymu u COVID-19 - komentář. Česká radiologie.
2020, 74(2), 147.

FERDA, Jiří. Jaké jsou zkušenosti s diagnostikou COVID-19 v našich podmínkách pomalu
probíhající epidemie? - komentář. Česká radiologie. 2020, 74(2), 148-149.

NEDBAL, Pavel. Výpočetní tomografie při vyšetření pacientů s podezřením onemocnění
Covid-19. Praktická radiologie. 2020, 25(1), 8-9.

TEORETICKÁ ČÁST

2 METODY ZOBRAZENÍ HRUDNÍKU

2.1 Historické metody zobrazení hrudníku

Radiofotografie

Radiofotografie byla používána k řadovému snímkování plic obyvatelstva. Jak již vyplývá z názvu metody, jedná se o pořizování fotografií za pomoci záření. Radiofotografie je výstižnější než název štítkování nebo abreografie. Principem této metody bylo přefotografování obrazu z velké štítové fólie (za pomoci optického systému) na film malých rozměrů. Využíval se pás filmů o šířce 100 či 110 mm, byla používána i širší 70 milimetrů a v začátcích radiofotografie dokonce i širší 35 mm. Většinou se pracovalo s kompletní radiofotografickou jednotkou, která byla tvořena kabinkou pro stojícího vyšetřovaného. Z jedné strany byla nasazena radiofotografická kamera a z druhé strany rentgenka. Podlaha kabiny byla pohyblivá, takže bylo možné snímkovat plíce u různě vysokých lidí. RTG přístroj radiofotografické jednotky měl výkon 100 až 120kV a 200–300 mA. Laborant obsluhující přístroj mohl stát vedle radiofotografického zařízení nebo v ovladovně. Tyto zařízení byly často namontovány do autobusů, nákladních aut, železničních vagónů a byla převážena do míst, kde jich bylo zapotřebí. Pokud v těchto místech nebyly elektrické sítě, používaly se akumulátorové RTG přístroje. Filmy, které se využívaly, byly jednostranně polévané a citlivé na žlutozelené světlo štítové fólie. Pro vyvolání filmu se nejčastěji používaly Hansenovy nádoby, které zajistily vyvolání dlouhého pásu filmu. U zpracování filmu bylo nutné dávat maximální pozor, neboť chyba při zpracování způsobila znehodnocení snímků desítek až stovek osob, které musely být opětovně pozvány k vyšetření. Základní a zásadní nevýhodou radiofotografie byla poměrně vysoká radiační zátěž. Optika pohltila mnoho světla ze štítové fólie.¹

Bronchografie

Kontrastní zobrazení bronchiálního stromu v lokální či celkové anestezii. Do hlavního bronchu se zavede měkký katetr přes tracheu a aplikuje se vodná suspenze jodové kontrastní látky, která vytvořila jemný film na stěně bronchů. Vyšetření probíhalo pod skiaskopickou kontrolou. Bronchografie byla nahrazena výpočetní tomografií a bronchoskopií. Využívala se u pacientů s bronchopulmonálními malformacemi a bronchiektáziemi.^{2, 3}

Vrstvové snímky

Tomogramy sloužily k zjišťování dutin či kalcifikací v plicních infiltrátech. Zobrazovaly průběh a vzhled plicních cév a tracheobronchiální změny. Přehledné tomogramy celých plic odhalovaly malé jednotlivé nebo mnohočetné infiltráty, které nebyly zobrazeny na

přehledných snímcích. Tyto snímky byly nahrazeny CT vyšetřením. Řadu let byly tomogramy plic jedinou uznávanou metodou k posuzování postižení plic při chorobách z povolání např. azbestóza.³

2.2 Přehled současných metod zobrazení hrudníku

Prosté rentgenové vyšetření hrudníku

Jedná se o základní vyšetření indikované při podezření na onemocnění plic, srdce a mediastina.⁴ I přes vývoj nových vyšetřovacích metod si prosté rentgenové vyšetření hrudníku stále drží svůj původní význam. Základem vyšetření hrudníku zůstává snímek ve standardních projekcích – *zadopřední a bočné*. V minulosti patřily k těmto projekcím ještě šikmé snímky hrudníku, přeexponované snímky vleže, modifikované projekce v lordotické poloze.³ *Snímky jsou prováděny v nádechu*.⁴ Při traumatech se používají projekce předozadní, šikmé nebo bočné.⁶

Skioskopie hrudníku

Jedná se o doplňující, dnes málo používané, vyšetření, které bývá cíleno na vyšetřovanou lézi, na její tvar, velikost, homogenitu a případné pulzace. Její sledování při dýchacích pohybech může napomoci zjistit jaký má vztah k okolí (hrudní stěně, mezihrudí, srdci, bránici). Změny velikosti útvaru při dýchání přispívají k diferenciaci nálezů. Například objemná cystická bronchiektázie mění při dýchání svoji velikost, ale emfyzematózní bula či solidní útvar svoji velikost nemění. Cysta naplněná tekutinou se v nádechu někdy prodlužuje. Šikmé snímky jsou užitečné pro odprojikování překrývajících se struktur.³ Skioskopie může být také používána při kontrole polohy bronchoskopu.⁴

Ultrasonografie hrudníku

Vzhledem ke vzdušnosti plic jsou v této oblasti sonografické metody omezené.⁴ Ultrasonografie má své využití k vyšetření srdce a cév a pleurálních výpotků, jelikož dokáže kvantifikovat jeho množství a je schopna navést operátora k provedení bezpečné punkce.³ Tuto metodu můžeme také využít k zobrazení v oblasti horní hrudní apertury (u dětí ke zhodnocení thymu, k zobrazení retrosternální strumy, cév a uzlin v této oblasti). *Echokardiografie* má velmi důležitou roli při zobrazování srdce. Poskytuje morfologické a funkční informace. Vyšetření je prováděno parasternálně z oblasti srdečního hrotu přes mezižebří nebo subkostálně či transezofageálně.⁴

Angiografické metody

Diagnostická angiografie plicních cév je indikována zřídka, volí se spíše jako součást protokolu před intervenčním výkonem. *Arteriografie plicních tepen* je součástí lokální

trombolýzy u nemocných s prokázanou masivní plicní embolií. Pro vlastní diagnostiku embolie se využívá především CT angiografie. *Bronchiální arteriografie* se indikuje u nemocných s nejasnou hemoptýzou nebo při podezření na plicní cévní malformace.⁶ *Koronarografie* je prováděna u ischemických chorob srdečních a infarktu myokardu. Ostatní angiografické metody jsou indikovány spíše v případě potvrzení nálezu z jiných zobrazovacích metod těsně před provedením intervenčního výkonu (kardioangiografie, hrudní aortografie).⁴

Výpočetní tomografie

CT vyšetření se v posledních letech stalo rozhodující zobrazovací metodou v diagnostice onemocnění plic, mediastina, pleury, bránice i hrudní stěny. Mezi nejčastější indikace patří podezření na patologické změny zobrazené na prostém snímku. Tato vyšetřovací metoda je také používána při drenáži tekutinových kolekcí a při biopsiích nitrohručních lézí. CT vyšetření se provádí spirální technikou, obvyklá tloušťka rekonstruovaných vrstev je 3-5 mm. Na MDCT přístrojích dochází k rekonstrukcím na tenké skeny 0,5 – 1 mm a následně jsou prováděny kvalitní rekonstrukce v jiných rovinách. Standardem bývá zhotovení nativních skenů, případně doplněné vyšetření po intravenózní aplikaci bolu kontrastní látky. Kontrastní látka nám pomůže odlišit cévy od jiných struktur v mediastinu a v hledech plic. Její podání je nezbytné k vyšetření cév (plicní embolie, disekce, aneurysma). High-resolution CT (HRCT) se používá k vyšetřování difúzních intersticiálních plicních onemocnění. Toto vyšetření se provádí tenkými řezy (do 1 mm) a následně je zpracované rekonstrukčním algoritmem s vysokým prostorovým rozlišením. Multidetektorové CT stroje provádějí HRCT v celém rozsahu plicního parenchymu a následně je možné provést rekonstrukce obrazů v jiných rovinách než v původní, axiální. *CT angiografie* slouží především k diagnostice plicní embolie a patologických změn v hrudním úseku aorty. *Virtuální CT bronchoskopie*. Pomocí rekonstrukcí a složitého postprocessingu získáme statický i dynamický pohled do lumina trachey a bronchů. Tento obraz napodobuje obraz bronchoskopie. *CT vyšetření srdce*. Koronarografie hodnotí patologické změny na koronárních tepnách a dokáže posoudit významnost jejich stenóz. Využívá se také k zobrazení průchodnosti koronárních by – passů. Nativní vyšetření srdce nám umožní vypočítat hodnotu kalciového skóre.⁴

Magnetická rezonance

MR se v oblasti hrudníku uplatňuje méně. Hlavní indikací k tomuto vyšetření je MR vyšetření srdce ke zhodnocení viability myokardu, arytmogenní dysplazie pravé komory. Magnetická rezonance může být použita při tumorózním postižení v oblasti zadního mediastina, kde jsme schopni posoudit prorůstání tumoru do sousedních orgánů, např. tumor jícnu do aorty nebo perikardu a posouzení vztahu k páteřnímu kanálu.⁴

Radioizotopové metody

Zde má významnou roli *PET/CT*, které slouží především k diagnostice maligních procesů a k hodnocení aktivity v oblasti mediálních lymfatických uzlin a ze scintigrafických metod nesmíme opomenout *vyšetření srdce, perfúzní a ventilační skeny u plicní embolie*.⁴

Metody intervenční radiologie

V oblasti hrudníku se jedná především o biopsie patologických lézí a drenáže tekutinových kolekcí, které jsou prováděné pod CT, popřípadě skiaskopickou kontrolou. Z vaskulárních intervencí sem patří především angioplastiky a stenting koronárních tepen.⁴

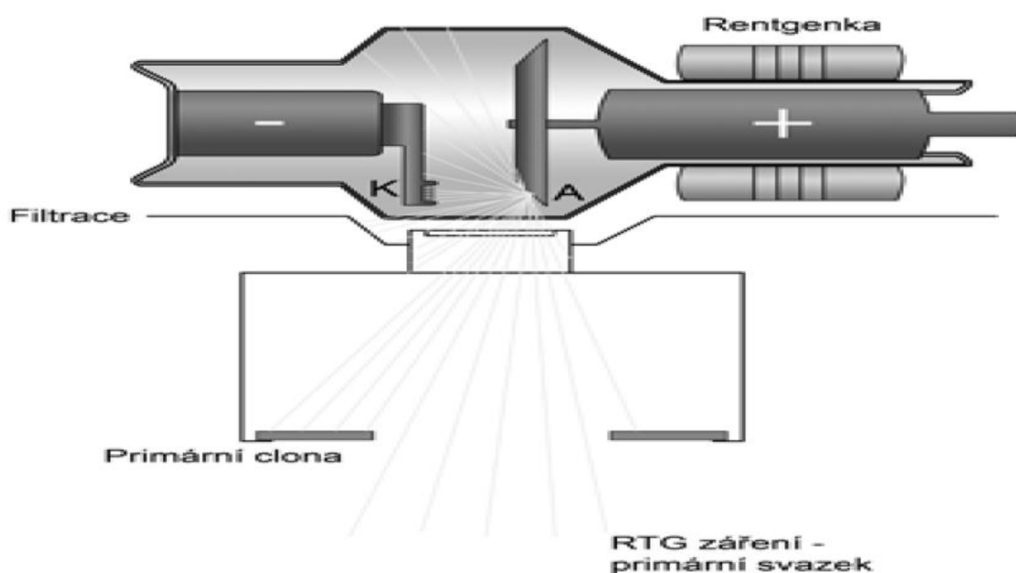
Po tomto jednoduchém přehledu lze tedy říci, že diagnostický algoritmus zobrazovacích metod u pacientů s klinickými známkami onemocnění hrudníku je vcelku jednoduchý. Zlatým standardem zůstává skiografie hrudníku, která je doplněna v indikovaných případech o CT či HRCT. Méně časté je využití ultrasonografie vzhledem ke vzdušnosti plic a je volena spíše k řešení pleurálního výpotku a na okraji stojí magnetická rezonance. Vždy je však nutné mít na mysli prospěch nemocného a zvážit, kterou vyšetřovací zobrazovací metodu je vhodné v rámci diagnostického algoritmu zvolit. Vždy by mělo být na prvním místě stanovení diagnózy.⁷

3 RTG HRUDNÍKU

3.1 Princip RTG přístroje

Zdrojem RTG záření je rentgenka. Elektrody rentgenky (katoda a anoda) jsou uloženy v evakuované skleněné trubici, kryté olověným obalem. Mezi rentgenkou a krytem rentgenky je vrstva oleje, která slouží jako chladicí médium. Po rozžhavení spirály katody se uvolní elektrony, které jsou pak pomocí vysokého napětí výrazně urychleny a dopadají na rotační anodu zhotovenou z materiálu o vysokém protonovém čísle (nejčastěji wolfram). Zde se jejich kinetická energie z 99 % mění na teplo a 1% na RTG záření. Díky tvaru anody je většina RTG záření nasměrována do výstupního okénka rentgenky (vyrobena z beryllia), kterým vychází ven v podobě primárního svazku záření, který je využíván pro diagnostiku. Při průchodu primárního svazku tělem pacienta vzniká sekundární (rozptýlené) záření, které se šíří všemi směry.⁶

Rentgenové záření je elektromagnetické vlnění o velmi krátké vlnové délce (10^{-8} - 10^{-12} m). Vlastnosti RTG záření: neviditelné, šíří se rychlostí světla, ve vakuu ubývá se čtvercem vzdálenosti, prochází hmotou, v níž se částečně absorbuje (absorpce záření závisí na složení hmoty a na kvalitě záření). Záření způsobí zčernání fotografického materiálu, dojde k tzv. fotochemickému efektu a vyvolání luminiscence a vzniku viditelného světla.²



Obrázek č.1: RTG schéma

Zdroj: MALÍKOVÁ, Hana. *Základy radiologie a zobrazovacích metod*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2019. ISBN 978-80-246-4036-5.16s.

Konstrukce rentgenového přístroje: rentgenka, systém filtrace, kolimační systém (primární clony), světelný lokalizační systém, sekundární clona (mřížka) a receptor obrazu (film, detektor). Filtry (z hliníku, mědi, cínu, beryllia, molybdenu či wolframu) slouží k odfiltrování měkkého RTG záření. Primární clony jsou uloženy mezi pacientem a rentgenkou a určují na jak velký prostor má svazek RTG záření dopadat. Sekundární clona eliminuje sekundární záření, (rozptýlené záření, k vznikající ve vyšetřovaném těle rozptylem) a je umístěna mezi pacientem a detektorem.⁸

Vzhledem k tomu, že rentgenka potřebuje pro svoji činnost stejnosměrný proud o vysokém napětí, je součástí RTG přístroje také generátor vysokého napětí a usměrňovač.

Digitální radiografie v posledních letech vytlačila klasické techniky snímkování za použití kazet s filmy. Důvod je prostý, digitalizace přináší mnoho výhod. Časová úspora, snížení radiační zátěže, možnost dodatečných úprav snímků, nezávislé prohlížení na více počítačích a archivace v digitální podobě. Snímky se zhotovují digitálně, a to buď přímou či nepřímou digitalizací.^{6,8}

Přímá digitalizace – DR je založena na principu přímého převodu RTG záření na digitální signál v plochém detektoru (flat panel), odpadá zde manipulace s kazetami a fóliemi. DR využívá matici detektorů převádějící záření přímo nebo přes viditelné světlo na elektrický signál, který je transformován do digitální podoby a dále zpracován.^{6,8}

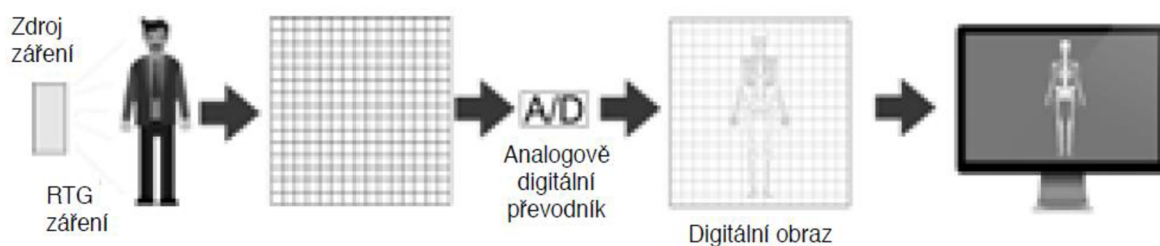


Obrázek č.2: Schéma nepřímá digitalizace

Zdroj: MALÍKOVÁ, Hana. *Základy radiologie a zobrazovacích metod*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2019. ISBN 978-80-246-4036-5.17s.

Nepřímá digitalizace – CR, RTG záření dopadá na kazetu s paměťovou fólií s citlivou vrstvou obsahující luminofory a ta je stimulována v závislosti na množství dopadnu záření. Po manuálním vložení osnímkované kazety do čtecího zařízení (CR čtečka) je obrazová informace dekódována. Ve čtečce je paměťová fólie skenována laserem a množství uvolněné energie v každém místě fólie je registrováno a převedeno do výsledné podoby digitálního obrázku.

Latentní obraz na paměťové fólii je poté laserem vymazán a kazeta je připravena pro opětovné použití.⁸



Obrázek č.3: Schéma přímé digitalizace

Zdroj: MALÍKOVÁ, Hana. *Základy radiologie a zobrazovacích metod*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2019. ISBN 978-80-246-4036-5.17s.

3.2 RTG hrudníku, druhy vyšetření, příprava k vyšetření, provedení

Jedná se o první a základní zobrazovací metodu k zobrazení onemocnění hrudníku. Prostý RTG snímek hrudníku je velmi často prováděné skiografické vyšetření, které nám poskytne důležité informace o stavu nitrohrudních orgánů, a to především plic, srdce a malého plicního oběhu. Dostupnost, rychlost provedení, cena výkonu a nízká radiační zátěž řadí stále tuto vyšetřovací metodu na první místo v zobrazování hrudníku.^{4,8}

Příprava pacienta

U klasického rentgenového vyšetření není nutná žádná příprava pacienta. Z obecných postupů je nutné jen zmínit identifikaci pacienta a kontrolu správnosti údajů na žádance o RTG vyšetření. Před provedením lékařského ozáření si pacient odloží oblečení z horní poloviny těla a všechny kovové předměty z místa oblasti zájmu. Je zapotřebí zamezit chybnému zastínění a znehodnocení výsledného RTG snímku. Pacienta radiologický asistent poučí o chování během expozice (nádech a zadržení dechu).

Aplikujícím odborníkem s klinickou odpovědností za odůvodnění je podle nové legislativy (Věstník MZČR 2019) radiologický asistent a posuzuje indikaci uvedenou na žádance. Vyšetření může zamítnout a žádanku předat k dořešení lékaři specialistovi se všemi důvody k zamítnutí.¹⁵

Zadopřední projekce (posteroanteriorní – PA)

Vstoje, pacient otočen zády k rentgence, naléhá hrudníkem na detektor, brada zvednutá, ruce v bok, či podél těla, ramena a lokty vytočené dopředu. Centrální paprsek míří mezi 4.- 5.hrudní obratel s ohniskovou vzdáleností 150 cm. Okraj detektoru (či kazety) je asi 3 cm nad okrajem ramen. Stranové označení.

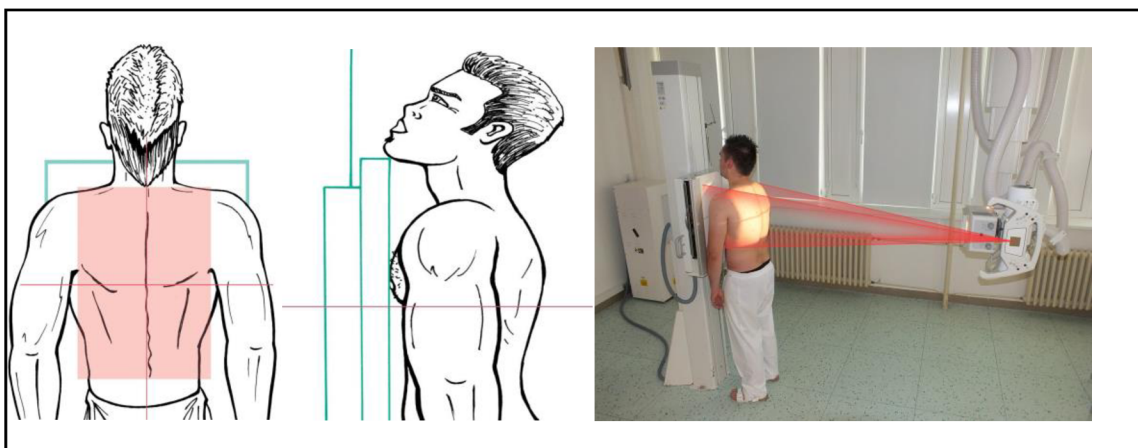
Snímek se provádí v maximálním nádechu a v nehybnosti. Je volena tvrdá snímková technika 120 - 130kV. Automatika. U 80 –110 kV bez přídavné filtrace, U 100 –150 kV s přídavnou filtrací.¹⁵

Na správně provedeném a exponovaném rentgenogramu hrudníku by měla být zobrazena pouze horní polovina hrudních obratlů. Celá obě plicní křídla, včetně hrotů a bráničních úhlů. Musí být viditelný stín mediastina a srdce. Lopatky oddáleny, klíční kosti v celém rozsahu.⁸



Obrázek č.4: Zadopřední projekce, RTG obraz

Zdroj: Archiv Pardubické nemocnice

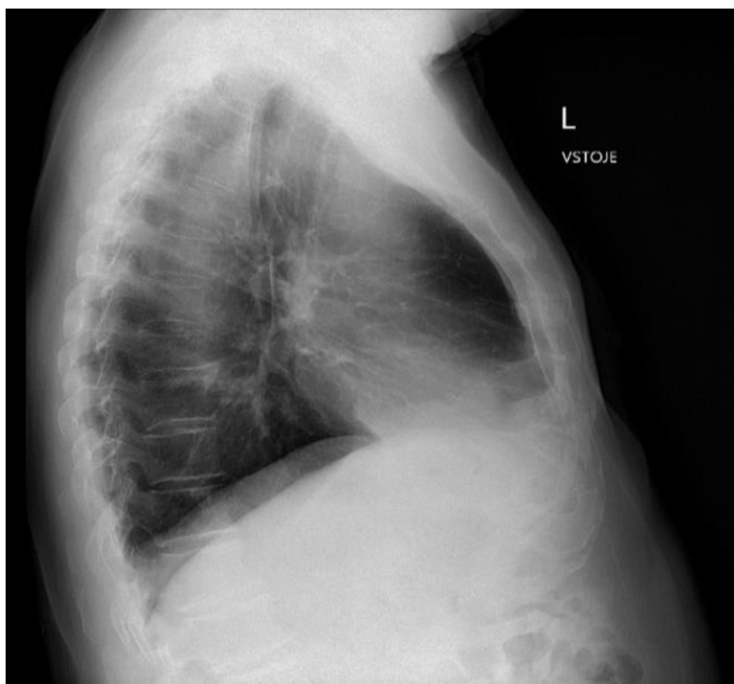


Obrázek č.5: Zadopřední projekce, ilustrace provedení

(Převzato a upraveno z *Obrazová příloha skiagrafičeských projekcí*, Fakultní nemocnice Hradec Králové, Bc. Štěpán Polgár MBA, DMA <https://intra1.fnhk.cz/kvalita-a-osetrovatelstvi/lekarske-ozareni>)

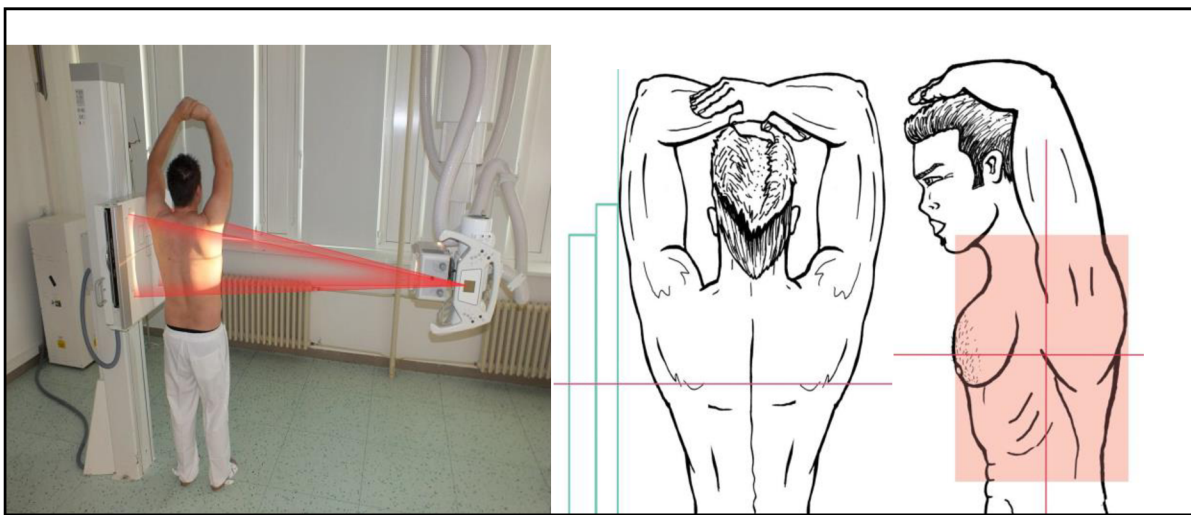
Bočná projekce (laterální)

Vstoje, pacient se vyšetřovanou stranou opírá o detektor, horní končetiny má zvednuté nad hlavu. Centrální paprsek míří horizontálně do středu hrudníku a detektoru. Snímek se provádí v maximálním nádechu a v nehybnosti pacienta. Snímek nám umožňuje zobrazit retrosternální a retrokardiální prostor.^{6,8} Nutné zobrazení plic od plicních hrotů až k bránici. Stranové označení. Vzdálenost ohnisko 150–200 cm. Automatika. U 80–110 kV bez přídavné filtrace, U 100 – 150 kV s přídavnou filtrací.¹⁵



Obrázek č.6: Bočná projekce, RTG obraz

Zdroj: Archiv Pardubické nemocnice

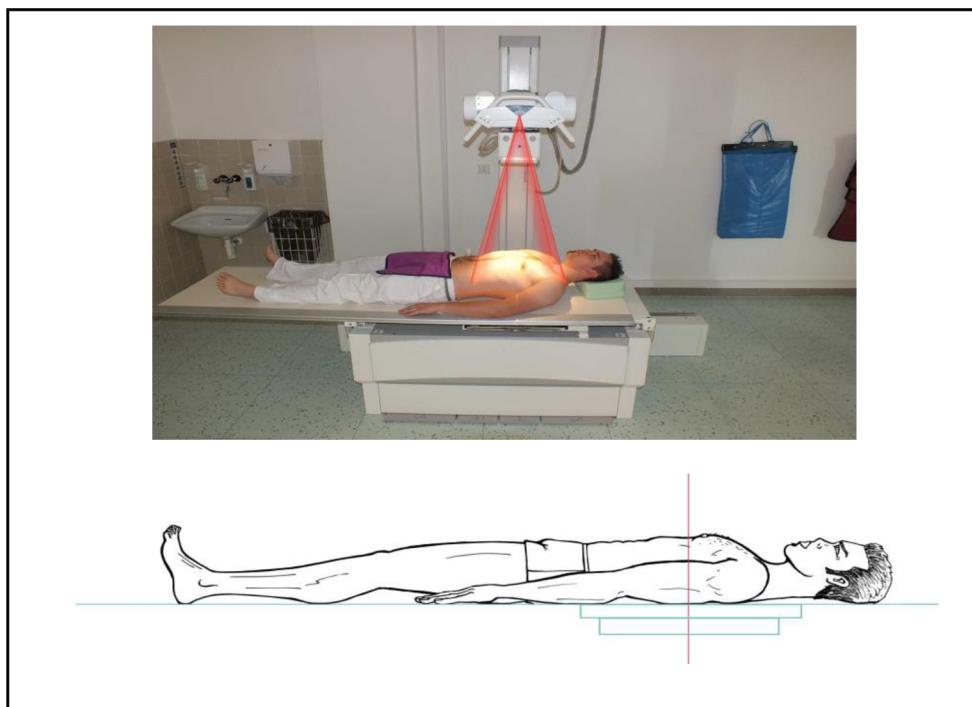


Obrázek č.7: Bočná projekce, ilustrace provedení

(Převzato a upraveno z *Obrazová příloha skiagrafičkových projekcí, Fakultní nemocnice Hradec Králové, Bc. Štěpán Polgár MBA, DMA* <https://intra1.fnhk.cz/kvalita-a-osetrovatelstvi/lekarske-ozareni>)

Předozadní projekce (anterioposteriorní – AP)

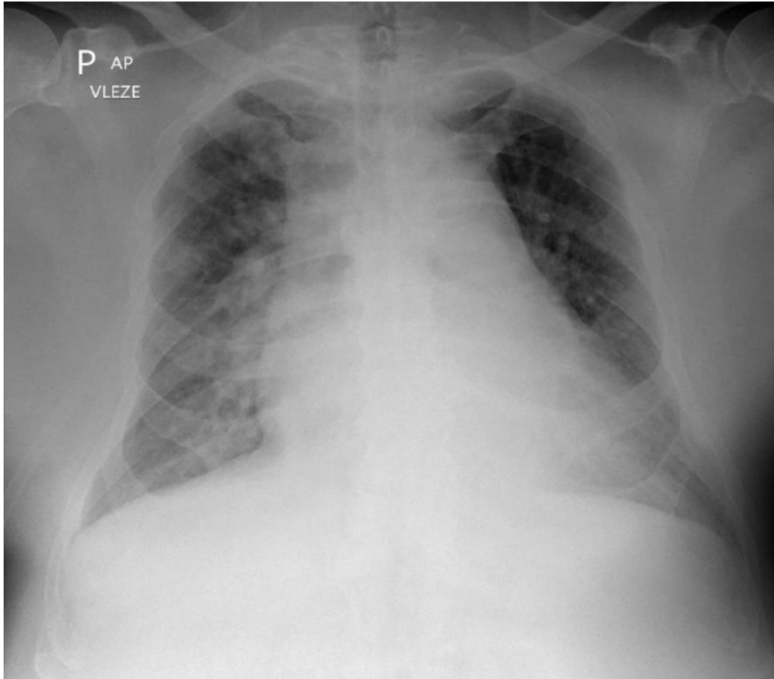
V případě, že pacient není schopen stát, je proveden snímek vleže na zádech čelem k rentgence. Pacient v poloze na zádech vleže na vyšetřovacím stole. Horní končetiny podél těla. Ohnisková vzdálenost ohnisko 110–150 cm. Automatika, U80 – 110 kV bez přídavné filtrace, U 100–150 kV s přídavnou filtrací.¹⁵



Obrázek č. 8: Předozadní projekce, ilustrace provedení
(Převzato a upraveno z *Obrazová příloha skiagrafičických projekcí, Fakultní nemocnice Hradec Králové, Bc. Štěpán Polgár MBA, DMA <https://intra1.fnhk.cz/kvalita-a-osetrovatelstvi/lekarske-ozareni>)*)

Předozadní projekce (anterioposteriorní – AP)

Tato projekce je zvolena především u pacientů v těžkém stavu, ležících na jednotkách intenzivní péče. Snímkování je prováděno pojízdným RTG přístrojem. Pod nemocného se vloží detektor, či kazeta, okraj přesahuje ramena asi o 2–3 cm. Centrální paprsek míří do středu hrudníku a detektoru (kazety). Vzdálenost ohniska se doporučuje na maximum možnosti. Min. 70kV. Bez automatiky. Vzhledem k vyššímu uložení bránice a širším stínům mediastina a plicních cév se jedná o snímek s nižší kvalitou obrazu.^{6,8,15}



Obrázek č.9: Předozadní projekce, na lůžku, RTG obraz
Zdroj: *Archiv Pardubické nemocnice*

Indikace RTG hrudníku

Přehled hlavních indikací k RTG hrudníku

- Akutní respirační infekce dolních cest dýchacích
- Pneumonie – průkaz, vyloučení, kontroly v čase
- Teploty nejasné etiologie
- Tuberkulóza – průkaz
- Edém plic a městnání v malém oběhu, posouzení šíře srdečního stínu
- Malignita
- Podezření na patologickou expanzi v mediastinu
- Lymfadenopatie
- Úraz – podezření na zlomeninu hrudní kosti, žeber, kontuzi
- Úraz – podezření na hemotorax, pneumotorax
- Pneumotorax
- Vdechnutí cizího tělesa
- Hemoptýza
- Pleurální výpotek
- Kontrola správnosti zavedení centrálního žilního katetru či hrudního drénu
- Předoperační vyšetření

Obrázek č.10: Přehled hlavních indikací k RTG hrudníku
Zdroj: *Věstník č.3/2019 MZČR, 2019, str.20-23*

Kontraindikace RTG hrudníku

Absolutní kontraindikace k tomuto vyšetření neexistuje. K relativním kontraindikacím můžeme zařadit obecné vztahující se na jakékoliv lékařské ozáření. Jedná se nespolupráci pacienta, kterou nelze vyřešit fixací, kovové předměty ve snímkové oblasti, jež nelze odstranit nebo deformitu oblasti, která neumožňuje provedení vhodné projekce.

Do nedávna se řadilo k relativním kontraindikacím těhotenství. Pacientky ve fertilním věku (15 – 50let) odpovídali na vyloučení těhotenství a tuto skutečnost na žádance potvrzoval razítkem a podpisem radiologického asistent. Ke stvrzení pravosti této informace bylo třeba i podpisu pacientky. V dnešní praxi se od potvrzování či vylučování gravidity ustupuje v případě snímkování mimo oblast břicha a malé pánve a pracoviště se řídí místními radiologickými standardy daného pracoviště. Dle Věstníku MZČR 2019 „Gravidita není kontraindikací pro skiagrafické vyšetření“.^{15s.13}

Jako u každé indikace k lékařskému ozáření je vždy je nutné zvážit přínos vyšetření a řídit se principy radiační ochrany, především principem ALARA („vyšší přínos vyšetření než riziko z vyšetření plynoucí“).

4 VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE HRUDNÍKU

4.1 Princip výpočetní tomografie

Princip výpočetní tomografie (CT) je založen na měření absorpce rentgenového záření tkáněmi lidského těla s použitím mnoha expozičních projekcí a následného počítačového zpracování obrazu. Rentgenka emituje úzce kolimovaný svazek záření, který prochází vyšetřovaným objektem a je registrován sadou detektorů přeměňujících prošlá kvanta rentgenového záření na elektrický signál, který je digitalizován. Komplet rentgenka – detektory vykonávají během expozice synchronní pohyb okolo vyšetřovaného objektu tak, že rentgenka je vždy na protilehlé straně vyšetřovaného objektu než detektory. Detektor při CT vyšetření registruje oslabení záření po průchodu strukturami těla. Vlastní záznam je řada dílčích registrací prošlého RTG záření v odlišných polohách rentgenky a detektorů ve zvolené axiální rovině. Z řady číselných údajů se zrekonstruuje číselná síť jednotlivých bodů – matice. K jednotlivým absolutním hodnotám je přiřazen v obraze odstín šedi; maximální absorpce – světlá plocha, minimální absorpce – tmavá plocha. Odstínům šedi jednotlivých pixelů odpovídají naměřené hodnoty absorpčních koeficientů, tedy Hounsfieldových čísel (HU). Šířka vrstvy je dána kolimací primárního svazku záření.¹⁰ Detektory zaznamenaly sadu digitalizovaných údajů o absorpci záření prošlého vyšetřovaným objektem z mnoha úhlových projekcí v rámci jedné vrstvy nebo celého spirálního skenování. Tyto údaje jsou označovány jako tzv. hrubá data (raw data). Z nich je možné provést zpětnou rekonstrukci s jinými parametry, než bylo primární nastavení. Je určena velikost zobrazovaného pole (Field of View), tloušťkou vrstvy, maticí, počtem projekcí, velikostí ohniska rentgenky apod. Těžiště CT techniky ale nespočívá v rozlišení geometrickém, nýbrž ve vynikajícím rozlišení kontrastním. CT rozliší až 4096 různých absorpčních koeficientů – denzit, což je mnohonásobně více než analogový záznam při skiografii nebo skiaskopii. Na Hounsfieldově škále byly definovány dva fixní body: hodnota – 1000 HU – odpovídá absorpci vzduchu a hodnota 0 HU – odpovídá absorpci vody. Většina měkkých tkání vykazuje denzity v relativně velmi úzkém rozmezí + 30 až + 80 HU, výjimkou je pouze tuková tkáň se specificky zápornými hodnotami - 80 až - 100 HU. Lidské oko není schopno běžně rozlišit více než 20-30 odstínů šedi, obrazy by byly méně kontrastní, protože 200 odstínů šedi by „se slilo“ v jeden a nebylo by možno diferencovat detaily měkkých tkání. Rozsah snímání absorpčních koeficientů a jejich převod na stupně šedi se proto přizpůsobuje zúžením rozsahu škály šedi tzv. CT oknem, kde si uživatel nastavuje záporný a kladný rozsah od nastavené střední hodnoty.^{5,10,11}

První moderní CT přístroje umožňovaly pouze částečnou rotaci rentgenky a detektorů kolem osy pacienta – sekvenční CT přístroje. Snímání bylo prováděno v tzv. krokovém režimu – posun stolu s pacientem se provedl pouze po předchozím neúplném otočení rentgenky a detektorů a nasnímání dat, poté mohl být proveden další posun stolu a další snímání, tak se postupovalo do té doby, než byl nasnímán požadovaný objem tkáně. Teprve s objevem tzv. slip ring technologie, která umožnila bezdrátové spojení rentgenky a detektorů s ostatními součástmi CT přístroje, bylo možné otáčení systému v plném rozsahu 360 stupňů kolem podélné osy. Tento způsob akvizice dat, kdy se rentgenka spolu s detektory kontinuálně otáčí za současného pohybu stolu s vyšetřovaným pacientem a jsou tak snímána data v nepřerušovaném režimu, je označován jako spirální CT. První přístroje tohoto typu měly jednu rentgenku a jednu řadu detektorů. Koncept víceřadého CT přístroje, který během otáčení rentgenky kontinuálně snímá data z více řad detektorů najednou, byl poprvé představen v roce 1992. V současné době jsou k dispozici až 320řadé přístroje, které dovolují provedení tzv. izotropického zobrazení. Všechny hrany obrazového objemového bodu (voxlu) jsou kratší než 1 mm, hrubá data je tedy možno rekonstruovat v jakékoliv rovině bez ztráty rozlišení. Významným trendem, který v poslední době sledují všichni světoví výrobci, je snaha o co nejvýznamnější snížení dávky s pomocí programu automatické modulace expozice. Zásadním trendem je rovněž zvyšování časové rozlišovací schopnosti, čehož je dosahováno zvyšováním počtu detektorů a snižováním rotační periody nebo druhým způsobem, kdy je zvyšován počet rentgenek zapojených v systému.^{5,9,10,11}

Kontrastní látky používané při CT vyšetření plic

Používají se pozitivní kontrastní látky obsahující jód (JKL). Základní dělení jodových kontrastních látek je na *vysokoosmolální* (7krát vyšší osmolalita oproti krvi), *nizkoosmolální* (2krát vyšší osmolalita oproti krvi) a *izoosmolální*. JKL jsou vylučovány ledvinami.

Nežádoucí reakce po podání JKL

Intravaskulární podání JKL může u pacientů vyvolat nežádoucí reakce, které lze rozdělit na akutní a chronické. Mezi akutní reakce řadíme reakce alergoidní a chemotoxické. **Alergoidní reakce** vzniká nezávisle na množství podané JKL. Dochází při ní k uvolnění histaminu a serotoninu. Při mírné reakci dochází k projevům jako je: kopřivka, mírný bronchospasmus, mírný pokles krevního tlaku. V těžších případech může dojít k hypotenzi, tachykardii, bronchospasmu, edému plic a křečím. **Chemotoxické reakce** – dochází k ovlivnění určitého orgánu, např. *kontrastní nefropatie*, *kardiotoxicita*. Tato reakce je přímo úměrná množství podané KL. Hlavní zásadou snížení chemotoxicity je použití co nejmenšího množství JKL a dostatečná hydratace před i po vyšetření. *Kontrastní nefropatie* – jedná se o

akutní zhoršení funkce ledvin, které vznikne po podání JKL a je definováno jako zvýšení sérového kreatininu o více než 25 % či 44 300 $\mu\text{mol/l}$ /l během 48 hodin oproti hladině kreatinu před aplikací JKL. Incidence u pacientů s normální hladinou kreatininu je 0-10 %. U pacientů s rizikovými faktory incidence stoupá až k 25 %. Proto je nutné před vyšetřením znát hladinu sérového kreatininu, jinak nelze JKL podat. Pozdní reakce se mohou vyskytnout po více jak hodině od vyšetření s JKL. Nejčastěji se jedná o kopřivku, která se vyskytuje v rozmezí 3-48 hodin po aplikaci. Výskyt těchto reakcí je poměrně vzácný a léčba je symptomatická. Celkově lze nežádoucím reakcím předcházet či je zmírňovat při dodržení systémových preventivních opatřeních jako jsou: dostatečná hydratace (zvýšit příjem tekutin per os 24 hodin před a po vyšetření); použití nízkosmolálních nebo izosmolálních KL; použití JKL s nízkou viskozitou; vysadit perorální antidiabetika a nefrotoxické léky 48 hodin před vyšetřením; zvážit nutnost podání JKL (provést nativně nebo zvolit jiné vyšetření např. UZ, MR).^{5,10}

Kontraindikace podání JKL

Kontraindikace podání JKL jsou v zásadě pouze relativní a záleží na celkovém stavu vyšetřovaného, kdy je nutné zhodnotit předpokládaný přínos vyšetření, který musí převážit nad riziky podání JKL. Mezi relativní kontraindikace podání JKL patří: závažná alergická reakce na předchozí podání JKL; porucha funkce ledvin a jater – hladina sérového kreatininu nad 200 $\mu\text{mol/l}$; tyreotoxikóza (před podáním KL nutné podat tyreostatika 3 dny před a pokračovat 2 týdny po podání); mnohočetný myelom (zajistit hydrataci – prevence precipitace bílkovin v ledvinách); kojení – doporučuje se přerušit laktaci na 24 hodin; jodová kontrastní látka nesmí být podána 2 měsíce před léčbou radioaktivním jódem a před izotopovým vyšetřením. Při nutnosti provedení vyšetření s podáním JKL u rizikového pacienta (polyvalentní alergie, astma bronchiale, alergie na JKL) je nutné provést premedikaci podáním tablety Prednizonu 40 mg 12–18 hodin před aplikací JKL a 20 mg 6–9 hodin před aplikací JKL.^{5,10}

4.2 Druhy vyšetření hrudníku na CT

Výpočetní tomografie hrudníku

CT je rozhodující zobrazovací metodou v diagnostice onemocnění plic, mediastina, pleury, bránice a hrudní stěny a cév. Volí se v případě nejasných rentgenových nálezů, u patologických lézí nebo v oblastech, které jsou těžko hodnotitelné na RTG snímku. *Pokud má pacient přetrvávající klinické podezření na patologii a negativní RTG nález, je provedení CT nutností.*⁶ CT vyšetření hrudníku se provádí spirální technikou, tloušťka rekonstruovaných vrstev 3-5 mm. MDCT přístroje umožňují rekonstrukce na tenké skeny (0,5 – 1 mm) a tyto

skeny můžeme dále rekonstruovat v odpovídající kvalitě v jiných rovinách. Nativní vyšetření se volí v případě hodnocení plicního parenchymu.⁴

HRCT

HRCT vysoce rozlišující výpočetní tomografie (high-resolution CT) je důležitou součástí diagnostického procesu u intersticiálních plicních onemocnění. Řada studií potvrdila, že HRCT technika poskytuje lepší informace o plicních změnách u jednotlivých intersticiálních onemocnění.¹² CT s vysokým rozlišením se používá především při vyšetřování difúzních intersticiálních plicních chorob, bronchiektázií a emfyzému. Technika HRCT je založena na zhotovení tenkých vrstev (do 1 mm) a následném zpracování pomocí rekonstrukčního algoritmu, který umožňuje vysoké prostorové rozlišení. Rychlý technický rozvoj přístrojového vybavení (MDCT) postupně změnil tuto metodu a HRCT se tak stalo součástí běžného CT vyšetření hrudníku. HRCT plic je standardně prováděno vleže na zádech a v nádechu, ve specifických případech je doplněno o vyšetření ve výdechu případně v poloze na břiše.^{4,6}

CT Angiografie

CT angiografie je vyšetření s nitrožilním podáním kontrastní látky zaměřené na zobrazení cévních struktur v oblasti hrudníku. Indikuje se nejčastěji k posuzování plicních tepen při podezření na plicní embolii a při podezření na patologické změny hrudní aorty a koronárních tepen.⁶

4.3 Indikace a kontraindikace k CT hrudníku, příprava k vyšetření

Hlavní indikací je podezření na onemocnění na základě nálezu patologických změn na RTG snímku či klinickém stavu pacienta.

Řadíme sem diagnostiku traumat hrudníku, detekci bronchogenního karcinomu, tumorů mediastina, metastáz a difúzního intersticiálního a infiltrativního onemocnění, vyšetření srdce, stanovení kalciového skóre. CT je metodou první volby v život ohrožujících stavech – plicní embolii, disekce aorty. A nesmíme opomenout využití této metody k navigacím při biopsiích a drenážích v oblasti hrudníku a kontrola u miniinvazivních výkonů jako je radiofrekvenční ablace plicních malignit.

Příprava pacienta se odvíjí od typu vyšetření. Pokud stav pacienta umožňuje, musí být seznámen a poučen o vyšetření. Je zapotřebí vyloučit či potvrdit přítomnost kontraindikací. Ke kontraindikacím řadíme těhotenství, alergie na jodovou kontrastní látku (popsáno v předchozí kapitole – princip CT, kontraindikace podání JKL). Pokud bude podávána JKL musí být pacient poučen o rizicích a podepsat písemný informovaný souhlas. Pacient by měl být nalačno a dostatečně hydratovaný.

4.4 Provedení jednotlivých typů CT hrudníku

CT, provedení, protokol

Nativní CT vyšetření hrudníku

Jedná se o vyšetření hrudníku bez použití intravenózní kontrastní látky. Jedná se o základní vyšetření plicního parenchymu. Používáme jej při pátrání po plicních ložnicích, například metastázách u onkologických pacientů, k upřesnění nejasného nálezu na RTG snímku, při komplikovaných plicních zánětech, k hodnocení intersticiálních plicních postižení pomocí HRCT. Na CT samozřejmě hodnotíme i vše ostatní co vidíme na RTG snímku a to pneumotorax, fluidotorax, atelektázy, plicní kondenzace. S nativním CT vyšetřením si obvykle vystačíme k hodnocení kostních struktur (sternum, žebra, hrudní páteř).⁸

Kontrastní CT vyšetření hrudníku

Závisí na indikaci vyšetření. V principu můžeme hodnotit buď cévy nebo enhancement patologických struktur – abscesy, nádory. *Poskontrastní CT* používáme k hodnocení plicních ložisek, abscesů, nádorů, patologií mediastina, zánětů, lymfatických uzlin, ale i při sycení pleury při empyému. O podání intravenózní kontrastní látky vždy rozhoduje lékař – radiolog na základě konkrétní indikace a nálezu.⁸

Tabulka č. 1: Protokol plíce mediastinum

Protokol	Hodnocení
rozsah	šíře vrstvy
celý objem plic	5 mm mediastinum, 0,6 – 1,5 plíce
kV/referenční kvalita mAS	okénko
100– 120 kV/80-100mAs	C 50, W 350; C - 600, W 1600
kolimace/faktor stoupání	roviny MPR
0,6-0,75mm/1,5	AX, COR, SAG
šíře vrstvy/increment	MIP/ MinIP
rekonstrukční algoritmus měkké tkáně her CT	MIP cévy, ložiska, MinIP vzduch
rekonstrukční algoritmus	další postprocessing
měkké tkáně, HRCT	detekce a analýza uzlů
aplikace kontrastní látky	fáze zobrazení/zpoždění
i.v.80ml/2,5-3ml/s	Arteriální 25-30 s + venózní fáze 60s

Převzato z Ferda, J., Mírka, H., Baxa J. Multidetektorová výpočetní tomografie: technika vyšetření. Praha: Galen, 2009. ISBN 978- 80-7262-608-3. Strana 116

CT angiografie, provedení, protokol

CT angiografie je vyšetření s kontrastní látkou zaměřené na zobrazení cévních struktur v oblasti hrudníku se indikují nejčastěji k posuzování plicních tepen při podezření na embolii a při podezření na patologické změny hrudní aorty a koronárních tepny.⁶

CT angiografie vyžaduje přesné načasování tak, abychom dosáhli optimální naplně vyšetřované cévy. Nejčastější indikací je angiografie plicnice k vyloučení plicní embolie a angiografie hrudní aorty k vyloučení aneurysmatu či disekce. Obvykle používáme metodu bolus tracking. Vyšetření se automaticky spustí po dosažení zvolené denzity buď v plicnici nebo ve vzestupné aortě. V případě vyšetření hrudní aorty lze využít synchronizaci s EKG k minimalizaci pohybových artefaktů srdce.⁸

Tabulka č.2: Protokol CT angiografie

Protokol	Hodnocení
rozsah	šíře vrstvy
Celý objem plic	1 mm
kV/referenční kvalita mAs	okénko
100-120 kV/120mAs	C-600, W 1600
kolimace/faktor stoupání	roviny MPR
0,6-0,75mm/1,5mm	AX, SAG, COR
šíře vrstvy/inkrement	MIP/ MinIP
0,6-0,75mm/0,4-0,6mm	minimální význam
rekonstrukční algoritmus	dokumentace nálezu
Pro CTA, pro HRCT	MPR
aplikace kontrastní látky	fáze zobrazení/zpoždění
i.v. 60-80ml/3-4ml/s	naplnění plicnice i aorty/25-30s

Převzato z Ferda, J., Mírka, H., Baxa J. Multidetektorová výpočetní tomografie: technika vyšetření. Praha: Galen, 2009. ISBN 978- 80-7262-608-3. Strana 124.

HRCT plic provedení, protokol

Vyšetření provádíme s hodnotami 120 kV a 120 mAs s vrstvami 16 x 0,6 mm. Získané údaje jsou základem pro rekonstrukci HRCT s vrstvami o šíři 1 mm a s prostorově vysoce rozlišujícím algoritmem v axiální, frontální a sagitální projekci.

Nejčastěji používáme okénko 1600 HU s centrem - 600 HU. V případě jemných změn v plicním parenchymu a při hodnocení centrilobulárních změn zužujeme okénko na 1000 HU s centrem

-700 HU. K posouzení vztahu plíce k pleuře a ke stěně hrudní je vhodné širší okénko (1500-2000 HU). Vyšetření musí být zhotoveno se zadržným dechem v hlubokém nádechu, jinak vznikají artefakty a neostrosti, které mohou celé vyšetření znehodnotit. Základní vyšetření se provádí ve výdechu v poloze na zádech (v supinaci). U části nemocných se v této poloze objevuje zvýšená denzita parenchymu subpleurálně v dorzální části plicní báze (dependentní opacita). Je podmíněna mikroatektázemi a dalšími vlivy na podkladě gravitace. Nález je možno chybně hodnotit jako opacitu mléčného skla, která je často spojena s časnými formami idiopatických intersticiálních pneumonií a systémových nemocí pojiva. Tuto abnormalitu vyloučí vyšetření v poloze na břiše (v pronaci). Toto vyšetření můžeme provést i sekvenční technikou, ale vzhledem k rozvoji moderních postprocesingových metod se od této techniky ustupuje. Rozsah vyšetření je od aortálního oblouku nad bránicí po 4 centimetrech a provádí se ve výdechu. Použití je výhodné především při onemocnění malých dýchacích cest, kde dojde k zobrazení charakteristického obrazu “zadržení vzduchu” (air-trapping), při němž přetrvává vzduch v sekundárních lobulech periferně od postižených bronchů. Srovnání vyšetření v inspiraci a expiraci poskytuje i orientační zhodnocení funkce plic.¹²

Tabulka č.3: Protokol HRCT – sekvenční akvizice

Protokol	Hodnocení
rozsah	šíře vrstvy
objem plic nebo cílené zobrazení	1 mm
kV/mAS	okénko
120 kV/100mAs	C-600, W 1600
kolimace/krok	roviny MPR
1 mm/10–15 mm	AX
šíře vrstvy	MIP/ MinIP
1 mm	nemá uplatnění
rekonstrukční algoritmus	dokumentace nálezu
HRCT	axiální obrazy
aplikace kontrastní látky	fáze nádechu
nekontrastní	Inspirace/expirace

Převzato z Ferda, J., Mírka, H., Baxa J. Multidetektorová výpočetní tomografie: technika vyšetření. Praha: Galen, 2009. ISBN 978- 80-7262-608-3. Strana 118

5 TYPICKÉ NÁLEZY NA RTG a CT HRUDNÍKU

5.1 Anatomický úvod

Anatomie a fyziologie plic

Plíce jsou párový orgán, který leží v pravé a v levé pohrudniční dutině. Mají kuželovitý tvar a jsou rozděleny do plicních laloků (*lobi pulmonis*). Pravá plíce se dělí na tři laloky (horní, střední, dolní) a levé plicní křídlo na dva laloky (horní a dolní). V plicích se větví bronchiální strom, který končí plicními sklípků. Společně s bronchiálním stromem jdou plicní tepny, žíly, řídké vazivo nervových pletení a mízní cévy. Vzduch do plic je přiváděn a odváděn bronchy, které se v plicích větví více než dvacetkrát. První dvě třetiny bronchiálních větví slouží k transportu vzduchu. Třetí třetina obsahuje plicní sklípků a slouží k respiraci. Výměna kyslíku a oxidu uhličitého mezi krví a vzduchem se uskutečňuje přes stěnu plicních sklípků a přes stěnu kapilár. Krev (odkysličenou) do plic přivádí z pravé komory *truncus pulmonalis* a dále se dělí na dvě *arteriae pulmonales*, které se rozvětvují podél bronchiálního stromu a vytvářejí kapilárně pleteně okolo plicních sklípků. Z kapilár odvádějí krev plicní žíly, ty vedou krev již odkysličenou a jsou uloženy ve vazivových septech. Sbírají se do *venae pulmonales*, z které ústí do levé předsíně a uzavírají tak plicní krevní oběh.¹³

Tvar a popis

Plíce mají měkkou houbovitou konzistenci, jsou jemné a pružné na pohmat. V dětství mají růžovou barvu, později s věkem a vlivem prostředí se mění na šedou až šedou černou. Plíce svým objemem patří k největším orgánům, ale jejich hmotnost je malá, zhruba 200 až 400 gramů. Hmotnost plic je proměnlivá a závisí na náplni vzduchem, na stupni prokrvení a na obsahu tekutiny v intersticiu. Pravá plíce je asi o 1/10 objemnější než levá. Při vdechu pojmu plíce zhruba 5 litrů vzduchu. Zhruba 3 litry vzduchu jsou v plicních sklípcích, zbytek se nachází v dýchacích cestách. Plíce obsahují 300 až 400 milionů plicních sklípků, které u dospělého při vdechu zaujmou plochu až 100 m².^{13s.208} Pravá a levá plíce jsou rozdělena hlubokými zářezy *fissurae interlobares* na *lobi pulmonis* (plicní laloky). Pravá plíce má tři laloky (*lobus superior*, *lobus medius* a *inferior*). Levá je dělena na dva laloky (*lobus superior* a *inferior*). Do každého plicního laloku vstupuje stejnojmenný v *bronchus lobaris*, který je větví hlavní průdušky *bronchus principalis dexter* a resp. *sinister*. *Fissura obliqua* je oboustranně vytvořená mezilaloková rýha, která odděluje dolní laloky od zbytku plic. V pravé plíci je kranialněji od *fisura obliqua* vytvořená ještě *fissura horizontalis*, která nad dolním lalokem odděluje lalok střední a horní. Část plíce, která nasedá na brániči tvoří *basis pulmonis* a vrchol plic je nazýván *apex pulmonis*. Dosahuje až na klíček a otiskuje se zde 1. žebro a cévy (*sulcus costae*

primae).¹³ Největší část plicního povrchu, která se přivrací k žebrům a ty na ní zanechávají otisky se nazývá facies costalis. Zadní část této facies se otáčí proti páteři jako facies vertebralis a přechází do mediální plochy plíce. Ta se obrací proti mediastinu a nazývá se facies mediastinalis. Mediastinální plochy obou plic jsou v kontaktu se srdcem, které také zanechává otisk a nazývá se impressio cardiaca. Basis pulmonis ve vztahu k bránici můžeme označit za facies diaphragmatica. Uprostřed mediastinální plochy plíce je hilus pulmonis. Zde do plic vstupují bronchy, cévy, nervy a ty společně tvoří radix pulmonis (plicní stopku). Venae pulmonales leží v hilu vpředu a dole. Bronchy a arteria a pulmonalis nahoře vzadu. Plicní facies se stýkají v plicních okrajích přední okraj plic (margo anterior) a dolní okraj plic (margo inferior) jsou ostré. Zadní okraj (margo vertebralis) je zaoblený. Celý povrch plic kryje poplicnice (pleura pulmonalis). V oblasti plicního hilu přechází poplicnice do pohrudnice (pleura parietalis).¹³

Stavba plic

Plíce obsahují oddíl tvořený intrapulmonální větvením dýchacích cest, arbor bronchialis a oddíl sloužící respiraci, arbor alveolaris. K arbor bronchialis patří větvení bronchů až po terminální bronchioly a odpovídá mu i členění plicního parenchymu na segmenty, subsegmenty a sekundární plicní lalůčky. K arbor alveolaris patří všechny úseky plicní tkáně, které obsahují alveoly. Stěnu alveolů vystylají pneumocyty.

V každém plicním laloku se laloková průduška postupně dělí na segmentální bronchy. Jsou to asymetrické větve, které mají průsvit 6 mm a jsou až 1 cm dlouhé. V praxi je dělení segmentálních bronchů vyjadřováno nejčastěji čísly. V pravé plíci je vytvořeno 10 segmentálních bronchů, v levé plíci jich je jen 8, protože některé bronchy splývají (například 7. bronchus splývá většinou s 8. bronchem). Tyto bronchy jsou obklopeny adventicií a jsou doprovázeny větvemi arteriae pulmonales (rr. bronchiales), žilami (vv. bronchiales), mízními cévami a uzlinami a vegetativními nervovými pleteněmi na cévách, které zásobují stěny bronchů. Bronchopulmonální segmenty jsou částmi plicních laloků a představují základní makroskopickou stavební a funkční jednotku plíce je jich 10 vpravo a 8 vlevo. Každý segment plicní tkáně má svůj název odvozený z názvu bronchů, který tento segment zásobuje.¹³

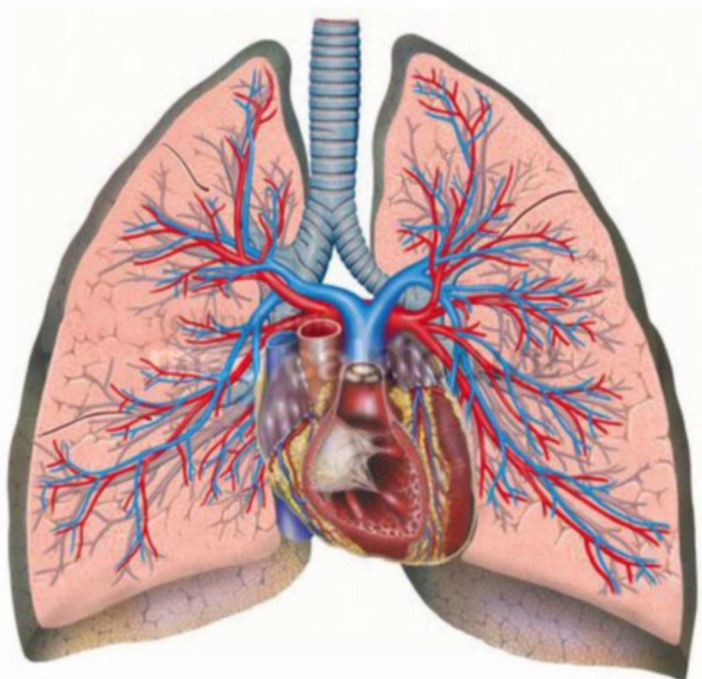
Cévní zásobení plic

Funkční plicní oběh je tvořen větvemi arteria pulmonalis a vena pulmonalis. Vstupují společně s bronchem do plic v plicním hilu. Arterie se větví společně s bronchy. Bronchioly jsou provázány arteriolami. Malé plicní žíly probíhají v plíci samostatně v interlobulárních septech. *Nutritivní* řečiště plic tvoří cévy, které zásobují stěny bronchiálního stromu, arteriální

rr. bronchiales a venosní vv. bronchiales. Mají menší průměr než cévy funkčního oběhu plic a mezi oběma skupinami jsou vytvořeny spojky.

Mízní cévy a uzliny plic

V plicích je povrchový a hluboký systém lymfatických cév. Spojuje se až plicním hilu, kde ústí do nodi lymphatici bronchopulmonales. Povrchové lymfatické cévy plic začínají pleteněmi na povrchu plíce, pod pleurou a pokračují ve vazivových septech a podél vv. pulmonales k plicnímu hilu, kde ústí do bronchopulmonálních uzlin. Hluboký systém lymfatických cév plic je uložen ve vazivu podél větvení bronchiálního stromu. Z vaziva pokračují lymfatické cévy podél subsegmentálních bronchů k segmentálním bronchům a jsou do nich vloženy nodi lymphatici pulmonales. Z nich pokračují lymfatické cévy do plicního hilu (nodi lymphatici bronchopulmonales) a zde se oba systémy setkávají.¹³



Obrázek č.11: Anatomie plic

Zdroj: <https://www.doccheck.com/en/detail/photos/3968-heart-lung-blood-circulation>

RTG anatomie hrudníku

V RTG obrazu hrudníku se sumuje skelet, plicní parenchym, bronchovaskulární kresba, bránice, srdce a mediastinum. Na normálním RTG hrudníku jsou zobrazena rozvinutá obě plicní křídla. Plicní parenchym je přiměřeně vzdušný, bazálně je jeho transparentnost oboustranně zvýšená. K lokalizaci nálezů patologie se v popisu dělí na tři plicní pole (HPP, SPP, DPP). Horní plicní pole zaujímá plicní hroty a kaudálně je ohraničeno průběhem přední

části 2. žebra. Střední plicní pole jsou ohraničena ventrální částí 2. a 4. žebra. Dolní plicní pole jsou kraniálně ohraničena průběhem přední části 4. žebra a kaudálně brániční klenbou.

Plicní laloky neodpovídají plicním polím. Plicní kresbu popisujeme jako pruhovité stíny, které vycházejí z plicních hilů směrem k periférii. Základem plicní kresby je větvení plicních tepen. Plicní žíly nemají na vzhled téměř žádný vliv.⁸

Bránice je kopulovitého, kraniálně konvexního tvaru. Je hladce kontrovaná konturovaná a pravá kupule je normálně uložena poněkud výše než levá. Obě brániční kupule svírají se stěnou hrudní kostofrenický a se srdečním stínem kardiofrenický úhel. Stín mediastina je na zadopředním snímku v horní části štíhlý, symetrický. Je tvořen především velkými cévami. Pruhovité projasnění v horní části stínu mediastina je tvořeno vzduchovým sloupcem trachey. Ve střední a dolní části se mediastinum asymetricky rozšiřuje směrem kaudálním, kde se na jeho tvaru podílí hlavně srdeční stín. Na bočním snímku můžeme rozlišit přední, střední a zadní mediastinální prostor. Srdeční stín je tvořen jednotlivými srdečními oddíly a velkými cévami. Bronchy jsou na nativním snímku patrné jako okrouhlá, ohraničená projasnění v případě, když jsou zobrazeny ve směru průběhu centrálního paprsku. Hlavní a lobární plicní bronchy lze diferencovat v oblasti hilu a perihilózně jako pruhovitá projasnění s ostrými konturami.⁸

Při hodnocení plic srovnáváme transparenční plic od vrcholu k bázím. Měla by být stejná na obou stranách. Hledáme ložiskové stíny a plošnější, obvykle méně ostře ohraničené, infiltrace v plicním parenchymu a oblasti se zvýšenou transparenční. Na patologické změny mohou upozornit i lineární nebo nepravidelné stíny. Za normálních okolností jsou jedinými strukturami patrnými v plicích křídlech cévy, větší bronchy a interlobia.²

CT anatomie hrudníku a plic

Na získaných obrazech hodnotíme pomocí mediastinálního, plicního, kostního okna všechny anatomické struktury. Za normální situace má plicní parenchym nízkou denzitu (-700 až -900 HU) a na rozdíl od RTG zobrazujeme cévy i průdušky. Průdušky mají stejný průběh jako plicní tepny a pokud nejsou patologicky změněné, tak mají i stejnou šířku. K častým patologiím patří bronchiectázie, rozšíření tepen u plicní hypertenze, zúžení tepen za obstrukcí. Intersticiem je viditelné, jen pokud je patologicky změněné a zesílené. Pleura je detekovatelná pouze v interlobiích. Parietální pleura a viscerální pleura na povrchu plic není viditelná. Zobrazení interlobií je nejlepší v sagitálních rekonstrukcích. Mediastinu je po stranách ohraničen viscerální pleurou, kraniálně přechází volně do krčních prostorů (což je významné pro šíření patologických procesů). Kaudálně je ohraničeno bránicí. Pro potřeby zobrazování a diferenciální diagnostiky patologických procesů se dělí na 3 části: přední, střední a zadní.

Přední mediastinum je uložené mezi hrudní stěnou a předním okrajem perikardu a velkých cév. Obsahuje tukovou tkáň a thymus, který je viditelný především u dětí a dospívajících. Středním mediastinu je uložené mezi předním okrajem perikardu a velkých cév a zadním okrajem průdušnice a perikardu. Je v něm uložené srdce a velké cévy, průdušnice a hlavní průdušky. Zadním mediastinu je uložené mezi zadním okrajem středního mediastina a páteří. Najdeme v něm jícen, sestupnou část hrudní aorty a venae azygos a v. hemiazygos. Pokud chceme posoudit jícen, je nutné před začátkem skenování nechat pacienta polknout tekutinu nebo ředěnou kontrastní látku.⁶

5.2 Typické nálezy na plicích při RTG hrudníku

Patologické stavy na dýchacím ústrojí se projevují v RTG obraze především změnami v transparenzi plicního parenchymu, což je ovlivněno množstvím absorbovaného RTG záření. Zvýšená absorpce RTG záření se na snímku projevuje snížením transparence (zastíněním). Snížená absorpční schopnost plicní tkáně vede ke zvýšení transparence (projasnění) plicního parenchymu.⁸

Snížená denzita – projasnění

Svědčí o zvýšeném obsahu vzduchu. Difúzní zvýšení transparence je známkou emfyzému. Jednostranným zvýšením transparence se projevuje například pneumotorax. Lokální zvýšení transparence parenchymu může být dané ventilovým uzávěrem průdušky nebo plicní embolií. Zvýšení transparence nacházíme také v dutých útvarech, které obsahují vzduch (abscesy, rozpadové dutiny v nádorech a bronchiektázie). Pokud dutiny obsahují současně vzduch i tekutinu, nacházíme v nich tzv. hydroaerický fenomén (vodorovné rozhraní mezi plynem a tekutinou).⁶

Tabulka č. 4: Příčiny a rozsah snížené denzity v plicním parenchymu

Rozsah snížené denzity	Příčiny
<i>Zvětšené množství vzduchu krev a tkáň beze změn</i>	
Celkové	<ul style="list-style-type: none"> • astma akutní • bronchiolitida u dětí
Lokální	<ul style="list-style-type: none"> • chlopňový uzávěr bronchu • cizí těleso
<i>Zvětšené množství vzduchu + redukce krve a tkáně</i>	
Celková	<ul style="list-style-type: none"> • plicní emfyzém

Lokální	<ul style="list-style-type: none"> • buly • tenkostěnné cysty
Redukce krve a tkáně, vzduch nezměněn	
Celkové	<ul style="list-style-type: none"> • primární plicní hypertenze • mnohočetná plicní tromboembolie • srdeční anomálie • centrilobulární emfyzém při CHOPN
Lokální	<ul style="list-style-type: none"> • plicní embolie bez infarktu • oblitterující bronchiolitida • bronchiální atrezie lobární • lobární a unilaterální emfyzém
Redukce vzduchu, krve a tkáně	
Lokální	<ul style="list-style-type: none"> • jednostranná ageneze plicní tepny

Převzato a upraveno POLÁK, Jaroslav a Martina KOZIAR VAŠÁKOVÁ. Jak na radiodiagnostiku nemocí plic. Praha: Maxdorf, 2020, 183 cm : ilustrace (některé barevné) ; 23 cm. ISBN 978-80-7345-635-1. Strana 78.

Zvýšená denzita – zastínění – konsolidace

Jedná se o nevzdušnost plicní tkáně (o vyplnění vzdušných prostorů). Je způsobeno náhradou vzduchu v alveolech jiným materiálem, nejčastěji transudátem, exsudátem nebo krví. Projevuje se jako neostře ohraničený stín. Pokud konsolidace dosahuje v okraji plíce nebo interlobia můžeme pozorovat i ostré ohraničení. Menší, skvrnitě stíny jsou nejčastěji dané pneumonií. V případě malých výpotků jsou patrná zastínění kostofrenických úhlů. U oboustranného postižení se jedná především o alveolární edém či oboustrannou pneumonii.^{6,8}

Tabulka č.5: Konsolidace – radiodiagnostická charakteristika

Homogenní nebo nehomogenní stín – vymizení cévních struktur
Zmenšení objemů
Vzdušný bronchogram
Acinózní uzly 4-6 mm při okraji stínu, objevuje se splývání

Převzato a upraveno POLÁK, Jaroslav a Martina KOZIAR VAŠÁKOVÁ. Jak na radiodiagnostiku nemocí plic. Praha: Maxdorf, 2020, 183 cm : ilustrace (některé barevné) ; 23 cm. ISBN 978-80-7345-635-1. Strana 12.

Plicní kolaps – atelektáza, je stav, kdy dochází ke ztrátě vzduchu v plicích. Může být způsobeno obstrukcí průdušky například nádorem, hlenovou zátkou, cizím tělesem nebo kompresí parenchymu způsobené výpotkem či pneumotoraxem.⁶ Nevzdušná část je vždy uložena periferně a naléhá na viscerální pleuru.² Postupně dochází k redukci objemu postižené plíce. U rozsáhlejších atelektáz dochází k přesunu stínu srdce a mediastina k postižené plíci.⁸

Tabulka č. 6: Atelektáza – radiodiagnostické známky

Typ známek	Popis skiagramu
Přímé	zmenšení objemu plíce
	posun intelobií směrem k postižené části plic
Nepřímé	vyšší uložení příslušné poloviny bránice
	posun mediastina a hilu směrem k atelektáze
	kompenzační hyperinflace přilehlého parenchymu
	sblížení žeber
	chybí vzdušný bronchogram

Převzato a upraveno POLÁK, Jaroslav a Martina KOZIAR VAŠÁKOVÁ. Jak na radiodiagnostiku nemocí plic. Praha: Maxdorf, 2020, 183 cm: ilustrace (některé barevné); 23 cm. ISBN 978-80-7345-635-1. Strana 26.

Ložiska zastínění (noduly, uzly) jsou na snímku obvykle ostře ohraničená. Mohou být solitární či mnohočetná, kalcifikovaná nebo s rozpady. Nejčastější příčinou solidárních uzlů jsou infekční granulom, mnohdy karcinom, solitární plicní metastáza, benigní plicní nádor. Náhodně zjištěné solitární drobné ložisko v plicích odpovídá nejčastěji granulomu často na podkladě tuberkulózy. Příčinou vícečetných uzlů jsou nejčastěji hematogenní plicní metastázy. Léze vzniklé hematogenním rozsevem jsou obvykle uloženy v dolních lalocích a mívají i charakteristickou subpleurální lokalizaci. Rentgenový snímek nám nedovoluje odlišit ložisko benigního a maligního původu. Přesto existují určité rysy, které přispívají k této diferenciaci. Známkami benignity jsou ostré, hladké okraje, centrálně uložené kalcifikace a žádný či pomalý nebo naopak velmi rychlý růst při srovnání s předchozími snímky. Projevy svědčícími pro malignitu jsou paprscité výběžky z uzlu do okolí, laločnatý tvar velikost přes 3 cm a větší rychlost růstu. Diagnostickou jistotu nám může dát pouze biopsie.² Radiologický obraz nodulace obraz je charakterizován drobnými uzlíky v plicní tkáni. Obvykle jsou známkou difúzí

zánětlivých a nádorových procesů. Solitární plicní uzel má velmi širokou diferenciální diagnostiku a velmi často se jedná o bronchogenní karcinom. Existuje i doporučený postup Feischnerovy radiologické společnosti věnovaný diagnostice těchto uzlů.¹⁴

5.3 Typické nálezy plic při HRCT plic

Normální HRCT obraz

Při normálních poměrech není plicní intersticiium na HRCT viditelné. Identifikací abnormálních nálezů je třeba rozdělit intersticiium na jednotlivé části, a to na intersticiium peribronchovaskulární, subpleurální, interlobulární a intralobulární. Každý tento oddíl intersticia má určité HRCT charakteristiky.¹²

Abnormální HRCT obraz

Změny na skenech HRCT mají různý vzhled rozsah i lokalizaci. Doporučuje se dělení do 4 základních skupin. Patří sem *retikulace*, *nodulace*, *zvýšení denzity a snížení denzity*. Většinou se jedná o kombinaci těchto obrazů a je hodnoceno podle převažujícího HRCT nálezu.¹²

Retikulace

Tato změna je způsobena ztluštěním interlobulárních sept a interlobulárního i bronchovaskulárního intersticia tekutinou, fibrózní tkání, tekutinou nebo buněčnou infiltrací. V obrazu retikulace jsou typické lineární opacity s různou šíří i délkou a vytvářejí houbovitou nebo síťovou strukturu. Kontury lézí mohou být hladké, uzlovité či nepravidelné. Retikulace s hladkými konturami bývá obrazem při srdečních onemocnění způsobených zvýšeným tlakem v levé síni – kardiogenní plicní edém. Oboustranný intersticiální plicní edém se objevuje spíše v dorzálních částech plic (gravitace, střední a dolní plicní pole). U alveolárního plicního edému se objevují skvrnitě opacity mléčného skla, kondenzace, neostře ohraničené uzly a může být doprovázeno bilaterálním pleurálním výpotkem.

Hladké kontury a rozšíření interlobulárních sept je typickým nálezem pro plicní fibrózu a sarkoidózu. *Nepravidelná retikulace* postihuje intralobulární intersticiium, kde mohou být přítomny bronchiektázie, kalcifikace, opacity mléčného skla a lymfadenopatie. Nález bývá častěji v dorzálních částech plic (idiopatická plicní fibróza, pozdní stádium sarkoidózy, polékové poškození plic). *Voštinovitá plíce* se objevuje u pokročilých azbestóz, v pokročilém stádiu idiopatické plicní fibrózy a bývá konečným stádiem těchto onemocnění. Plíce zmenšují svůj objem, dochází k dislokaci interlobií a distorzi plicní architektiky.¹²

Nodulace

Nejčastěji se jedná o uzly vzniklé přímo v plicní tkáni a podle jejich lokalizace je dělíme do 3 skupin - centrilobulární, perilymfatické, nahodilé. Centrilobulární uzly jsou odděleny o od interlobulárních sept tenkým proužkem tkáně. Změny jsou lokalizovány především ve středních plicních polích a může být přítomna mozaiková struktura parenchymu a fenomén zadržného vzduchu („air - trapping“). „Tree-in-bud“ strom v květu bývá přítomen u řady patologických stavů (plicní tuberkulóza, bronchiektázie). Náhodné uzly, nejčastěji metastázy, bývají oboustranné s různou velikostí a s přítomností či nepřítomností kalcifikací. Objevuje se „feeding vessel sign“. Jedná se o spojení uzlů s cévou a nazývá se také jako znamení vyživující tepny. Tento nález můžeme pozorovat u silikóz a pneumokinóz.¹²

Snížení denzity

Řadíme sem plicní cysty, bronchiektázie, obraz mozaikové perfúze a obraz „air trapping“ na expirační skenech. *Plicní cysty* mají různý tvar a šířka jejich stěny je nad 1 mm. Onemocnění může být doprovázeno pneumotoraxem a mediastinální lymfadenopatií. *Bronchiektázie* mohou být spojeny s voštinovitou plící a typickým obrazem je znamení pečetiho prstenu v („signet– ring sign“). Zobrazená tepna naléhá na stěnu rozšířeného bronchu a tím nám umožňuje odlišit bronchiektázie od plicních cyst. *Mozaiková perfúze* je způsobená vlivem rozdílu v plicní perfúzi a objevuje se typicky u onemocnění malých dýchacích cest. Tento obraz způsobuje střídání nemocného a zdravého okrsku plíce. „*Air – trapping*“ často bývá spojen s mozaikovou strukturou a k jeho prokázání je nutné zadržetí vzduchu v hlubokém výdechu během vyšetření. Charakteristické jsou ostře ohraničené úseky plicního parenchymu o nižší denzitu. Důležité je vždy srovnání inspirační a expirační skenu. Zjišťujeme u pacientů s podezřením či diagnózou sarkoidózy, cystické fibrózy či alergické alveolity.¹²

Zvýšení denzity

Způsobeno výplní alveolárních prostorů tekutinou nebo buňkami. Částečná náplň se nazývá opacitou mléčného skla („*ground glass opacity*“) a při úplném vyplnění alveolárních prostorů je nazýváno *kondenzací*. Opacita mléčného skla je typická tím, že cévní struktury jsou v postižené části zobrazeny a u kondenzace se cévy nezobrazují. Denzita cév i parenchymu je shodná. Opacity mléčného skla a kondenzace se mohou vzájemně doplňovat jak u akutního, tak chronického onemocnění. Jedná se o skvrnitě změny, které se nacházejí nejčastěji v dolních plicních segmentech.¹²

6 INFEKCE COVID-19

6.1 Teorie o původ viru

Toto onemocnění bylo poprvé zaznamenáno v listopadu 2019 v čínském městě Wu-
chan, v provincii Chu – Pei. Světová zdravotnická organizace (WHO) první případ nákazy
ohlásila 31.12.2019. Někteří odborníci se však domnívají, že první případ COVID-19 byl
zjištěn již 17. listopadu 2019. Následně se COVID-19 rychle rozšířil po celém světě a dosáhl
pandemických rozměrů zasahujících na všechny kontinenty.¹⁶ Toto rychlé šíření bylo
způsobeno otevřenými hranicemi, snadným cestováním a také počáteční neopatrností a
podceněním závažnosti nebezpečí tohoto viru.¹⁷

WHO vyhlásila vypuknutí epidemie za globální nouzový stav (ohrožení veřejného
zdraví mezinárodního významu) dne 30. ledna 2020 a 11. března 2020 bylo šíření viru
prohlášeno za pandemií.¹⁶

V začátku pandemie se objevily spekulace, jaký je původ tohoto viru, zda přirozený či
umělý. Objevila se nepotvrzená hypotéza, že virus pocházel z Wu – Chanského virologického
institutu, ve kterém probíhá výzkum původu viru koronaviru SARS-CoV. Na tuto otázku
neexistuje zcela spolehlivá odpověď, ale podobné konspirační teorie kolovaly i po objevu viru
Ebola, HIV nebo SARS.

Virus byl identifikován a pojmenován jako koronavirus s těžkým akutním respiračním
syndromem SARS-CoV-2 nebo Covid-19. Zkratka Covid-19 (coronavirus disease 2019) je
dána světovou zdravotnickou organizací WHO.

Svojí strukturou vir patří mezi Beta koronaviry. Jedná se o virové částice, které mají kulovitý
nebo pleomorfní tvar o průměru asi 60–140 nm. Koronaviry mají jeden z největších
nesegmentovaných jednovláknových genomů RNA. SARS-CoV-2 kóduje nejméně 4 hlavní
strukturní proteiny. Jedná se o spike protein (s), membránový protein (m), obalový protein (e)
a nukleovokapsidový protein (n). Většina testů k detekci tohoto viru je konstruována na oblast
genu N. Genetická analýza SARS-CoV-2 však ukázala 96,2% podobnost na úrovni celého
genomu s netopýřím koronavirem (BatCoV RaTG13) a tato podobnost vedla k názoru, že se
jednalo o přenos netopýřeho koronaviru na člověka za pomoci mezipřevodce (cibetkovité
šelmy). Koronaviry se vyznačují vysokou mutační rychlostí (25 mutací za rok). V posledních
dvou desetiletích se ze zvířecích rezervoárů vynořili tři koronaviry a budoucí ohniska
podobných virů a patogenů budou pravděpodobně pokračovat, proto je velmi důležité
předcházet takovým epidemiím a vyvinout účinné společné očkovací látky.^{17,18}

6.2 Shrnutí epidemiologie viru

Jako u většiny akutních virových respiračních infekcí je přenos viru z člověka na člověka způsoben prostřednictvím kapének v respiračních sekretech a k jeho přenosu dochází při blízkém sociálním kontaktu kašlem a kýcháním či kontaminací rukou a povrchů (virus zůstává infekční na řadě povrchů, přičemž v laboratorním experimentu bylo prokázáno, že na plastech a nerezové oceli vydržel více než 72 hodin, na kartonu přibližně 24 hodin). Přenos je možný přibližně 8 dní od objevení příznaků. K zabránění šíření přenosu vzduchem je nutné dodržování sociálního odstupu alespoň 1,5 metru. K ochraně dýchacích cest slouží standardní chirurgická rouška, která poskytuje ochranu horních dýchacích cest proti kapénkám a zároveň snižuje pravděpodobnost kontaminace sliznic při dotyku obličeje. Respirátor chrání před vdechnutím i mnohem menších kapének. Podle účinnosti při filtraci částic dělíme respirátory na třídy FFP2 či FFP3. K nákaze jsou náchylné osoby všech věkových skupin, nezávisle na pohlaví či etnickém původu. Bylo prokázáno, že u dětí a mladistvých infekce probíhá častěji asymptomaticky, zatímco u seniorů je vyšší riziko závažnějšího průběhu. Obdobně jako u jiných infekcí případnou roli hraje i velikost infekční dávky.²⁰

6.3 Laboratorní diagnostika viru

Standardem v diagnostice infekce COVID-19 je detekce virové RNA pomocí RT-PCR. Přímý průkaz metodou PCR. Pro kvalitní diagnostiku je však zásadní správný odběr z nosohltanu či respiračních sekretů z dolních cest dýchacích. Nález virové RNA však nutně nemusí znamenat, že pozitivně testovaná osoba je infekční. Přesný vztah mezi virovou náloží jedince a rizikem přenosu nákazy však dosud není znám. Vždy je třeba hodnotit společně s klinickým stavem pacienta. PCR vyšetření – výtěr z nosohltanu (případně z dolních dýchacích cest při umělé plicní ventilaci) má vysokou specifitu, pozitivní výsledek testu potvrzuje, že došlo k infekci virem SARS-CoV-2. Negativní PCR test však infekci nevylučuje, ani nám v danou chvíli nepotvrdí, zda se jedná o aktivní přenosnou infekci.

Přímý průkaz SARS-COV-2. Pozitivní antigenní test u symptomatického pacienta je považován za průkaz infekce SARS-CoV-2. Je to způsobeno větším množstvím viru ve vzorku a vyšší nakažlivostí testované osoby. Negativní antigenní test infekci nevylučuje, v případě trvajících podezření je nutné doplnit diagnostiku spolehlivějším PCR testem. „U obou zmíněných testů se musí vzorek po odebrání skladovat při teplotě 2-8 °C (nejdéle 72 hodin) a co nejrychleji odvézt do laboratoře“.^{19s.5}

Rychlotesty k přímému průkazu antigenu mají ve srovnání s PCR testem u symptomatických osob senzitivitu 95,4 % a specifitu 89,1 % Jejich výhodou je nízká cena a rychlé provedení bez

potřeby transportu vzorku do laboratoře – výsledek bývá k dispozici do 15 minut. Pozitivní test u symptomatické osoby infekci potvrzuje, negativní nález nevylučuje nákazu. Antigenní rychlotesty jsou využívány především pro opakované populační testování asymptomatických osob za účelem identifikace přenašečů, a to zejména v oblastech. Pozitivní výsledek antigenního testu u asymptomatických osob je nutné ověřovat metodou PCR. K výtěru se používají štětičky na plastové tyčince s jemným kartáčkem ze syntetického materiálu.

Vyšetření probíhá jednoduchým způsobem. Štětíčka se zasune do nosní dírky rovnoběžně s patrem do hloubky odpovídající vzdálenosti od nosního vchodu do úrovně zevního zvukovodu. Několik vteřin se ponechá na místě k nasátí sekretu a pomalu se vytahuje za současného otáčení. Vyšetření může být nepříjemné. Alternativně lze vzorek odebrat z přední části nosu, což je pro testovaného příjemnější a umožňuje také samoodběr, ale nevýhodou je nižší záchyt. K dispozici jsou i validované PCR a antigenní testy s použitím slin. PCR lze provádět také ze vzorku krve. Nově je k dispozici vyšetření antigenemie.¹⁹

„Identifikace variant SARS-CoV-2 se provádí sekvenací či PCR testem na průkaz jednotlivých mutací, a to z epidemiologických důvodů či v rámci výzkumu.“^{19s.4}

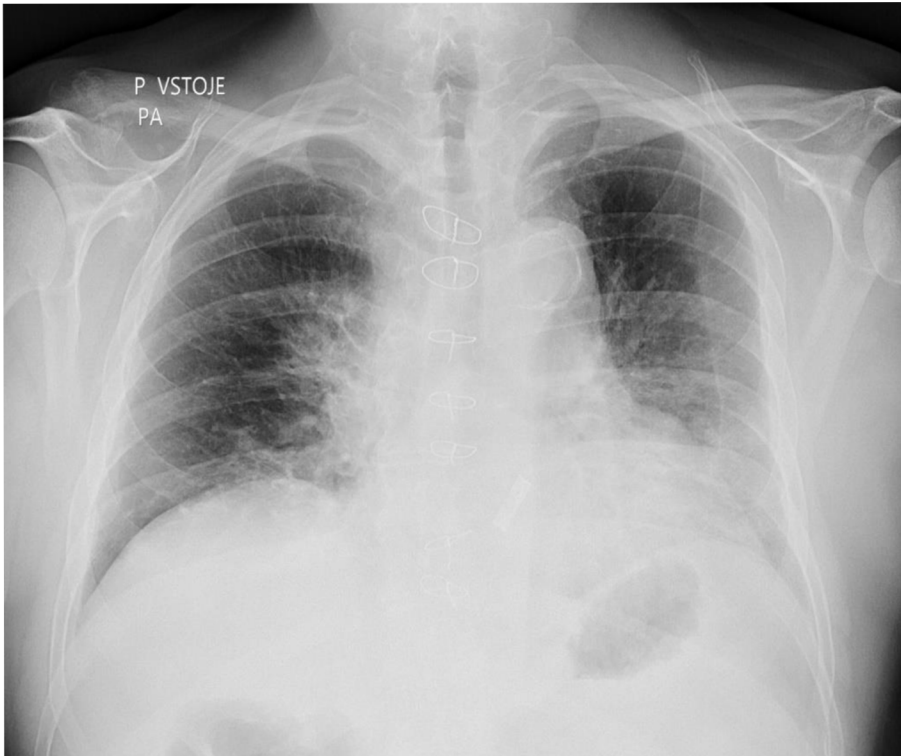
6.4 Typické nálezy infekce virem na zobrazovacích metodách

6.4.1 RTG hrudníku

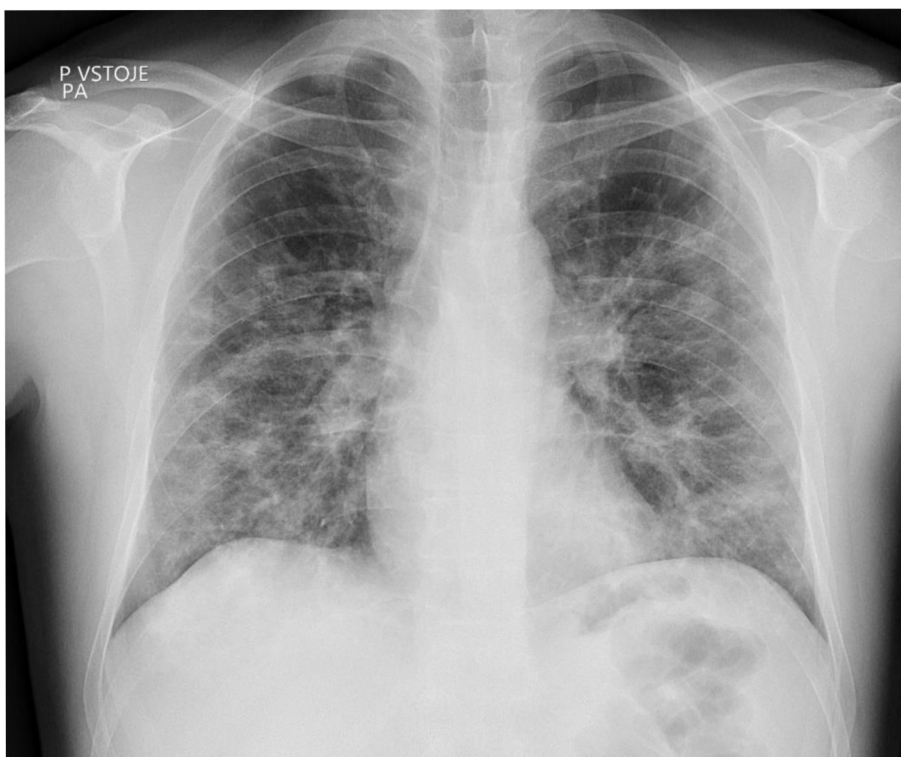
I přes menší senzitivitu této zobrazovací metody je skiagram plic v zadopřední projekci základní vyšetřovací metodou u hospitalizovaných pacientů s Covidem-19. Je to dáno především jeho dostupností, nižší radiační zátěží a možností provést snímek u lůžka pacienta. „Virová pneumonie se projeví v 75 % případů oboustrannými infiltráty“.^{17s.7}

V počátku onemocnění nemusí být změny v RTG obrazu patrné, jindy se může jednat o rozsáhlé postižení u nemocného téměř bez obtíží. Konsolidace a denzity mléčného skla se zobrazují v obou plicních křídlech především periferně a bazálně s pozvolnou progresí a maximem 10–12 dnů od počátku příznaků. Naopak rozsáhlejší jednostranný infiltrát svědčí spíše proti diagnóze covid-19.^{21s.38} Skiagram je potřebný také k diagnóze komplikací – např. fluidothoraxu, pneumothoraxu, superinfekce. Prostý snímek plic je důležitý k diagnostice komplikací, např. fluidothoraxu či pneumothoraxu.^{16,17}

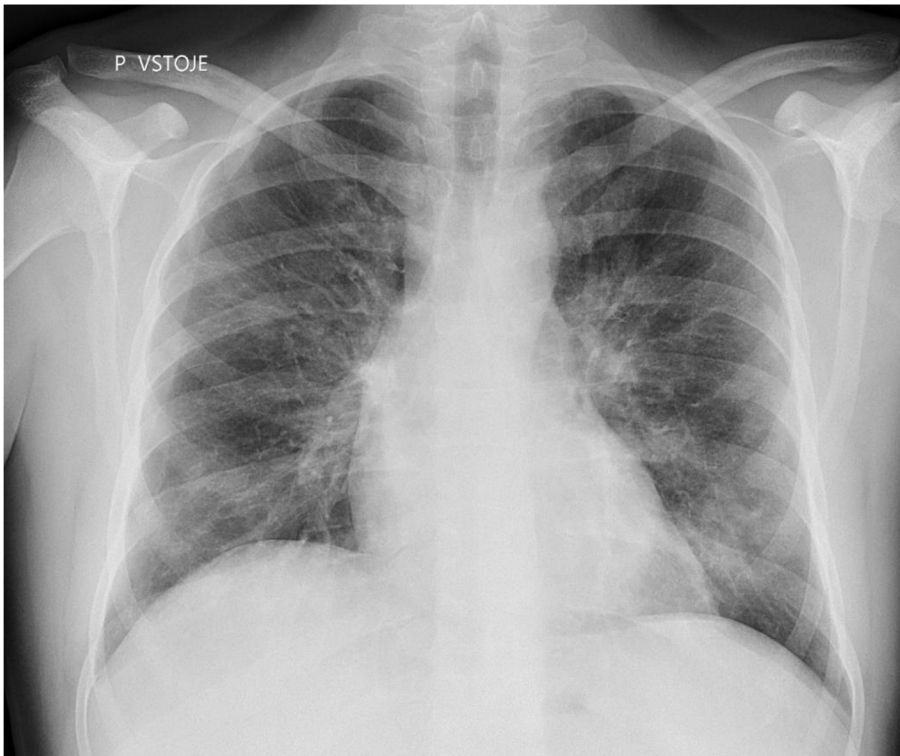
V primárním záchytu změn v plicním parenchymu není prostý RTG snímek vhodný, jeho uplatnění je zejména ve sledování vývoje rozsáhlejších změn u pacientů s těžším průběhem. „V primární diagnostice je nejvíce senzitivní metodou výpočetní tomografie (CT), přičemž bylo prokázáno, že senzitivita samotného CT vyšetření pro diagnostiku COVID-19 dosahovala až 95 %“.^{20s.59}



Obrázek č. 12: Nevelké postižení Covid (pacient 1)
Zdroj: Archiv Pardubické nemocnice



Obrázek č. 13: Významné postižení Covid, oboustranné
Zdroj: Archiv Pardubické nemocnice



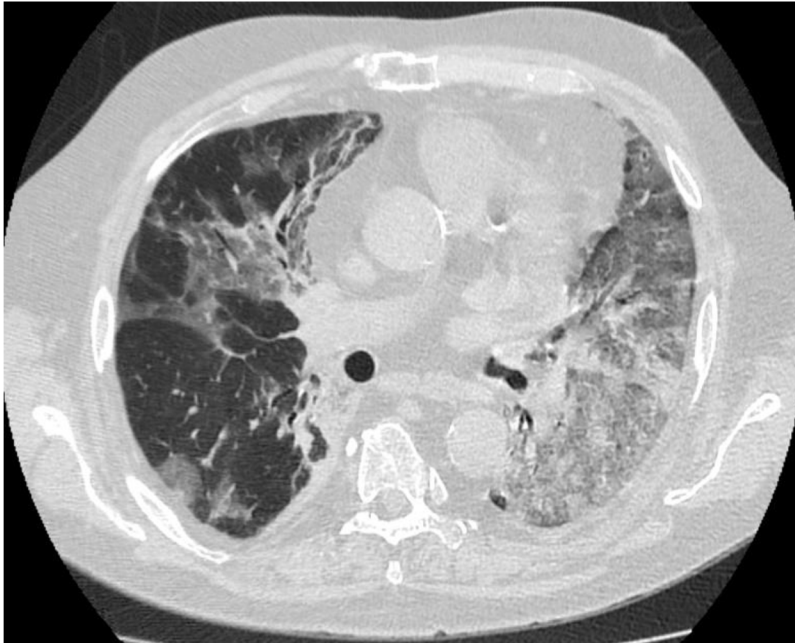
Obrázek č. 14: Nevelké postižení Covid (pacient 2)

Zdroj: Archiv Pardubické nemocnice

6.4.2 CT, HRCT hrudníku

HRCT plic je indikováno zejména k diagnostice komplikací, při podezření na plicní embolii se provádí CT angiografie plic. Mezi typické radiologické nálezy na HRCT plic při onemocnění Covid-19 patří opacity charakteru *mléčného skla* (ground-glass opacities). Bývají lokalizované převážně periferně, multifokálně nebo difuzně a dominantně v zadních dolních plicních segmentech. Později mohou být patrné konsolidace či kombinace těchto nálezů. Mezi další změny patří ztlustění interlobulárních sept, retikulace vzniká typický obraz tohoto onemocnění a tzv. *crazy paving* (což je kombinace opacit mléčného skla a ztlustění interlobulárních a intrarlobulárních sept, vzhledem připomíná dlaždice). CT nálezy mohou být patrné i u asymptomatických pacientů.^{17,19,20} Radiologické nálezy progredují obvykle kolem 10.dne od začátku obtíží^{20s.60}.

„Až 50 % COVID-19 pozitivních pacientů může mít normální CT nález v prvních 2 dnech od začátku symptomů. Negativní CT nález do 2 dnů od vzniku potíží nevyklučuje COVID-19. CT má vysokou senzitivitu a zachytí > 90 % COVID-19 pozitivních. Důležitá je tudíž role PCR testů, porovnání kliniky, anamnézy, laboratorních výsledků. Pro COVID-19 je typická rychlá progresa, často v průběhu 1–2 dnů se mění charakteristika infiltrátů.“²²



Obrázek č.15: Významné postižení HRCT (pacient 1)
Zdroj: Archiv Pardubické nemocnice



Obrázek č.16: Významné postižení HRCT (pacient 2)
Zdroj: Archiv Pardubické nemocnice

6.5 Klinické příznaky při infekci virem Covid-19

Klinické projevy Covid-19 jsou poměrně široké, od asymptomatických až po těžké respirační obtíže. Toto onemocnění řadíme mezi akutní infekční onemocnění postihující respirační trakt. Inkubační doba je 2 až 14 dnů¹⁹.

Průběh nákazy bývá mírný, kdy ze symptomů převažují horečka, bolest hlavy a svalů, suchým kašel, únava, ale u některých pacientů může dojít k rozvoji závažně probíhající pneumonie, syndromu akutní respirační tísně (ARDS), septického šoku a multiorgánového selhání.^{17,20}

Mezi rizikové faktory, které mohou způsobit vážný průběh nemoci patří vyšší věk pacienta, obezita, chronická plicní onemocnění, vysoký krevní tlak a onkologická a imunosupresivní léčba.²⁰

Hlavními důvody hospitalizace jsou potřeba oxygenoterapie, vyčerpání s dehydratací nebo závažná komplikace chronického onemocnění, porucha vědomí na podkladě oboustranné pneumonie, ARDS, sepse a septického šoku nebo multiorgánového selhání. ARDS se projeví náhlým zhoršením stavu s dušností a poklesem oxygenace obvykle 6-10 dnů od začátku příznaků.¹⁹

V této souvislosti byla zavedena klasifikace klinického průběhu onemocnění. Dělí se do třech skupin. Průběh mírný, středně závažný, závažný a kritický. Mírný průběh odpovídá akutní respirační infekci s klinickými symptomy, avšak bez radiologického nálezu zánětlivých změn na plicích. U pacientů se středně závažným průběhem jsou přítomné radiologicky prokázané zánětlivé změny v plicním parenchymu. Aby průběh byl hodnocen jako závažný musí pacient navíc splňovat jedno ze 3 klinických kritérií: dechová frekvence > 30/min, saturace hemoglobinu kyslíkem < 93 % nebo respirační index (poměr PaO₂ /FiO₂) < 300 mmHg. Kritickému průběhu odpovídá závažná pneumonie komplikovaná respiračním selháním vyžadujícím umělou plicní ventilaci, šokem či jiným druhem orgánového selhání vyžadující péči na jednotce intenzivní péče.^{20 s.59}

Tabulka č. 7: Klinické příznaky infekce Covid-19, přehled

Časté	<ul style="list-style-type: none"> • horečka, zimnice • bolest hlavy • bolest svalů, těla, kloubů • suchý kašel • myalgie • únava • pneumonie • dušnost
-------	---

Méně časté	<ul style="list-style-type: none"> • ztráta chuti a čichu • průjem • rýmu • nevolnost • nauzea, zvracení • akutní syndromu dechové tísně (ARDS) • septický šok, multiorgánové selhání • tromboembolické komplikace • multisystémový zánětlivý syndrom dětí a dospělých
Vzácné	<ul style="list-style-type: none"> • Myokarditida • akutní poškození ledvin • encefalitida či encefalopatie

Zdroj: Covid-19: diagnostika a léčba Doporučený postup Společnosti infekčního lékařství ČLS JEP, Strana 1

6.6 Možnosti léčby infekce Covid-19 - přehled

6.6.1 Symptomatická terapie

V současné době není k dispozici cílená léčba infekce COVID-19. Základem je léčba symptomů. Léčba probíhá jak v domácím, tak nemocničním prostředí dle závažnosti stavu pacienta.

Při teplotě nad 38 °C se podávají antipyretika (paracetamol, ibuprofen, kyselina acetylosalicylová) samostatně či v kombinaci. Suchý dráždivý kašel se tlumí antitusiky (Codein, Stoptussin), případně v kombinaci s mukolytikem (acetylcystein). Při známkách bronchiální obstrukce jsou indikována bronchodilatancia, nejčastěji salbutamol.²¹

„Při hypoxii je zahájena oxygenoterapie nosní kanylou nebo kyslíkovou maskou při SpO₂<93 % s cílovou hodnotou 93-97 %. Pacienti s chronickou respirační insuficiencí (např. při CHOPN) běžně tolerují nižší cílové hodnoty SpO₂. Vysokoprůtoková nazální oxygenoterapie je na pomezí standardní a intenzivní péče.“^{19s.8} U pacientů s prokázanými radiologickými známkami pneumonie a potřebou oxygenoterapie je nenákladnou možností neinvazivní respirační terapie aktivní polohování (awake prone position). Tento postup je odvozen od pronačního polohování při ARDS u kriticky nemocných. Principem je co nejméně času stráveného v poloze vleže na zádech. Pravidelné polohování na břicho a boky (a střídání s posazováním) zabrání kumulaci zánětlivé tekutiny v nejpostiženějších dorzálních partiích plic. Je třeba dbát na adekvátní hydrataci a udržovat zvlhčené prostředí.^{19,22}

Při dehydrataci je indikována přiměřená infuzní terapie, hyperhydratace může zhoršit ventilaci. Samozřejmostí je léčba akutních i chronických komorbidit (arteriální hypertenze, diabetes mellitus a další).

Volbu symptomatologické léčby a dávkování léků je třeba vždy individuálně nastavit ke stavu pacienta.

6.6.2 Cílená terapii

Je zahájena v případě, že stav pacienta vyžaduje hospitalizaci. Jedná se o pacienty se středně závažným, závažným a kritickým průběhem onemocnění a rizikovými faktory (věk > 65 let, arteriální hypertenze, diabetes mellitus, obezita s BMI > 35, imunosuprese).^{20s.64}

Tabulka č.8: Přehled vybraných léků při Covid-19

Antivirotika	Remdesivir Favipiravir
Imunoterapeutika	Dexamethason Bamlanivimab – monoklonální protilátka Casirivimab – monoklonální protilátka Rekonvalescentní plazma
Antikoagulační terapie	Nízkomolekulární heparin

Převzato a upraveno Zdroj: Covid-19: diagnostika a léčba Doporučený postup Společnosti infekčního lékařství ČLS JEP https://www.infekce.cz/Covid2019/DPcovid-19_SIL_0421.pdf Strana 9

Při oboustranné pneumonii a počínající hypoxémii je doporučeno co nejdříve podat intravenózně Remdesivir (jediným registrovaný lék) nebo Rekonvalescentní plazma (do 72 hodin od přijetí do nemocnice), při bilaterální pneumonii a hypoxémii. Dexamethason i.v.: nejdříve od 6. dne po nástupu klinických příznaků. Při hypoxémii může být v kombinaci s remdesivirem (aplikace 4 hodiny po něm). Rekonvalescentní plazma má neutralizační účinek na virus. Zjistilo se, že byla její indikace přehodnocena. Dříve se používala většinou u kriticky nemocných na umělé plicní ventilaci, nyní lze její podání zvážit do 3 dnů od stanovení diagnózy, případně do 3 dnů od přijetí do nemocnice, s cílem zabránit progresi onemocnění do těžkých forem u rizikových pacientů. Na podobném principu je založen účinek neutralizačních monoklonálních protilátek. Úspěšně se podávají ambulantně pacientům s rizikem závažného průběhu covidu-19, a to co nejdříve po zjištění infekce. Mezi další postupy patří podávání ATB i.v. (zejména u prokázané superinfekce), kombinace antivirotik, vitaminů (B₁ a C společně i.v.) a D (jednorázově i.m.).^{19,22}

VÝZKUMNÁ ČÁST

7 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY

7.1 Cíl práce:

Cílem výzkumné části práce je zhodnotit diagnostický přínos RTG hrudníku při onemocnění COVID 19.

7.2 Hlavní hypotézy:

K dosažení cíle práce jsme zvolili 5 hlavních hypotéz, které nám pomohou zhodnotit přínosnost RTG hrudníku při posouzení rozsahu postižení plicního parenchymu při onemocnění Covid-19, který má vliv na léčbu a prognózu pacientů. K porovnání jsme použili CT hrudníku, resp. HRCT plic, které bylo provedeno s maximálně 24hodinovým odstupem od RTG hrudníku (viz kapitola 5).

1. Detekce změn Covid-19 je na RTG snímku hrudníku nižší než při CT zobrazení plic.
2. Změny plicního parenchymu při Covid 19 infekci jsou patrné na RTG snímku hrudníku pouze při vyšší stupni postižení plic dle CT hrudníku.
3. Pokud na RTG snímku prokážeme infiltrát je nález na CT pozitivní.
4. Dle rozsahu postižení na RTG lze stanovit rozsah postižení plicního parenchymu obdobně jako na CT.
5. RTG hrudníku není dostačující metodou k určení léčebného postupu u pacientů s postižením Covid-19.

7.3 Vedlejší hypotézy

Vzhledem k charakteristice a rozsahu souboru pacientů a vzhledem k získaným sociodemografickým, zdravotním a dalším datům, kdy náš soubor z tohoto pohledu je souborem náhodně vybraných pacientů s prokázaným Covid-19 postižením pomocí PCR testu, jsem se rozhodla doplnit vedlejší hypotézy, které odráží vztah těchto získaných dat k průkazu a rozsahu postižení na CT hrudníku, resp. HRCT plic.

A. Vztah ke kouření

- a. Hypotéza H0: Kuřáci budou postižení Covid-19 častěji než nekuřáci.
- b. Hypotéza H0: Postižení u kuřáků bude na CT horší než u nekuřáků.

B. Vtáh k tělesné konstituci – BMI

- a. Hypotéza H0: V naší skupině pozitivních pacientů bude více pacientů obézních než v běžné populaci.

- b. Hypotéza H0: Změny při Covid postižení budou na CT výraznějších u pacientů s vyšším BMI.
- C. Vztah k chronickému plicnímu onemocnění
- a. Hypotéza H0: Covid infekcí budou postižení více nemocní s chronickým plicním onemocněním.
 - b. Hypotéza H0: Větší rozsah postižení na CT bude u pacientů s chronickým plicním onemocněním než u pacientu bez těchto změn.
- D. Vztah k chronickým nemocem
- a. Hypotéza H0: Covid infekcí budou postižení více nemocní s cukrovkou.
 - b. Hypotéza H0: Covid infekcí budou postižení více nemocní léčení pro vyšší krevní tlak.
- E. Vztah k sociodemografickým údajům
- a. Hypotéza H0: Rozsah postižení nebude závislý na pohlaví.
 - b. Hypotéza H0: Rozsah postižení nebude závislý na věku.

8 SOUBOR PACIENTŮ A METODIKA VÝZKUMU

8.1 Charakteristika souboru

Zkoumaný soubor představuje pacienty vyšetřené v krajské nemocnici na CT a zároveň na RTG pracovišti s potvrzenou diagnózou SARS-CoV-2 pomocí PCR testu v roce 2020 a 2021. Pacienti byli vybráni z nemocničního informačního systému. Bylo spuštěné automatické generování souboru, který obsahoval všechny pacienty, kteří podstoupili RTG hrudníku nebo CT vyšetření hrudníku v nativní nebo ve formě CT angiografie plicnice. Uvedená vyšetření byla indikována s hlavní či vedlejší diagnózou: U071 COVID-19, virus laboratorně prokázán nebo U6975 Podezření na COVID-19. Získali jsme seznam vyšetřených za roky 2020 a 2021, kdy v roce 2020 bylo s těmito diagnózami provedeno 1001 vyšetření RTG hrudníku a 745 CT vyšetření hrudníku. V roce 2021 to bylo 3549 vyšetření RTG hrudníku a 1262 CT vyšetření hrudníku. Tyto soubory byly v každém roce automaticky porovnány a byli vybráni pouze ti pacienti, u kterých obě vyšetření proběhla maximálně v rozmezí 24 hodin. Přitom nezáleželo, které vyšetření bylo jako první. Hranice 24 hodin byla zvolena arbitrážně, aby se vyloučila možnost progresu nebo regrese onemocnění mezi vyšetřeními. Zvolená kritéria splnilo celkem 55 pacientů v roce 2020 a 112 pacientů v roce 2021. Následně jsem prošla jejich zdravotní záznamy v NIS a PACS vztahující se k uvedeným vyšetřením a výsledky jsem zaznamenala. Při tomto zhodnocení byli dále vyřazeni pacienti, u kterých nebyla diagnóza infekce Covid-19 laboratorně potvrzena a pacienti, kteří byli vyšetřeni s odstupem od diagnózy a provedená vyšetření byla většinou vyšetřeními kontrolními v době, kdy již neměli akutní infekci. Takto bylo vyřazeno dalších 31 pacientů. Konečný počet pacientů zařazených do výzkumného souboru byl 136.

8.2 Sledované parametry u souboru

1. Demografické parametry – pohlaví, věk v době vyšetření
2. Konstituční parametry – váha, výška, BMI
3. Anamnestické údaje týkající se:
 - a. Kouření – byly zaznamenány následující varianty kuřák, stopkuřák, nekuřák
 - b. Alergie – bez alergie, ojedinelá alergie na max. 2 noxy, polyvalentní alergie na 3 a více podmětů
 - c. Cukrovka – bez cukrovky, DM 1. typu, DM 2. typu na dietě, DM 2. typu s podáváním perorálních antidiabetik, DM 2. typu s aplikací inzulinu
 - d. Vysoký krevní tlak – má nebo nemá léčený vysoký krevní tlak

- e. Chronické plicní onemocnění – nemá, astma bronchiale, chronická obstrukční choroba plicní, ostatní (např. sarkoidóza, intersticiální plicní fibróza apod.)
4. Údaje o vyšetření – datum a hodina provedení RTG hrudníku a CT hrudníku, varianta CT, obdržaná dávka ionizujícího záření při obou vyšetření (plošná kerma u RTG snímku, DLP u CT vyšetření), dále u RTG vyšetření způsob provedení – ve stoje PA, vsedě PA, vleže AP.
5. Výsledky vyšetření RTG a CT – které byly zaznamenány dle klíče v tabulce č.10 výpisem z nálezů popsaných lékaři oddělení, kteří dle vnitřních předpisů oddělení museli uvedené hodnoty v popisu vyšetření uvést. V případě, že jsem potřebné údaje v popisu vyšetření nenalezla požádala jsem vedoucího práce, aby je doplnil. Což bylo nutné u 12 RTG vyšetření a pouze u 2 CT vyšetření. Následně tedy byly do výsledkové tabulky zaznamenány nálezy na RTG, a to ve smyslu, negativní či pozitivní, v případě pozitivního pak bylo rozlišováno, jestli lékař popsal infiltrativní změny nebo pouze změny intersticiální a také jaký rozsah mělo diagnostikované postižení – kolik bylo postiženo plicního polí (1 až maximální počet 6 při postižení všech plicních polí oboustranně). U CT pak byl zaznamenán pozitivní či negativní výsledek a následně stupeň postižení ve stupni 0 bez postižení, stupeň 1 (postiženo 1-24,9 % plicního parenchymu), stupeň 2 (25-49,9%), stupeň 3 (50-74,9%), stupeň 4 (více jak 75%) (tabulka č.9).
6. Doplnkové údaje – bylo sledováno z jakého oddělení byl pacient odeslán na vyšetření (ambulace, standardní vyšetření, jednotky intenzivní péče či anesteziologicko-resuscitační oddělení), bylo zaznamenáno, jestli pacient během sledovaného období nezemřel.

Tabulka č.9: Použitá klasifikace postižení plic infekcí Covid-19 na RTG a CT hrudníku

Stupeň postižení na vyšetření	
RTG	0 bez postižení
	1 intersticalní změny bez infiltrátů
	2 infiltráty
CT	0 bez postižení
	1 do 24,9 %
	2 25 % - 49,9 %
	3 50 % - 74,9 %
	4 nad 75 %

8.3 Zpracování dat

Získaná data byla systematicky zapisována do tabulky v programu MS Excel (tabulka č. 10), v kterém byla i základně statisticky zpracována za použití popisné statistiky jako je aritmetický průměr, medián, minimální a maximální hodnoty či směrodatné odchylky. Statistické zpracování výstupů bylo následně zadáno statistikovi ke zpracování dle vytvořených hypotéz, k výpočtům byl použit program R (NCSS 2008). Výsledky byly také zpracovány do přehledných tabulek a grafů.

Tabulka č.10: Záznamová tabulka výzkumného souboru.

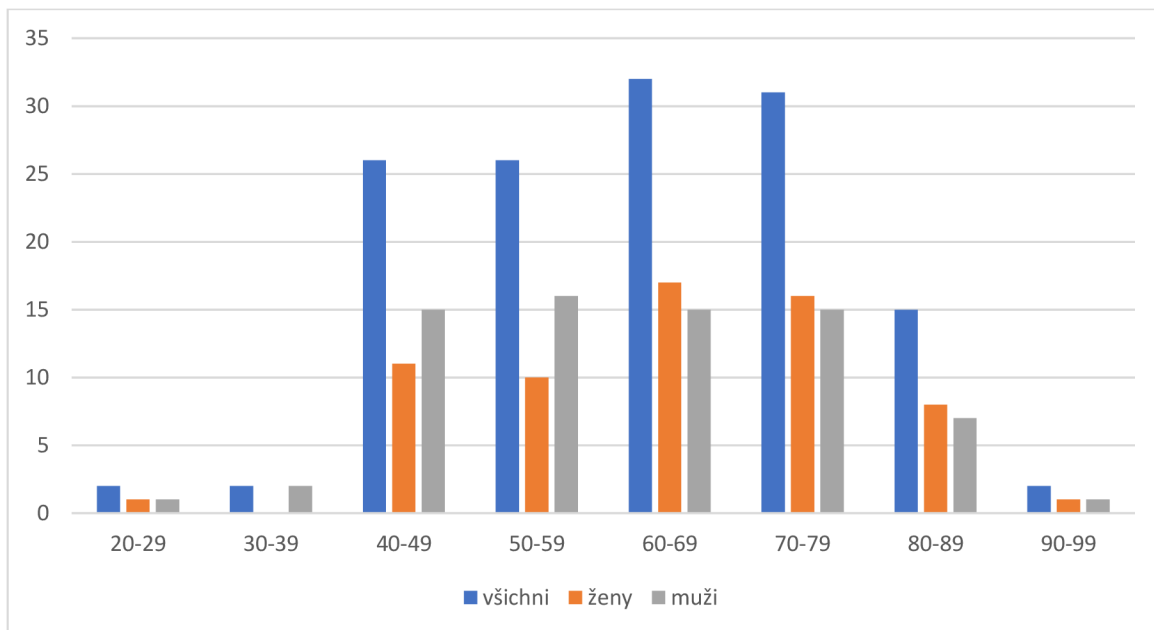
ID číslo	sex	věk	datum RTG	AP/PA	datum CT	typ CT	Výsledek			Dávka		váha	výška	BMI	kuřák	alergie	DM	TK	plíce	úmrť s C+	hosp	pozn	
							RTG	počet polí	CT	RTG	CT												

8.4 Charakteristika souboru

Do výzkumného souboru bylo zařazeno 136 pacientů, z nichž bylo 64 (70 %) žen. Průměrný věk u zařazených byl 63 let s mediánem 64, při minimální věku 24 let a maximálním věku 91 let. Průměrný věk žen byl 65 let, medián věku 66 a věkové rozpětí 26 až 90 let. U mužů byl průměrný věk naopak nižší 61 let s identickým mediánem 61 let a věkovým rozpětím 28 až 91 let. Četnost v jednotlivých věkových dekadách ukazuje tabulka č. 11 a obrázek č 17, z kterých vyplývá, že nejvíce pacientů bylo v 6. dekádě (60-69 let), i když prakticky stejný počet byl i v dekádě 7. U žen byly také nejvíce zastoupeny ženy ve věku mezi 60 a 69 lety. U mužů bylo sice nejvíce pacientů mezi 50. a 59. rokem věku, ale počet mužů v jednotlivých dekadách mezi 40. rokem a 79. rokem života byl prakticky vyrovnaný.

Tabulka č.11: Zastoupení pacientů v souboru dle věkových dekad.

věk	všichni	ženy	muži
20-29	2	1	1
30-39	2	0	2
40-49	26	11	15
50-59	26	10	16
60-69	32	17	15
70-79	31	16	15
80-89	15	8	7
90-99	2	1	1



Obrázek č.17: Sloupcový graf zastoupení pacientů v souboru dle věkových dekád.

9 VÝSLEDKY

9.1 Hlavní hypotézy

Detekce změn Covid 19 je na RTG snímku hrudníku nižší než při CT zobrazení plic.

K statistickému posouzení této hypotézy jsem se stavila čtyřpolní tabulku, která vyjadřuje vztah pozitivního nálezu na CT a na RTG. Pro toto hodnocení tak byly zahrnuty všechna nálezy na CT jako pozitivní, pokud měly vyšší hodnotu než 0 a adekvátně tomu i nálezy na RTG (tabulka č. 12).

Tabulka č. 12: Hodnocení nálezů na RTG a CT (0= negativní, 1= pozitivní nález).

		CT		suma
		0	1	
RTG	0	7	14	21
	1	1	114	115
suma		8	128	136

Z tabulky je zřejmé, že nejméně často nastala situace shody negativního CT a zároveň RTG (N=7), což se však dalo očekávat vzhledem k situaci, že všichni pacienti v souboru byli pozitivně PCR testováni na Covid 19 a nález minimálně na CT byl předpokládán. Nález na CT mělo 94,12 % pacientů. Z hlediska RTG lze hovořit o 14 falešně negativních případech a 1 falešně pozitivním. Pokud tedy vezmeme CT jako zlatý standard vůči RTG vychází nám, že přesnost RTG je 89,0 % (senzitivita 89,1 %, specificita 87,5 %, NPH 33,3 %, PPH 99,1 %).

Pro testování hypotézy byl použit McNemarův test (dichotomický Chí-kvadrát) s výslednou hodnotou $p < 0.001$, a byl tak potvrzen statisticky významný rozdíl mezi oběma metodami neboli hypotéza nebyla vyloučena.

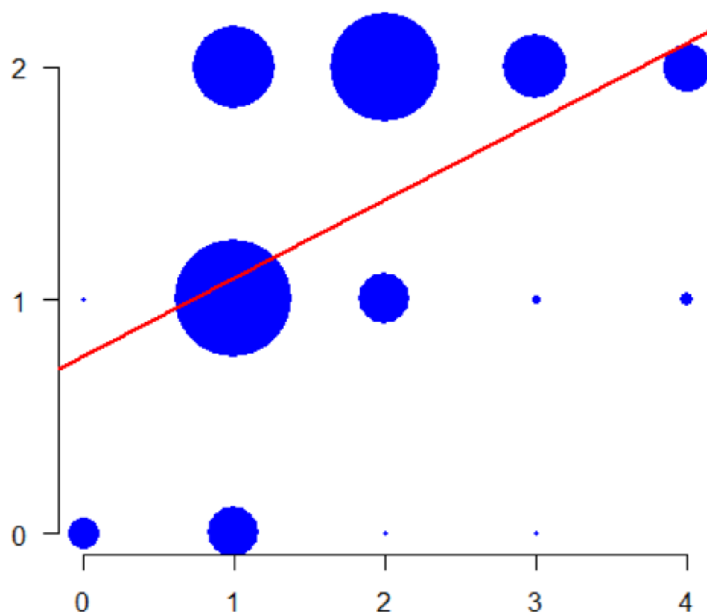
Změny plicního parenchymu při Covid 19 infekci jsou patrné na RTG snímku hrudníku pouze při vyšší stupni postižení plic dle CT hrudníku.

K statistickému posouzení této hypotézy jsme se stavili vícepolní tabulku, která vyjadřuje vztah stupně nálezu na CT a na RTG (tabulka č. 13). Z této tabulky zřetelně vyplývá, že navržená hypotéza neplatí. Pokud použijeme lineární regresní analýzu, která vyšla s pozitivním výsledkem, $p < 0.001$, platí, že čím je vyšší hodnota na RTG, tím je i nález na CT významnější, nelze však spolehlivě určit jakýkoliv práh, od kterého je nález na RTG teprve

patrný. Při použití grafu četnosti (obrázek č. 18) je i zde vidět, že míra pozorování, kdy CT odhalí poškození a RTG nikoliv je v rámci celého souboru malá, většina jich je při 1. stupni postižení na CT. Neboli by se dalo aproximovat, ale bez statistického průkazu, vzhledem k nízkému počtu respondentů, že pokud je negativní nálet na RTG u Covid pozitivního pacienta nebude jeho postižení vyšší než 1. stupeň změn na CT.

Tabulka č. 13: Hodnocení vztahu nálezů na RTG a CT (vysvětlivky v textu).

		CT					suma
		0	1	2	3	4	
RTG	0	7	12	1	1	0	21
	1	1	27	12	2	3	45
	2	0	19	25	15	11	70
suma		8	58	38	18	14	136



Obrázek č. 18: Graf četnosti změn na CT a RTG. (modré body vyjadřují kvantitativní četnost změn, červená linie odráží model lineární regresivní analýzy; vodorovná osa změny na CT, svislá na RTG).

Pokud na RTG snímku prokážeme infiltrát je nález na CT pozitivní.

Abychom mohli zanalyzovat tuto hypotézu je také nutné vytvořit tabulku ze získaných dat, která bude obsahovat redukovaná data z CT (1 = CT s postižením / 0 = CT bez postižení) a RTG (0 = CT bez infiltrátu / 1 = CT s infiltrátem). Pokud aplikujeme na tato data logistickou regresní analýzu tak potvrzuje statisticky signifikantní rozdíl $p = 0.002$. Z vlastní tabulky je pak

jasné, že ve 100 % případů v případě nálezů infiltrátů na RTG bude pozitivní nález na CT (tabulka č.14).

Tabulka č.14: Výskyt infiltrace na RTG a pozitivita nálezů na CT (vysvětlivky v textu).

		CT		suma
		0	1	
RTG	0	8	58	66
	1	0	70	70
suma		8	128	136

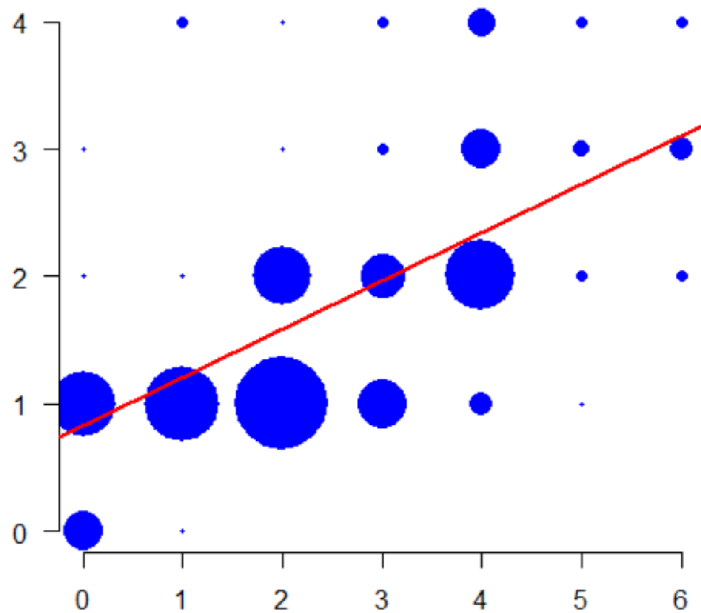
Dle rozsahu postižení na RTG lze stanovit rozsah postižení plicního parenchymu obdobně jako na CT.

K analýze této hypotézy použijeme také kontingenční tabulku, v které budou zaznamenány všechny stupně postižení na CT (0 až 4) a počet postižených plicních polí na RTG (0 až 6), (tabulka č.15).

Tabulka č. 15: Hodnocení vztahu nálezů na RTG a CT (vysvětlivky v textu).

		CT					suma
		0	1	2	3	4	
RTG	0	7	12	1	1	0	21
	1	1	15	1	0	2	19
	2	0	17	11	1	1	30
	3	0	9	8	2	2	21
	4	0	4	13	7	5	29
	5	0	1	2	3	2	8
	6	0	0	2	4	2	8
suma		8	58	38	18	14	136

Vzhledem k rozsahu tabulky, lze z ní jen těžko odvozovat závěry bez dalšího zpracování, kterým byl opět vytvořený graf četnosti a provedená lineární regresivní analýza, ze které vyšla přímá lineární závislost výsledků na RTG a CT neboli čím vyšší je výsledek na RTG, tím vyšší je i na CT a obráceně a to statisticky významně, $p < 0.001$ (obrázek č. 19). Avšak není možné odvodit přesný vztah mezi stupně změn na CT a počtem postižených plicních polí na RTG.



Obrázek č.19: Graf četnosti změn na CT a RTG. (modré body vyjadřují kvantitativně četnosti změn, červená linie odráží model lineární regresivní analýzy, vodorovná osa změny na RTG, svislá na CT).

RTG hrudníku není dostačující metodou k určení léčebného postupu u pacientů s postižením Covid.

Také pro zpracování této hypotézy byla z dat v hlavní výsledkové tabulce byla sestavena kontingenční tabulka (tabulka č.16) vztahu nálezu na CT a RTG, kdy u RTG byly zaznamenán kompletní rozsah změn ve škále 0 až 6, ale CT bylo redukováno pouze na hodnoty 0, kdy bylo postižení menší než 50 % a 1, kdy bylo postižení větší než 50% a to z důvodu, léčebných doporučení, která určují hranici 50% postižení plicního parenchymu jako známku závažného průběhu nemoci, což sebou přináší jiný postup léčby²³.

Tabulka č.16: Změny při RTG a CT (vysvětlivky v textu).

		CT		suma	%	%
		0	1		stupně	sumačně
RTG	0	21	0	21	100,00%	100,00%
	1	17	2	19	89,47%	95,00%
	2	28	2	30	93,33%	94,29%
	3	17	4	21	80,95%	91,21%
	4	16	13	29	55,17%	82,50%
	5	3	5	8	37,50%	81,60%
	6	2	6	8	25,00%	79,39%
suma	104	32	136			

Vzhledem k předpokládané závislosti jedné proměnné na druhé, lze závislost obou proměnných hodnotit pouze logistickou regresivní analýzou, která vyšla signifikantně, $p < 0.001$, tj. čím vyšší skóre na RTG, tím vyšší pravděpodobnost hodnoty 1 na CT. Výsledkem provedené analýzy je také tzv. ODDS Ratio (poměr rizik), který je v našich datech 2,44 (95% intervaly spolehlivosti 1.71 – 3.47), to znamená, že hodnota na RTG je statisticky v průměru o 2,44 (95 % dat v rozmezí 1.71-3.47) vyšší, když je na CT 1, než když je na CT 0. Ale již z tabulky je jasné, že nelze spolehlivě určit hraniční hodnotu postižení segmentů na RTG, která by s jistotou potvrzovala více jak 50% postižení na CT. Spolehlivost určení naopak postižení do 50 % určuje poslední sloupec tabulky, z něho vyplývá, že při negativním nálezu na RTG je ve 100% nález na CT do 50 %. I při změnách do jednoho či dvou plicních polích na RTG je pravděpodobnost 95 % resp. 94,3 %, že postižení bude na CT do 50 %. U postižení ve více plicních polích, pak procentuální úspěšnost klesá pod 90 %.

9.2 Vedlejší hypotézy

9.2.1 Vztah ke kouření

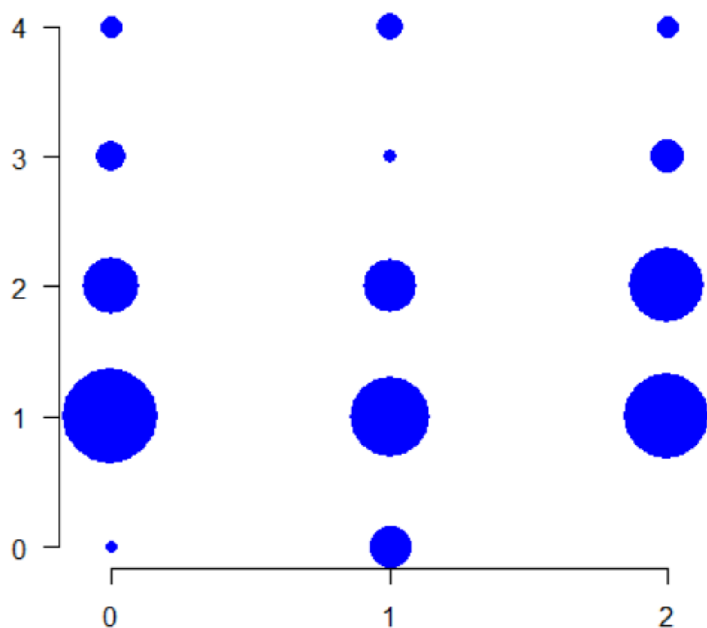
Hypotéza H0: Kuřáci budou postižení Covid častěji než nekuřáci.

V České republice je dle posledních dostupných údajů výzkumu organizovaného Státním zdravotním ústavem v roce 2019 24,9 % kuřáků starších 15 let²⁵. Což je oproti roku 2018 pokles o 3,6procentního bodu se sestupnou tendencí již od roku 2012. Naproti tomu v našem souboru bylo zastoupení kuřáků pouze 11,7 %, počet kuřáků tak byl více jak dvakrát nižší než v populaci, z čehož lze odvodit, že naopak kuřáci mohou být postižení méně často než nekuřáci.

Hypotéza H0: Postižení u kuřáků bude na CT horší než u nekuřáků.

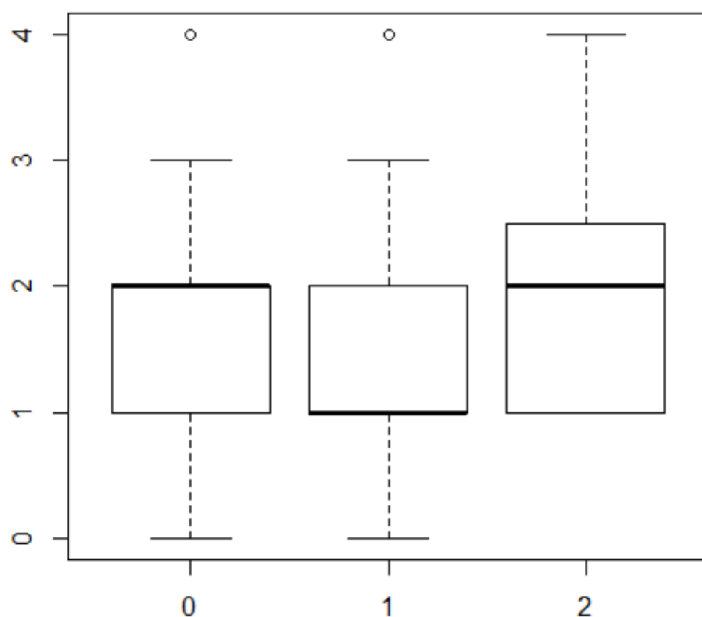
Pro testování hypotézy jsem zvolila Mann Whiney/Wilcoxon test, v kterém nebyly zaznamenány statisticky významně vyšší změny u aktivních kuřáků $p=0,30$.

Pokud však použijeme Kruskalův-Wallisův test, což je neparametrický test pro semikvantitativní proměnnou, který je mírně limitován vzhledem k malému počtu respondentů zvláště u kategorie exkuřák, vycházejí nám zajímavé výsledky. Znázornění četnosti jednotlivých kategorií ve vztahu ke stupni postižení ukazuje obrázek č. 20.



Obrázek č.20: Graf četnost výskytu stupně změn dle vztahu ke kouření s proporční normalizací dat vůči sumě případů. (horizontální osa 0=nekuřák, 1=kuřák, 2=exkuřák; vertikální osa stupeň postižení na CT).

Boxploty grafu jsou stran četnosti stejné u nekuřáků i kuřáků, ale s rozdílem ve výskytu mediánu, kdy tento jev vyjadřuje, že nižší hodnoty jsou u kuřáků. Medián postižení na CT je stejný u nekuřáků jako u exkuřáků, ale u exkuřáků byl soubor nedostatečný, a tak je zatížen větší chybou. Také v rozptylu, který dokazují i četnosti dle obrázku č. 21, který je však upraven proporčně, jelikož v našem souboru je velký nepoměr mezi jednotlivými kategoriemi: 100 nekuřáků, 16 kuřáků a 20 exkuřáků, je potvrzen závěr z boxplotů, tedy rozložení je prakticky identické u nekuřáků a exkuřáků, oproti kuřákům, kteří mají četnější výskyt nižších stupňů postižení na CT.



Obrázek č. 21: Boxploty ukazující četnost výskytu stupňů postižení na CT u jednotlivých kategorií (horizontální osa 0= nekuřák, 1= kuřák, 2= exkuřák, vertikální stupeň postižení na CT; tmavá linie v boxplotech ukazuje hladinu mediánu ve skupině).

9.2.2 Vztah k tělesné konstituci – BMI

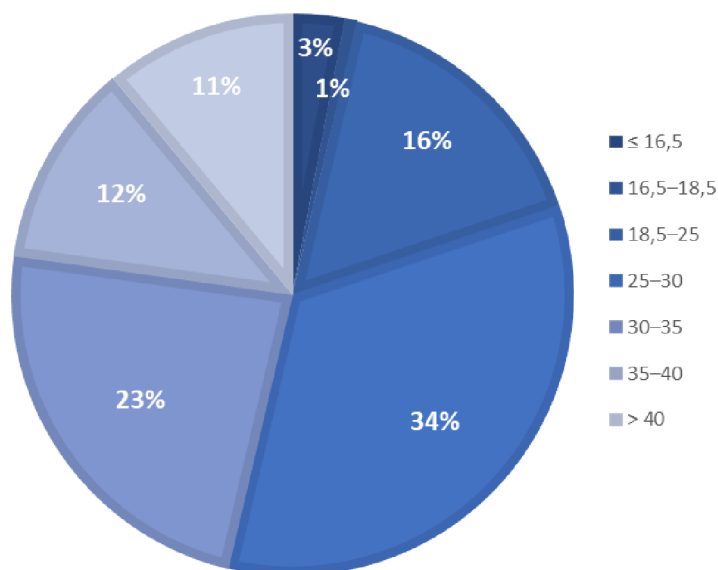
Hypotéza H0: V naší skupině pozitivních pacientů bude více pacientů obézních než v běžné populaci.

Index tělesné hmotnosti (BMI z anglického Body mass index) je obvyklou veličinou vyjadřující konstituci pacienta, která je indikátorem podváhy, normální tělesné váhy, nadváhy a obezity. Výpočet BMI je dán poměrem hmotnosti v kilogramech ku druhé mocnině výšky v metrech. Jako normální, ideální, zdravá váha je označován BMI v rozsahu 18,5 až 25 kg/m², naopak obezitou je označována situace, kdy BMI u jedince je vyšší než 30 kg/m² (tabulka č. 17). V České republice bylo dle zdrojů Českého statistického úřadu v roce 2017 25,2 kg/m², což je těsně nad hranicí normálních hodnot, nadváhu má 47 % mužů a 33 % žen, obezita zužuje 20 % mužů a 18 % žen²⁶.

V testovaném souboru byl průměrný BMI 30 kg/m² s mediánem 29 a rozsahem 15-54 kg/m². Rozložení BMI v souboru dle jednotlivých kategorií je uvedeno v tabulce č. 17 a obrázek č. 22.

Tabulka č.17: Stupně výživy dle BMI s uvedený počtem pacientů v našem souboru.

Kategorie	Rozsah BMI	Počet
těžká podvýživa	$\leq 16,5$	4
podváha	16,5–18,5	1
ideální (zdravá) váha	18,5–25	22
nadváha	25–30	46
obezita prvního stupně	30–35	32
obezita druhého stupně	35–40	16
obezita třetího stupně (též morbidní obezita)	> 40	15

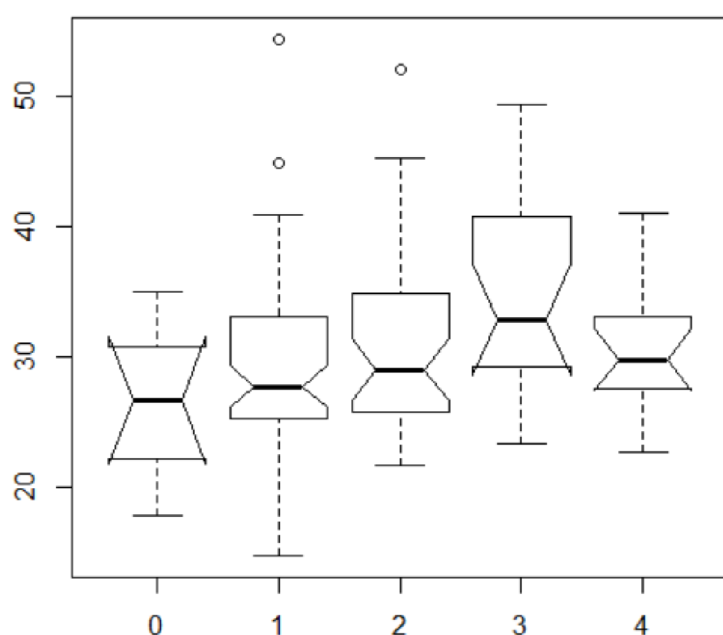


Obrázek č.22: Procentuální četnost jednotlivého stupně výživy dle BMI v souboru.

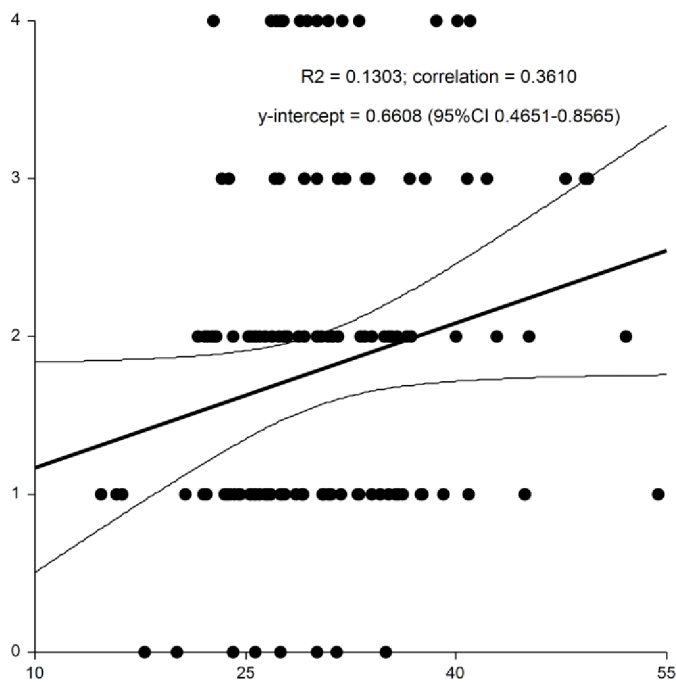
Z uvedeného vyplývá, že nadváhou nebo obezitou trpělo více jak 80 % respondentů a některým stupněm obezity více jak 46,3 %, což je v ostrém kontrastu k počtu pacientů s normální váhou 16,2 %. Při porovnání se českou populací jako celku, kde je, jak bylo uvedeno 20 % mužů a 18 % žen s obezitou, je patrný významný posun u postižených Covidem v souboru směrem k obezitě. Muži v souboru 38,9 % s obezitou, 2x více než v běžné populaci, a u žen dokonce v 54,7 %, což je téměř 3x více než v běžné populaci.

Hypotéza H0: Změny při Covid postižení budou na CT výraznějších u pacientů s vyšším BMI.

Při použití lineární regrese byla nalezena signifikantní závislost nálezu na CT v závislosti na BMI, $p = 0,0152$ a hypotéza H0 může být přijata. Jako doplňkové testy byly, k posouzení vlivu BMI na závažnost postižení na CT také použity semikvantitativní neparametrický Kruskalův-Wallisův test. Jehož výsledek shrnuje obrázek č.23. Dále byl použit pro korelaci Spearmanův koeficient a ordinální regrese, závěr všech těchto testů je identický. Při Spearmanově koeficientu 0,23, stejně jako koeficient $p = 0,05$ u ordinální regrese (obrázek č.24) je výsledek pozitivní, ale velmi nevýrazný. Stejně jako na uvedeném grafu z Kruskalova-Watersova testu vyplývá, že s nárůstem BMI tedy roste i stupeň změn na CT.



Obrázek č. 23: Výsledek Kruskalova-Wallisova testu porovnání četnosti výskytu stupně změn na CT v závislosti na BMI (horizontální osa stupeň postižení na CT; vertikální osa hodnota BMI).



Obrázek č.24: Graf vztahu BMI a CT podle lineární regresivní analýzy (horizontální osa hodnota BMI; vertikální osa stupeň postižení na CT).

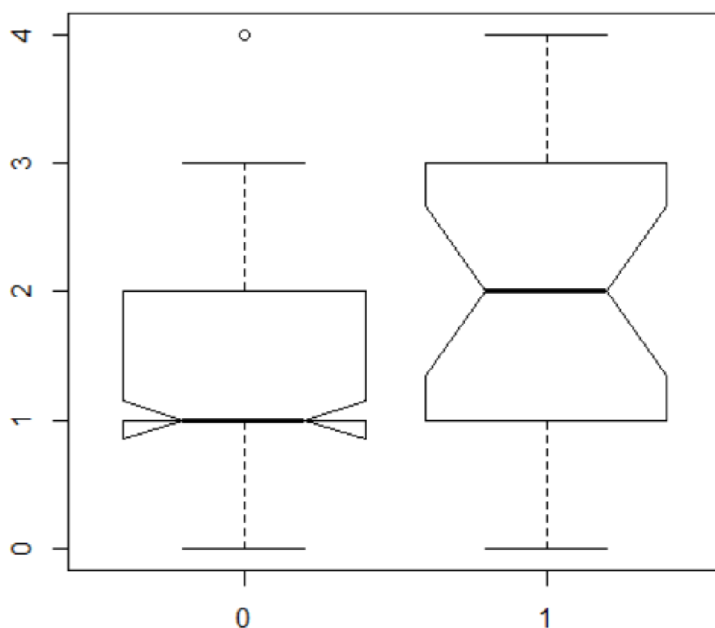
9.2.3 Vztah k chronickému plicnímu onemocnění

Hypotéza H0: Covid infekcí budou postižení více nemocní s chronickým plicním onemocněním

V souboru pacientů se vyskytli nemocní s rozličným chronickým plicním postižením v 23 případech: astma bronchiale (N=16), chronická obstrukční plicní nemoc (N=4), plicní forma sarkoidóza (N=3). Postižení astmatem tak bylo u 11,8 % procenta pacientů v souboru což odpovídá odhadovanému zastoupení astmatiků v populaci v ČR, který je mezi 10 až 12%²⁷. Hypotézu H0 tedy zamítáme.

Hypotéza H0: Větší rozsah postižení na CT bude u pacientů s chronickým plicním onemocněním než u pacientů bez těchto změn.

Abych mohli zhodnotit rozsah postižení na CT a případnou jeho závislost na postižení plic byly použity 2 testy, ani u jednoho však nebyl prokázán statisticky signifikantní rozdíl nálezů na CT mezi těmi co měli nějaké chronické plicní onemocnění, oproti těm, co byli bez postižením. Při použití Mann-Whitney/Wilcoxon test, $p=0,278$. Jako druhý byl použit semikvantitativní neparametrický Kruskalův-Wallisův test. I když výsledky nejsou statisticky významné, vzhledem k počtu respondentů zvláště u chronických onemocnění, na obrázku č. 25 je patrný vyšší medián u pacientů s chronickým postižením, kterým je 2. stupeň postižení na CT než u pacientů bez chronických změn na plicích, zde je mediánem 1. stupeň.



Obrázek č. 25: Výsledek Kruskalova-Wallisova testu porovnání četnosti výskytu stupně změn na CT v závislosti na postižení plic chronickým onemocněním (horizontální osa 0= bez postižení, 1= s chronickým plicním onemocněním; vertikální osa stupeň postižení na CT).

9.2.4 Vztah k chronickým nemocem

Hypotéza H0: Covid infekcí budou postižení více nemocní s cukrovkou

V souboru jsem sledovala počet pacientů trpících cukrovkou, kterých bylo celkem 35 tj. 25,7 %, 15 mužů a 20 žen. Ty jsem dále rozdělila na pacienty s cukrovkou 1. typu (N=1), 2. typu na dietě (N=4), 2. typu na perorálních antidiabetících (N=19) a 2. typu na léčbě inzulinem (N=11). Dle dat UZIS byl diabetes v roce 2019 zaznamenán u více jak milionu osob v ČR (521,2 tisíc mužů a 524,4 tisíc žen), což odpovídá 9,8 % populace ČR²⁷.

Hypotézu H0 můžeme potvrdit, jelikož rozdíl mezi počtem nemocných s cukrovkou v souboru (25,7 %) a v populaci (9,8 %) je více jak 2,5násobný, tedy významný.

V případě, kdybychom jako v předchozí odstavci korelovali míru postižení plic na CT u pacientů s diabetem v porovnání s pacienty bez diabetu při použití Kruskalova-Wallisova testu závěry budou statisticky nevýznamné vzhledem k početně nesourodé skupině pacientů – p hodnota testu 0,94.

Pro zjištění významnosti rozdílu nálezu na CT u pacientů s jakýmkoliv typem DM, oproti těm, co neměli jsme použili Mann-Whitey/Wilcoxon test, který také neprokázal statisticky signifikantní rozdíl, $p=0,588$.

Hypotéza H0: Covid infekcí budou postižení více nemocní léčení pro vyšší krevní tlak

V souboru jsem také sledovala počet pacientů, kteří byli léčení pro vyšší krevní tlak, bylo jich 66 tj. 48,5 %, z toho 35 žen a 31 mužů. Dle dat Státního zdravotnického ústavu byla prevalence hypertenze u dospělé populace v roce 2014 v ČR 33 %, avšak léčených hypertoniků je pouze cca 60 %, tedy v populaci v ČR je odhadem cca 20 % léčených hypertoniků²⁸.

Hypotézu H0 můžeme potvrdit, jelikož rozdíl mezi léčeným procentem hypertoniků v souboru (48,5 %) a v populaci (20 %) je více jak dvojnásobný a tedy významný.

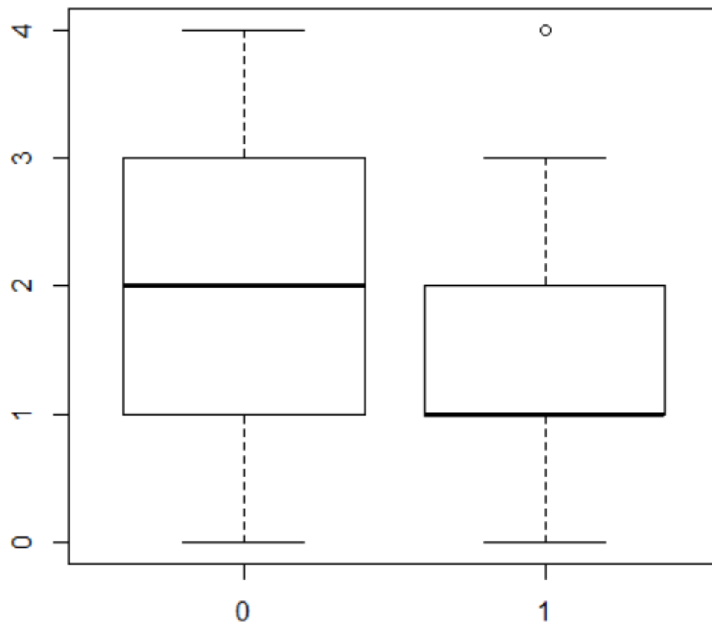
Pokud bychom i zde chtěli jako v předchozích případech korelovat míru postižení plic na CT u pacientů s léčenou hypertenzí při použití Kruskalova-Wallisova testu závěry budou statisticky nevýznamné vzhledem k vysokému rozdílu v počtu pacientů v jednotlivých skupinách – p hodnota testu 0,25.

Také byl použit Mann-Whitey/Wilcoxon test, který neprokázal statisticky signifikantní rozdíl nálezu na CT mezi těmi, co měli HTN, oproti těm, co neměli, $p = 0,250$

9.2.5 Vztah k sociodemografickým údajům

Hypotéza H0: Rozsah postižení nebude závislý na pohlaví.

Jak bylo uvedeno v předchozí kapitole v souboru je 70 % žen (N=64). Pokud i zde aplikujeme Kruskal-Wallisův test na porovnání významnosti postižení u jednotlivých pohlaví, můžeme sice hypotézu na hladině významnosti 95 % přijmout, vzhledem k hodnotě $p=0,06491$, nicméně z boxplotu jsou patrné mírně zvýšené hodnoty u mužů (obrázek č.26). Což potvrzuje i výsledek Mann-Whitey/Wilcoxon testu, pokud ho použijeme na testování hypotézy, že u mužů budou nálezy na CT horší, tak je výsledek statisticky signifikantní, $p= 0,032$.

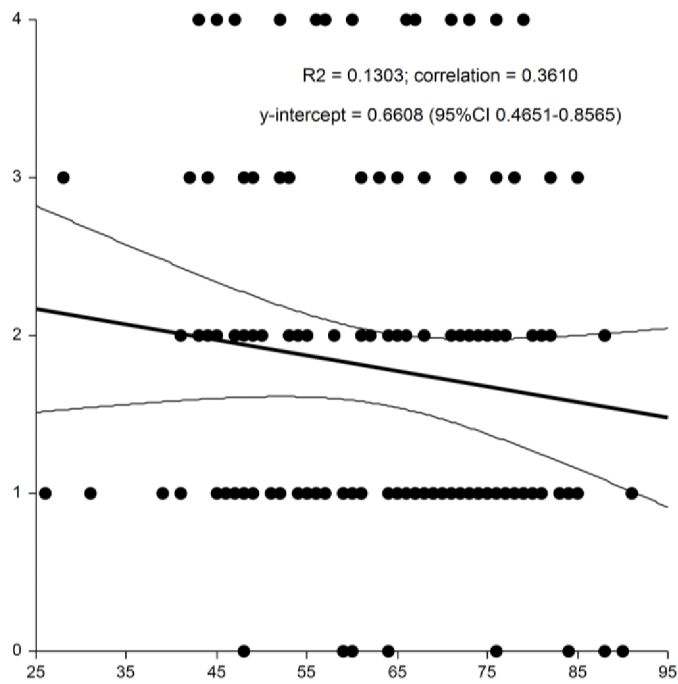


Obrázek č. 26: Boxploty hodnot CT postižení v rámci pohlaví (vodorovná osa 0= muž, 1= žena; vertikální osa stupeň změn na CT).

Hypotéza H0: Rozsah postižení nebude závislý na věku.

Věkové rozdělení pacientů v souboru je uvedeno v tabulce č. 11, s průměrným věkem 63 let, u žen 65 let a u mužů 61 let.

Při výpočtu vztahu věku a stupně postižení na CT je obdobně jako u hodnocení vztahu BMI ke změnám na CT použit Spearmanův korelační koeficient a metoda lineární regresní analýzy. U obou metod je výsledek hodnocen jako statisticky nevýznamný (Spearman $p = -0,1263$, lineární regrese $p = 0,134$) znamenající takřka žádný vztah s jen mírně klesající tendencí: tj. čím starší pacient, tím nižší hodnota stupně postižení (obrázek č. 27). Hypotézu H0 nezamítáme.



Obrázek č. 27: Vztah věku a stupně postižení na CT podle ordinální regrese (vodorovná osa věk, vertikální stupeň změn na CT).

10 DISKUZE

Zkoumala jsem výtěžnost RTG hrudníku u nemocných s diagnostikovaným onemocněním Covid-19 pomocí zhodnocení souboru pacientů, kteří podstoupili RTG hrudníku a CT hrudníku během 24 hodin. Data byla získána z nemocničního informačního systému jako popisy vyšetření. Na oddělení, kde probíhal můj výzkum byl primářem vybrán pro tyto pacienty povinný skórovací systém pro postižení plic na RTG i CT hrudníku. U RTG byl vybrán modifikovaný skórovací systém Brixia²⁹, který se objevil v prováděných studiích popisujících postižení Covid19 na RTG hrudníku. Systém spočívá, stejně jako ten používaný v mé práci, v rozdělení plicních křídel na RTG na jednotlivá plicní pole vpravo a vlevo, vždy 3 pole – horní, střední a dolní, kdy hranici tvoří aortální oblouk a dolní okraj pravé dolní plicní žíly. Na oddělení, jehož data jsem zpracovávala, byl toto rozdělení modifikováno ve smyslu obvyklých hranic plicních polí v české literatuře, kdy hranice jsou ventrální průběh 2. resp. 4. mezižebří. Tuto změna lze považovat za úpravu z hlediska výzkumu nepodstatnou. Významným rozdílem však byla klasifikace změn, kdy ve zpracovávaném souboru byl specifikován pouze počet polí, v kterých se nacházelo průkazné postižení plicního parenchymu a charakter změn byl rozdělen pouze na změny intersticiální nebo infiltrativní a podle toho určen výsledek vyšetření. Jakmile byl přítomen aspoň v jednom poli infiltrát byl pacient zařazen do skupiny s infiltrativním postižením. Naproti tomu systém Brixia hodnotil jednotlivé změny v každém plicním poli zvlášť v tří bodové škále: 0- bez nálezu, 1- převaha intersticiálních změn, 2- převaha infiltrativních změn. Výsledné skóre je pak součet postižení v jednotlivých polích a může nabýt hodnoty 0-18. Tento rozdíl by mohl být vnímám jako jistá limitace sledování, jelikož hodnocení používané na „mém“ pracovišti není tolik přesné. K výzkumné práci mi však byly přístupné pouze popisy vyšetření, s kterými jsem pracovala a nemohu výsledky vyšetření, jakkoliv měnit. V literatuře se uplatňují i další skórovací systém postižení Covid-19 na RTG hrudníku jako například RALE³⁰, který je jinak používán pro hodnocení závažnosti změny při ARDS a hodnotí procentuální postižení pravého a levého plicního křídla 0. - 4., dle odhadu procentuálního postižení odstupňovaném po 25 %. Obdobně existuje celá řada skórovacích systému pro hodnocení postižení plic při Covid-19 na HRCT. „Chest CT severity score (CT-SS)“ je poměrně hojně užívaný systém, který dělí plicní parenchym na 20 oblastí, většinou kopírující plicní segmenty, v kterých dále určuje rozsah postižení (0, do 50%, nad 50%) a podle toho přiřazuje počet bodů (0 až 2), celkové skóre je pak součtem těchto hodnot, nabývá hodnot 0- 40. Dalším používaným systémem je „Chest CT score“, které je kalkulováno pro každý lalok, kdy opět hodnotí jejich postižení po čtvrtinách s přiděleným počtem bodů od 0 až po 5. dalšími indexy jsou například: „Total severity score“, „ Modifikované total severity score“, „ 3-level

chest severity score³¹. V mé práci jsem použila hodnocení, které bylo určeno na oddělení. Postižení plic bylo hodnoceno celkově ve stupni postižen plicního parenchymu ve čtyřech stupních od nulového až po postižení vyšší než 75 % (4. stupeň). Tento skórovací systém měli lékaři oddělení povinnost psát do popisu vyšetření. Určeno bylo dohodou mezi primáři oddělení radiodiagnostického a infekčního, jelikož dle doporučení k léčbě Covid19, bylo rozhodující procento postižení plic. V této práci je jedno z kritérií pro závažnou formu nemoci – postižení 50 % a více parenchymu plic na zobrazovacích metodách¹⁹.

Mým hlavním cílem bylo zhodnotit diagnostický přínos RTG hrudníku při péči o pacienty s onemocněním Covid-19. Výsledky použitých hlavních hypotéz ukázaly, že existuje statisticky významným rozdíl v detekci postižení na RTG a CT. Pokud jsem vztáhla výsledky RTG k CT jako zlatému standardu, pak přesnost RTG v detekci změn byla 89 %, tato hodnota je srovnatelná s výsledky ostatních prací³². Zajímavou hodnotou je pak velmi nízká negativní prediktivní hodnota 33,3 %, což prakticky znamená, že pouze v jedné třetině případů jsi můžeme být jistí, že pokud je nález na RTG negativní bude negativní i na CT, jelikož ve 2/3 negativních RTG byl nález na CT plic pozitivní. Naopak pozitivní prediktivní hodnota, která je 99,1 %, je významná a odráží výbornou korelaci v případě pozitivních nálezů, jelikož pouze jeden případ RTG snímku byl falešně pozitivní. V další hypotéze jsme se snažili přiřadit stupeň postižení na CT nálezu na RTG, zde nám vyšla statisticky významná závislost mezi významností nálezu na RTG a na CT. A z grafu závislosti bylo možné vyvodit závěr, který však nebylo statisticky možné prokázat vzhledem k malému souboru respondentů, že v případě pozitivního nálezu na RTG nebude postižení na CT vyšší než 1. stupeň tedy do 25 %. Tyto dvě hypotézy jsem doplnila jednoduchou hypotézou, která prokázala jasných vztah mezi infiltrátem na RTG a nálezem na CT neboli pokud radiolog popíše na RTG infiltrát, nález na CT byl vždy pozitivní, což u intersticiálních změn neplatí. Závěry těchto hypotéz jsou nyní již opakovaně dokládány v literatuře. Již řada studií prokázala, že citlivost RTG snímků pro nízké stupně postižení není dobrá a nemohou proto být doporučeny k první linii zobrazování změn na plicích. Často je v písemnictví také zmiňován negativní obraz na RTG v počátečních fázích onemocnění, kdy pozitivní nález bývá obvykle až za 10-12 dní^{33,34}. Tuto skutečnost nelze v mé studii prokázat, jelikož jsem nesledovala odstup provedených vyšetření od průkazu positivity PCR testu.

V další hlavní hypotéze jsem měla snahu přímo vysledovat vztah mezi stupněm postižení na RTG a CT, neboli bylo by možné nahradit CT vyšetření RTG vyšetřením se získáním obdobné škály míry postižení. Při testování hypotézy byla sice prokázána statisticky významná lineární závislost změn na RTG a CT, nicméně přímou korelaci mezi jednotlivými stupni

postižení na RTG a CT nelze z našich dat při použití uvedených skórovacích systému vyvodit. Abychom byli schopni provést tuto korelaci, bylo by za potřebí větší skupiny pacientů a pravděpodobně použít detailnější skórovací systémy, tak jako v práci Abo-Hedibaha a kol.³², v které při použití skórovacího systému Brixie pro RTG a CT-SS pro CT autorům vyšla spolehlivost RTG a korelace RTG s CT pro hodnocení změny zvláště ve středně těžkých a závažných případech.

Také na podkladě výsledku této práce jsem se rozhodla zpracovat další hypotézu týkající se léčby, jako praktický výstup možnosti použití RTG snímku při léčbě pacientů, a to zda lze určit spolehlivě na RTG postižení větší než 50% plicního parenchymu, což je hranice rozhodující pro určení léčby¹⁹. I u této hypotézy byla testováním prokázána souvislost stupně změn na RTG a CT. Z dat tabulky jsme mohli aproximovat, že v případě, kdy na RTG byly změny pouze maximálně ve 2 plicních polích, postižení bylo v 94,3 % menší než 50 % na CT. Ještě v případě postižení žádného až ve 3 plicních polích je pravděpodobnost změn na CT do 50 % 91,2 %. U vyššího stupně na RTG pak procento spolehlivosti již klesá. V citovaném doporučení Společnosti infekčního lékařství ČLS JEP¹⁹, není blíže specifikováno, jedná-li se o radiologické postižení na RTG či CT, tedy z tohoto hlediska je náš výsledek přenositelný do praxe. I když v literatuře jsem nenalezla práci s podobným záměrem, aby RTG přímo hodnotilo míru postižení plic místo CT a dle výsledku byla řízena léčba, v písemnictví je celá řada prací na podobné téma jako například práce Rababa a Goudy, kteří zhodnotili přínos RTG hrudníku k léčbě a sledování pacientů s COVID-19. Závěr práce pak vyzněl, že RTG nálezy jsou velmi dobrým prediktorem pro hodnocení průběhu onemocnění COVID-19 a mohou být používány pro sledování dlouhodobého vývoje změn³⁵. Také v doporučených postupech WHO je RTG snímek zařazen v rozhodovacím algoritmu léčby COVID-19 infekce v celé řadě situací³⁶.

Práci jsem doplnila několika vedlejšími hypotézami, které převážně zpracovávaly vybraný soubor Covid-19 pozitivních pacientů po stránce sociodemografické a morbidit, jelikož k těmto údajům, se náš soubor choval jako skupina náhodně vybraných jedinců.

Základní sociodemografický parametr je pohlaví, v souboru bylo 70 % žen, zajímalo mě však, jestli bude rozdíl v rozsahu postižení u pohlaví, i když tato prostá interpretace nezohledňuje další údaje o pacientech a lze ji jen těžko objektivně odůvodnit, výsledek byl statisticky signifikantní – muži měli v průměru o jeden stupeň horší postižení na CT. Tento můj výsledek je v korelaci s údaji v literatuře, kdy autoři za USA a Kanady došli k závěru, že mužské pohlaví je jasným rizikovým faktorem onemocnění Covid-19³⁷. Tento závěr může být trochu překvapivý, oproti tomu i u široké veřejnosti je široce přijímán fakt, že věk je jednoznačným rizikovým faktorem pro vznik a průběh infekce. V mém souboru byl průměrný

věk 63 let, což je téměř o 20 let více než je průměrný věk v ČR dle údaje Českého statistického úřadu z roku 2021 - 42,8 roku. Obdobné výsledky jsou i ve světě, kdy například v práci Romera a spol. byl s věkem jasně prokázán nárůst rizika a závažnějšího průběhu onemocnění³⁸.

Při začátku pandemie byl uváděn předpoklad, že Covid-19 postihuje více jedince, kteří kouří, jelikož u nich je plicní parenchymu namáhán a neúměrně zatížen škodlivým cigaretovým kouřem³⁹, z toho předpokladu vycházely i naše první dvě vedlejší hypotézy. Avšak při testu první hypotézy byl závěr jednoznačný, počet kuřáků v našem souboru je více jak 2x nižší než v populaci ČR, z čeho samozřejmě nelze odvodit, že kuřáci jsou postižení méně často než nekuřáci, ale je zřejmé, že neplatí předpoklad, že kuřáci budou častěji hospitalizováni a mají horší průběh nemoci vyžadující hospitalizaci. Tento výsledek jsem se snažila ještě podpořit další hypotézou, která také neprokázala statisticky významněji vyšší změny ba CT u kuřáků. A dokonce bylo možné, i když na malé skupině, že medián změn na CT u kuřáků byl nižší než u nekuřáků nebo exkuřáků. I ve světové literatuře se postupně začaly objevovat práce, které mírně zpochybňovaly vliv kouření na negativní průběh onemocnění Covid-19 resp. frekvenci nákazy u kuřáků, a to díky například k možnému tlumícímu účinku nikotinu na ACE2 receptory, které nový koronavirus používá ke vstupu do buněk⁴¹. V letošním roce pak vyšla práce francouzských autorů, která dospěla ke stejnému závěru jako já, tedy, že počet kuřáků nakažených Covid-19 je nižší než procento kuřáků v populaci⁴¹.

Na rozdíl od kuřáků byla nadváha považována od začátku pandemie Covid-19 jako prognosticky negativního faktoru spolu s postižením plic chronickým onemocněním. Jasným důkazem je, že v souboru byla převaha pacientů minimálně s nadváhou 80 %, s obezitou pak 46 %, což je významně více než v běžné populaci. Také se podařilo statisticky prokázat, že změny na CT jsou v korelaci s hodnotou BMI, a dokonce lze vyvodit, že čím vyšší BMI tím větší postižení na CT. U pacientů s astma bronchiale bylo procento zastoupení v souboru identické jako v populaci obyvatel ČR, ale bylo prokázáno, že u všech pacientů s chronickým postižením plic je průměrný medián postižení na CT o stupeň vyšší. Výsledky těchto dvou skupin jsou v korelaci se světovou literaturou. Negativně lineární vztah BMI k pravděpodobnosti onemocnění COVID-19 prokázala studie Recalda a spol. na více jak 2,5 milionech obyvatelích Španělska⁴². U chronického plicního onemocnění je v literatuře udáván rozdíl u astmatu, které se nezdá být významným rizikem pro průběh onemocnění COVID-19, naopak u pacientů s CHOPN či intersticiálním plicním postižením je mírně zvýšené riziko horšího průběhu nemoci⁴³. V mém souboru mírně převažovali pacienti s astmatem, avšak vzhledem k jejich malému počtu jsem je spojila s pacienty s CHOPN a výsledky, ač jsou v korelaci s literaturou mohou být mírně zkresleny.

Také cukrovka a vyšší krevní tlak jsou považovány za prognosticky negativní faktory⁴⁴. V mém souboru pacientů bylo zastoupení pacientů s těmito chorobami malé, proto výsledky nebylo možné statisticky zpracovat. Ovšem z pouhého procentuálního zastoupení jednotlivých skupin v populaci a v mé skupině je zřejmé, že s v mém souboru tito pacienti vyskytovali významně více. U cukrovky to bylo 2,5x více (25,7 % v souboru oproti 9,8 % v populaci), u léčených hypertoniků pak rozdíl byl dvojnásobný (48,5 % v souboru, 20 % v populaci).

11 ZÁVĚR

V mé práci jsem se na souboru pacientů s prokázaným onemocněním COVID-19 pomocí PCR testu snažila zhodnotit přínos RTG vyšetření hrudníku. Pacienti byli vybráni z nemocničního informačního systému nemocnice krajského typu, podmínkou zařazení bylo, aby byla vyšetření RTG hrudníku a CT hrudníku provedena nejdéle v odstupu 24 hodin, abychom eliminovali vliv progresu či regrese postižení. Výběrovým kritériím vyhovělo 136 nemocných. U sledovaného souboru jsem získala z NIS a PACSu nemocnice údaje o provedených vyšetřeních, sledovala popsané nálezy lékaři a evidovala příslušné sociodemografické údaje pacientů, které jsem hodnotila ve vztahu ke Covid-19 infekci v rámci vedlejších hypotéz.

Z těchto hypotéz vyplynulo, že typickým pacientem v našem souboru, a tudíž pacientem s pravděpodobně vyšším rizikem vzniku COVID-19 je starší obézní muž, nekuřák, s cukrovkou a léčenou hypertenzí. A to, jelikož v souboru byl průměrný věk 63 let, což je výrazně více než v ČR. Dále jsem prokázala, že v souboru bylo sice více žen, ale nález byl horší u mužů. Pacientů s nadváhou byla v souboru valná většina a hodnota BMI byla v přímé úměře se stupněm změn na CT. Mezi sledovanými bylo více nekuřáků, pacientů s cukrovkou a léčených hypertoniců, než je zastoupení v populaci ČR. U pacientům s chronickým plicním postižením naopak tento rozdíl nebyl prokázán.

Cíl práce však byl testován prostřednictvím pěti hlavních hypotéz, díky kterým se mi podařilo potvrdit korelaci s dostupným písemnictvím, že detekce změn při Covid 19 infekci je na RTG statisticky nižší než na CT a zejména negativní nález na RTG má pouze minimální výpovědní hodnotu, vzhledem k nízké NPH 33,3 % a nelze ho v praxi použít k vyloučení změn na plicích. Avšak pokud najdeme na snímku infiltrativní postižení plic, nález na CT je vždy pozitivní, stejně tak lze prokázat lineární souvislost se stupněm změn na RTG a na CT, která může mít význam v situaci, kdy je rozhodováno o léčbě. Pro léčbu je dle platných doporučení nutné rozhodnout o míře postižení plicního parenchymu, kdy hranice je 50 %. Pro tuto situaci jsem potvrdila, že v případě postižení méně jak tří plicních polí bude postižení na CT s téměř 95 % pravděpodobností menší než 50 %.

Referenční seznam – seznam použitých zdrojů

1. Chudáček, Z. *Radiodiagnostika*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995. Učební text (Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví). ISBN 80-7013-114-4.s.156-157
2. Nekula, J., Heřman, M., Vomáčka J. a Köcher M. *Radiologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2001. ISBN 80-244-0259-9.s.31
3. Vyhnánek, L. *Radiodiagnostika: kapitoly z klinické praxe*. Praha: Grada, 1998. ISBN 80-7169-240-9.s.92
4. Heřman, M. *Základy radiologie*. V Olomouci: Univerzita Palackého, 2014. ISBN 978-80-244-2901-4. s.40
5. Ferda, J., Novák, M., Kreuzberg, B. *Výpočetní tomografie*. Praha: Galén, 2002. ISBN 80-7262-172-6.
6. Ferda, Jiří, Mírka H., Baxa J. a Malán A. *Základy zobrazovacích metod*. Praha: Galén, [2015]. ISBN 978-80-7492-164-3.
7. Ševčík, P., Skříčková J., Šrámek V. *Záněty plic v intenzivní medicíně*. Praha: Galén, c2004. ISBN 80-7262-278-1.
8. Malíková, H. *Základy radiologie a zobrazovacích metod*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2019. ISBN 978-80-246-4036-5.
9. Ferda, Jiří, Mírka H., Baxa J. *Multidetektorová výpočetní tomografie: technika vyšetření*. Praha: Galén, 2009, 213 s. : il. (některé barev.) ; 23 cm. ISBN 978-80-7262-608-3.
10. Novotný, J. *Výpočetní tomografie*. Ostrava: ZSF OU, 2006.
11. Prokop, M., Galanski, M. *Spiral and Multislice Computed Tomography of the Body*. Stuttgart: Thieme, 2003. ISBN 3-13-116481-6.
12. KOZIAR VAŠÁKOVÁ, Martina, Jaroslav POLÁK a Radoslav MATĚJ. *Intersticiální plicní procesy: od etiopatogeneze přes radiologický obraz k histopatologické diagnóze*. Praha: Maxdorf, c2011. Jessenius. ISBN 978-80-7345-251-3.
13. Petrovický, P., Seichert V., a Eliška O. *Anatomie s topografií a klinickými aplikacemi*. Martin: Osveta, 2001. ISBN 80-8063-045-3.
14. Polák, J. a Koziar Vašáková M. *Jak na radiodiagnostiku nemocí plic*. Praha: Maxdorf, [2020]. Jessenius. ISBN isbn978-80-7345-635-1.
15. Ministerstvo zdravotnictví České republiky. *Věstník č. 3/2019* [online]. Praha: MZČR. 2019 S10-S23 [cit. 2022-02-08] Dostupné z:

- <https://www.mzcr.cz/wpcontent/uploads/wepub/17047/37091/V%C4%9Bstn%C3%ADk%20MZ%20%C4%8CR%203-2019.pdf> S10-S23 [cit. 2022-02-08]
16. Adil MT, Rahman R, Whitelaw D, Jain V, Al-Ta'an O, Rashid F, Munasinghe A, Jambulingam P. SARS-CoV-2 and the pandemic of COVID-19. *Postgrad Med J.* 2021 Feb;97(1144):110-116. doi: 10.1136/postgradmedj-2020-138386. Epub 2020 Aug 11. PMID: 32788312. [online] [cit.2022-04-04] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32788312/>
 17. Chilamakuri R, Agarwal S. COVID-19: Characteristics and Therapeutics. *Cells.* 2021 Jan 21;10(2):206. doi: 10.3390/cells10020206. PMID: 33494237; PMCID: PMC7909801. [online] [cit.2022-05-04] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33494237/>
 18. Pascarella G, Strumia A, Piliago C, Bruno F, Del Buono R, Costa F, Scarlata S, Agrò FE. COVID-19 diagnosis and management: a comprehensive review. *J Intern Med.* 2020 Aug;288(2):192-206. doi: 10.1111/joim.13091. Epub 2020 May 13. PMID: 32348588; PMCID: PMC7267177.[online] [cit.2022-03-04] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7267177/>
 19. Štefan M, Chrdle A, Husa P, Beneš J, Dlouhý P. [COVID-19: diagnosis and treatment]. *Klin Mikrobiol Infekc Lek.* 2021 Jun;27(2):61-87. Czech. PMID: 34648643.[online] [cit. 2022-05-04] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34648643/>
 20. Časopis Lékařů Českých 2 2020/159 [online] S55-73 [cit. 2022-02-02] Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/casopis-lekaru-ceskych/2020-2-6/download?hl=cs>
 21. Klinická mikrobiologie a infekční lékařství SSN 1211-264X [online] [2022-03-05] Dostupné z: [https://www.lkcr.cz/aktualit322.html?do\[loadData\]=1&itemKey=cz_100266](https://www.lkcr.cz/aktualit322.html?do[loadData]=1&itemKey=cz_100266)
 22. Pauk N. COVID a plíce. *Jarní interaktivní konference SVL ČLS JEP*, 3. září 2021 Dostupné online: <https://www.prolekare.cz/tema/terapie-kasle/detail/soucasne-moznosti-diagnostiky-a-lecby-covid-19-zkusenosti-z-praxe-a-pro-praxi-128578>.
 23. Doporučený postup Společnosti infekčního lékařství ČLS JEP, 13. 4. 2021 Dostupné online: <https://www.infekce.cz/Covid2019/CovidMimoNem0421.pdf>
 24. Stokes EK, Zambrano LD, Anderson KN, Marder EP, Raz KM, El Burai Felix S, Tie Y, Fullerton KE. Coronavirus Disease 2019 Case Surveillance - United States, January 22-May 30, 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2020 Jun 19;69(24):759-765. doi: 10.15585/mmwr.mm6924e2. PMID: 32555134; PMCID: PMC7302472. [online] [cit.2022-04-08]
 25. Ministerstvo zdravotnictví České republiky. *Tiskové zprávy: Výsledky národního výzkumu SZÚ o užívání tabáku v ČR potvrdily, že českých kuřáků ubývá, povědomí o zdravotních rizicích kouření se zvýšilo.* [online]. 28.5.2020 [cit.2022-04-08] Dostupné z:

- <https://www.mzcr.cz/tiskove-centrum-mz/vysledky-narodniho-vyzkumu-szu-o-uzivani-tabaku-v-cr-potvrdily-ze-ceskych-kuraku-ubyva-povedomi-o-zdravotnich-rizicich-koureni-se-zvysilo/>.
26. Český statistický úřad. Průměrný Čech trpí mírnou nadváhou. *Český statistický úřad*. [online]. ©2018. [cit.2022-04-08] Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/prumerny-cech-trpi-mirnou-nadvahou>.
27. Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR. *Zdravotnická ročenka České republiky 2019*. [online]. ©2020 [cit.2022-04-08] Dostupné z: <https://www.uzis.cz/res/f/008381/zdrroccz2019.pdf>.
28. Čapková N, Lustigová M, Kratěnová J a Žejglová K. Zdravotní stav české populace: výsledky studie EHES 2014. Praha: Státní zdravotní ústav, 2016. ISBN 978-80-7071-356-3. [online] [cit.2022-04-08] Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ehes/EHES_2014.pdf.
29. Borghesi A, Maroldi R. COVID-19 outbreak in Italy: experimental chest X-ray scoring system for quantifying and monitoring disease progression. *Radiol Med*. 2020 May;125(5):509-513. doi: 10.1007/s11547-020-01200-3. Epub 2020 May 1. PMID: 32358689; PMCID: PMC7194501. [online] [cit. 2022-05-04] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32358689/>.
30. Warren MA, Zhao Z, Koyama T, Bastarache JA, Shaver CM, Semler MW, Rice TW, Matthay MA, Calfee CS, Ware LB. Severity scoring of lung oedema on the chest radiograph is associated with clinical outcomes in ARDS. *Thorax*. 2018 Sep;73(9):840-846. doi: 10.1136/thoraxjnl-2017-211280. Epub 2018 Jun 14. PMID: 29903755; PMCID: PMC6410734. [online] [cit. 2022-05-04] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29903755/>.
31. Elmokadem AH, Mounir AM, Ramadan ZA, Elsedeiq M, Saleh GA. Comparison of chest CT severity scoring systems for COVID-19. *Eur Radiol*. 2022 May;32(5):3501-3512. doi: 10.1007/s00330-021-08432-5. Epub 2022 Jan 15. PMID: 35031841; PMCID: PMC8760133. [online] [cit. 2022-05-04] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35031841/>.
32. Abo-Hedibah SA, Tharwat N, Elmokadem AH. Is chest X-ray severity scoring for COVID-19 pneumonia reliable? *Pol J Radiol*. 2021 Jul 15;86:e432-e439. doi: 10.5114/pjr.2021.108172. PMID: 34429790; PMCID: PMC8369822 [online] [cit. 2022-05-04] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34429790/>
33. Wong HYF, Lam HYS, Fong AH, Leung ST, Chin TW, Lo CSY, Lui MM, Lee JCY, Chiu KW, Chung TW, Lee EYP, Wan EYF, Hung IFN, Lam TPW, Kuo MD, Ng MY. Frequency and Distribution of Chest Radiographic Findings in Patients Positive for COVID-19.

- Radiology. 2020 Aug;296(2):E72-E78. doi: 10.1148/radiol.2020201160. Epub 2020 Mar 27. PMID: 32216717; PMCID: PMC7233401. [online] [cit. 2022-05-04] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32216717/>
34. Aljondi R, Alghamdi S. Diagnostic Value of Imaging Modalities for COVID-19: Scoping Review. *J Med Internet Res*. 2020 Aug 19;22(8):e19673. doi: 10.2196/19673. PMID: 32716893; PMCID: PMC7468642. [online] [cit. 2022-05-04] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32716893/>
35. Yasin R, Gouda W. Chest X-ray findings monitoring COVID-19 disease course and severity. *Egypt J Radiol Nucl Med*. 2020;51(1):193. doi: 10.1186/s43055-020-00296-x. Epub 2020 Sep 22. PMCID: PMC7506170. [online] [cit. 2022-05-04] Dostupné z: <https://ejrnm.springeropen.com/articles/10.1186/s43055-020-00296-x>
36. Akl EA, Blažić I, Yaacoub S, Frija G, Chou R, Appiah JA, Fatehi M, Flor N, Hitti E, Jafri H, Jin ZY, Kauczor HU, Kawooya M, Kazerooni EA, Ko JP, Mahfouz R, Muglia V, Nyabanda R, Sanchez M, Shete PB, Ulla M, Zheng C, van Deventer E, Perez MDR. Use of Chest Imaging in the Diagnosis and Management of COVID-19: A WHO Rapid Advice Guide. *Radiology*. 2021 Feb;298(2):E63-E69. doi: 10.1148/radiol.2020203173. Epub 2020 Jul 30. PMID: 32729811; PMCID: PMC7393953. [online] [cit. 2022-05-04] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32729811/>
37. Galbadage T, Peterson BM, Awada J, Buck AS, Ramirez DA, Wilson J, Gunasekera RS. Systematic Review and Meta-Analysis of Sex-Specific COVID-19 Clinical Outcomes. *Front Med (Lausanne)*. 2020 Jun 23;7:348. doi: 10.3389/fmed.2020.00348. PMID: 32671082; PMCID: PMC7331754. [online] [cit. 2022-05-04] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32671082/>
38. Romero Starke K, Reissig D, Petereit-Haack G, Schmauder S, Nienhaus A, Seidler A. The isolated effect of age on the risk of COVID-19 severe outcomes: a systematic review with meta-analysis. *BMJ Glob Health*. 2021 Dec;6(12):e006434. doi: 10.1136/bmjgh-2021-006434. PMID: 34916273; PMCID: PMC8678541. [online] [cit. 2022-05-04] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34916273/>
39. Clift AK, von Ende A, Tan PS, Sallis HM, Lindson N, Coupland CAC, Munafò MR, Aveyard P, Hippisley-Cox J, Hopewell JC. Smoking and COVID-19 outcomes: an observational and Mendelian randomisation study using the UK Biobank cohort. *Thorax*. 2022 Jan;77(1):65-73. doi: 10.1136/thoraxjnl-2021-217080. Epub 2021 Sep 27. PMID: 34580193; PMCID: PMC8483921. [online] [cit. 2022-05-04] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34580193/>

40. Korzeniowska A, Ręka G, Bilaska M, Pieciewicz-Szczęśna H. The smoker's paradox during the COVID-19 pandemic? The influence of smoking and vaping on the incidence and course of SARS-CoV-2 virus infection as well as possibility of using nicotine in the treatment of COVID-19 - Review of the literature. *Przegl Epidemiol.* 2021;75(1):27-44. doi: 10.32394/pe.75.03. PMID: 34328284. [online] [cit. 2022-05-04] Dostępne z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34328284/>
41. Miyara M, Tubach F, Pourcher V, Morélot-Panzini C, Pernet J, Haroche J, Lebbah S, Morawiec E, Gorochov G, Caumes E, Hausfater P, Combes A, Similowski T, Amoura Z. Lower Rate of Daily Smokers With Symptomatic COVID-19: A Monocentric Self-Report of Smoking Habit Study. *Front Med (Lausanne).* 2022 Jan 5;8:668995. doi: 10.3389/fmed.2021.668995. PMID: 35071251; PMCID: PMC8766759. [online] [cit. 2022-05-04] Dostępne z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35071251/>
42. Recalde M, Pistillo A, Fernandez-Bertolin S, Roel E, Aragon M, Freisling H, Prieto-Alhambra D, Burn E, Duarte-Salles T. Body Mass Index and Risk of COVID-19 Diagnosis, Hospitalization, and Death: A Cohort Study of 2 524 926 Catalans. *J Clin Endocrinol Metab.* 2021 Nov 19;106(12):e5030-e5042. doi: 10.1210/clinem/dgab546. PMID: 34297116; PMCID: PMC8344917. [online] [cit. 2022-05-04] Dostępne z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34297116/>
43. Aveyard P, Gao M, Lindson N, Hartmann-Boyce J, Watkinson P, Young D, Coupland CAC, Tan PS, Clift AK, Harrison D, Gould DW, Pavord ID, Hippisley-Cox J. Association between pre-existing respiratory disease and its treatment, and severe COVID-19: a population cohort study. *Lancet Respir Med.* 2021 Aug;9(8):909-923. doi: 10.1016/S2213-2600(21)00095-3. Epub 2021 Apr 1. PMID: 33812494; PMCID: PMC8016404. [online] [cit. 2022-05-04] Dostępne z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33812494/>
44. Mayo Clinic Staff. COVID-19. Who's at higher risk of serious symptoms? Mayo Clinic. [online] 01.03.2022 [cit. 2022-05-04] Dostępne z: <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/coronavirus/in-depth/coronavirus-who-is-at-risk/art-20483301>.

SEZNAM ZKRATEK

BMI	Body mass index
CR	nepřímá digitalizace
CT	Výpočetní tomografie
DPP	Dolní plicní pole
DR	Přímá digitalizace
HPP	Horní plicní pole
HRCT	Vysoce rozlišující výpočetní tomografie
HU	Hounsfieldova jednotka
CHOPN	Chronická obstrukční choroba plic
i.v.	intravenózně
i.m.	intramuskulárně
JKL	Jodová Kontrastní látka
kV	Kilovolt
mA	Mili-ampér
MDCT	Multidetektorová výpočetní tomografie
MR	Magnetická rezonance
NIS	Nemocniční informační systém
NPH	Negativní prediktivní hodnota
PACS	Digitální obrazový archivační systém
PET/CT	Pozitronová emisní tomografie
PPH	Pozitivní prediktivní hodnota
RNA	Ribonukleová kyselina
RTG	Rentgen
SPP	Střední plicní pole
v.	Vena
U	Elektrické napětí

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek č. 1: RTG schéma.

Obrázek č. 2: Schéma nepřímá digitalizace.

Obrázek č. 3: Schéma přímé digitalizace.

Obrázek č. 4: Zadopřední projekce, RTG obraz.

Obrázek č. 5: Zadopřední projekce, ilustrace provedení.

Obrázek č. 6: Bočná projekce, RTG obraz.

Obrázek č. 7: Bočná projekce, ilustrace provedení.

Obrázek č. 8: Předozadní projekce, ilustrace provedení.

Obrázek č. 9: Předozadní projekce, na lůžku, RTG obraz.

Obrázek č. 10: Přehled hlavních indikací k RTG hrudníku.

Obrázek č. 11: Anatomie plic.

Obrázek č. 12: Nevelké postižení Covid (pacient 1)

Obrázek č. 13: Významné postižení Covid, oboustranné.

Obrázek č. 14: Nevelké postižení Covid (pacient 2)

Obrázek č. 15: Významné postižení HRCT (pacient 1).

Obrázek č. 16: Významné postižení HRCT (pacient 2).

Obrázek č.17: Sloupcový graf zastoupení pacientů v souboru dle věkových dekád.

Obrázek č. 18: Graf četnosti změn na CT a RTG. (modré body vyjadřují kvantitativní četnost změn, červená linie odráží model lineární regresivní analýzy; vodorovná osa změny na CT, svislá na RTG).

Obrázek č.19: Graf četnosti změn na CT a RTG. (modré body vyjadřují kvantitativně četnosti změn, červená linie odráží model lineární regresivní analýzy, vodorovná osa změny na RTG, svislá na CT).

Obrázek č.20: Graf četnost výskytu stupně změn dle vztahu ke kouření s proporční normalizací dat vůči sumě případů. (horizontální osa 0=nekuřák, 1=kuřák, 2=exkuřák; vertikální osa stupeň postižení na CT).

Obrázek č. 21: Boxploty ukazující četnost výskytu stupňů postižení na CT u jednotlivých kategorií (horizontální osa 0= nekuřák, 1= kuřák, 2= exkuřák, vertikální stupeň postižení na CT; tmavá linie v boxplotech ukazuje hladinu mediánu ve skupině).

Obrázek č.22: Procentuální četnost jednotlivého stupně výživy dle BMI v souboru.

Obrázek č. 23: Výsledek Kruskalova-Wallisova testu porovnání četnosti výskytu stupně změn na CT v závislosti na BMI (horizontální osa stupeň postižení na CT; vertikální osa hodnota BMI).

Obrázek č.24: Graf vztahu BMI a CT podle lineární regresivní analýzy (horizontální osa hodnota BMI; vertikální osa stupeň postižení na CT).

Obrázek č. 25: Výsledek Kruskalova-Wallisova testu porovnání četnosti výskytu stupně změn na CT v závislosti na postižení plic chronickým onemocněním (horizontální osa 0= bez postižení, 1= s chronickým plicním onemocněním; vertikální osa stupeň postižení na CT).

Obrázek č. 26: Boxploty hodnot CT postižení v rámci pohlaví (vodorovná osa 0= muž, 1= žena; vertikální osa stupeň změn na CT).

Obrázek č. 27: Vztah věku a stupně postižení na CT podle ordinální regrese (vodorovná osa věk, vertikální stupeň změn na CT).

Tabulka č. 1: Protokol plíce mediastinum.

Tabulka č. 2: Protokol CT angiografie.

Tabulka č. 3: Protokol HRCT – sekvenční akvizice.

Tabulka č. 4: Příčiny a rozsah snížené denzity v plicním parenchymu.

Tabulka č. 5: Konsolidace – radiodiagnostická charakteristika.

Tabulka č. 6: Atelektáza – radiodiagnostické známky.

Tabulka č. 7: Klinické příznaky onemocnění Covid 19, přehled.

Tabulka č. 8: Přehled vybraných léků při Covid-19.

Tabulka č. 9: Použitá klasifikace postižení plic infekcí Covid-19 na RTG a CT hrudníku.

Tabulka č. 10: Záznamová tabulka výzkumného souboru.

Tabulka č. 11: Zastoupení pacientů v souboru dle věkových dekád.

Tabulka č. 12: Hodnocení nálezů na RTG a CT.

Tabulka č. 13: Hodnocení vztahu nálezů na RTG a CT.

Tabulka č. 14: Výskyt infiltrace na RTG a pozitivita nálezu na CT.

Tabulka č. 15: Hodnocení vztahu nálezů na RTG a CT.

Tabulka č. 16: Změny při RTG a CT.

Tabulka č. 17: Stupně výživy dle BMI s uvedeným počtem pacientů v našem souboru.

SEZNAM PŘÍLOH

Souhlasné stanovisko etické komise.



Fakulta
zdravotnických věd

UPOL - 189877/1070-2021

Vážená paní
Bc. Šárka Kollárová, DiS.

2021-10-08

Vyjádření Etické komise FZV UP


Vážená paní bakalářko,

na základě Vaší Žádosti o stanovisko Etické komise FZV UP byla Vaše výzkumná část diplomové práce posouzena a po vyhodnocení všech zaslaných dokumentů Vám sdělujeme, že diplomové práci s názvem „**Výtěžnost RTG hrudníku u pacientů s infekcí COVID - 19**“, jehož jste hlavní řešitelkou, bylo uděleno

souhlasné stanovisko Etické komise FZV UP .

S pozdravem,

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


Mgr. Lenka Mazalová, Ph.D.
předsedkyně
Etické komise FZV UP