

Diagnostika COVID-19 pneumonie pomocí výpočetní tomografie, naše zkušenosti

Ferda J.¹, Mírka H.¹, Baxa J.¹, Matějovič M.^{2,3}, Beneš J.^{3,4}

¹Klinika zobrazovacích metod, Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova a Fakultní nemocnice Plzeň

²1. interní klinika, Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova a Fakultní nemocnice Plzeň

³Biomedicínské centrum, Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova

⁴Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Lékařská fakulta v Plzni, Univerzita Karlova a Fakultní nemocnice Plzeň

Úvod

Jedním ze základních faktorů včasného odhalení závažného plicního poškození nemocných s onemocněním COVID-19 je zobrazovací diagnostika, podobně jako je tomu i u jiných akutních onemocnění plic. V primární diagnostice neposkytuje provedení rentgenového snímku hrudníku dostatečnou citlivost v zachycení změn v plicním parenchymu u iniciálních (často již i rozsahem rozsáhlých) stadií virových plicních zánětů. Podobně jako v diagnostice pneumonie jiné etiologie je možné jako vysoce citlivou (senzitivní) metodu zařadit diagnostiku pomocí výpočetní tomografie (CT). Studie v diagnostice poškození plic ve Wu-Chanu prokázaly diagnostický význam CT jako triážového vyšetření při klinickém podezření na onemocnění COVID-19. Následující postup poskytuje návod pro indikaci CT vyšetření, postup provedení, způsob hodnocení a zejména postup pro vyhodnocení nálezu pro další klinický postup ošetření nemocného, který vychází ze zkušeností Fakultní nemocnice v Plzni.

Indikace CT při podezření na onemocnění COVID-19 používaná v době epidemie ve FN Plzeň

Východiskem k provedení CT vyšetření v diagnostice byly studie analyzující 1014 vyšetření CT [1] a analýza CT obrazů 104 nemocných [2]. Klinická kritéria k indikaci CT k odhalení onemocnění COVID-19 byla následující – pacient s akutní respirační infekcí (febrilie nad 38 °C, kašel, případně dušnost), která nemá jinou zřejmou etiologickou příčinu vysvětlující klinický obraz.

- bylo provedeno zvyklé vstupní klinické vyšetření,
- provedeny diagnostické stěry nosohltanu pro diagnostiku SARS-CoV-2, **tyto stěry je možné provést variantně až po provedení CT,**
- provedeno CT vyšetření v režimu „COVID“ (telefonické objednání, příjezd na vyzvání/domluvený čas, žádanka na vyšetření pouze elektronická, opatřená podpisem v režimu „akutní péče“, tedy bez tištěného informovaného souhlasu),

- **pacient s POZITIVNÍM CT nálezem** byl klasifikován jako vysoce suspektní COVID-19 pozitivní a podle závažnosti klinického stavu směřován do izolace,
- **pacient s NEGATIVNÍM CT nálezem** byl klasifikován jako méně suspektní a za používání mírnějších bariérových opatření dále ošetřován v běžném režimu.

Vlastní provedení CT vyšetření hrudníku

Logistika vyšetření a jeho provedení se liší v době vrcholící epidemie a v době zklidněné epidemiologické situace. Je-li to organizačně možné, je vhodné ve vrcholné epidemii vyčlenit pro provoz diagnostiky onemocnění COVID-19 jedno z CT pracovišť, zejména v situaci, kdy by epidemiologicky došlo nyní k výraznému nárůstu počtu infikovaných osob v dané spádové oblasti. Současné doporučené postupy k provedení vyšetření uvádějí následující podmínky organizace práce.

- pro provedení vyšetření je zapotřebí dvou osob (dva radiologičtí asistenti, radiologický asistent a sestra, radiologický asistent a sanitář)
- do vyšetřovny vstupuje a veškeré úkony zde provádí pouze jediná osoba s ochrannými prostředky, tato nevstupuje do ovladovny, po dobu vlastního skenování odchází do místnosti filtru (kabinky)
- radiolog v optimálním případě domlouvá vyšetřovací postup a on-line sleduje vyšetření z místnosti oddělené od ovladovny i vyšetřovny, konzultace indikace, intermediální hodnocení, popis i konzultace se provádějí teleradiologicky bez přímého kontaktu
- radiologický asistent se domluví na součinnosti s druhou osobou, která bude asistovat při vyšetření (vzájemná domluva s indikujícím pracovištěm na vhodném čase vyšetření a dále dohoda s pracovníkem, který bude u vyšetření asistovat)
- radiologický asistent, který zajišťuje vyšetření v ovladovně CT pracoviště, nevstupuje do vyšetřovny po celou dobu přípravy polohování pacienta, jeho event. přetočení do polohy na břiše, transportu paci-

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

prof. MUDr. Jiří Ferda, Ph.D., ferda@fnplzen.cz

Cit. zkr: Anest intenziv Med. 2020; 31(4): 188–192

- enta mimo ošetřovnu a následné dekontaminaci pracoviště – tyto činnosti provádí vždy jen osoba s ochrannými prostředky
- ovladovnu je nutné vždy zachovat nekontaminovanou
 - určený radiologický asistent (nebo v případě nutnosti jiná asistující osoba) se obleče dle postupu do ochranných pomůcek a bude zajišťovat umístění pacienta na vyšetřovací stůl
 - vyšetřovací stůl je před vyšetřením pokryt omyvatelnou plastickou (igelitovou) fólií a překryt jednorázovým (papírovým) prostěradlem, a to včetně podhlavníku
 - poté se odebere i s dalším doprovodným personálem do filtru/kabiny a počká na provedení vyšetření CT radiologickým asistentem a následnou konzultaci s radiologem
 - důležité je, že osoby pohybující se ve vyšetřovně (vč. doprovázejícího personálu) nesmí vstupovat do ovladovny
 - po jakémkoli fyzickém kontaktu s vyšetřovanou osobou je nutné provést dezinfekci rukou v rukavicích
 - po skončení vyšetření odstraní v ochranných prostředcích oblečený radiologický asistent jednorázové prostěradlo, dále provede dekontaminaci CT stolu a částí CT přístroje a dalších míst, se kterými byl pacient v přímém kontaktu
 - vysvětle se dle doporučeného postupu z ochranných prostředků
 - prostor po přesunu nemocných vyvětrat, provést dezinfekci ploch a povrchů dezinfekčními přípravky s plně virucidním účinkem. Ošetření prostor je nutno provádět v adekvátních ochranných prostředcích (ústěnka, igelitová zástěra, rukavice)!

Vlastní CT protokol pro vyšetření hrudníku

Je vhodné připravit speciální protokol pro rychlou orientaci – například CT COVID-19, vyšetření se provádí nativně na zádech, tedy bez podání kontrastní látky, s výjimkou případů, kdy je současně podezření na plicní embolii (relativně často přítomná u nemocných s COVID-19). Doporučuje se provádět vyšetření spíše standardní dávkou (nedělat zejména vyšetření ultra-low-dose), aby bylo možno diferencovat a také správně zařadit intersticiální plicní změny. Data jsou rekonstruována algoritmem pro vysoké rozlišení v submilimetrové kolimaci tak, aby bylo možno kromě tenkých vrstevových obrazů použít i rekonstrukce v širší vrstvě, například 1,5 mm v transversální, koronární a sagitální rovině. Hodnocení vyšetření je nutné provádět v 3D prostředí s možností provedení multiplanární rekonstrukce. V současnosti jsou také testovány při hodnocení metody CAD (computer aided diagnosis) nebo AI (artificial intelligence) se zaměřením na kvantifikaci změn v plicní tkáni ve vztahu k objemu plic, plicních laloků – viz níže.

Hodnocení radiologického nálezu

Pneumonie COVID-19 je virové etiologie, proto její dílčí obraz může být shodný s některými jinými virovými záněty. Rozsah a charakter symptomů se liší v závislosti na mnoha faktorech – doba od infekce, tíže klinických symptomů, charakter imunitní odpovědi, změny v plicní tkáni již přítomné před nákazou SARS-CoV-2.

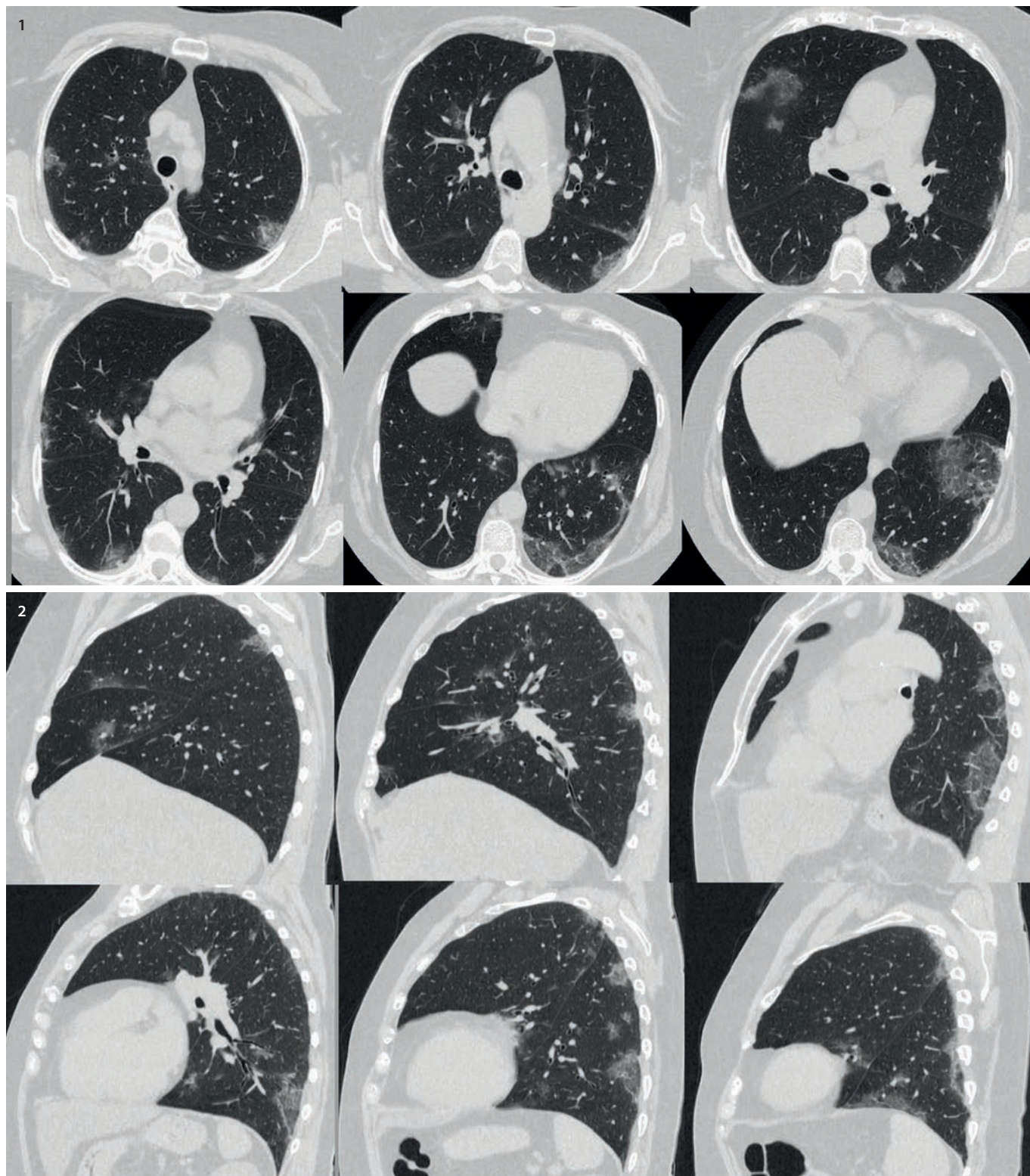
Vůdčími znaky jsou přítomnost opacit typu mléčného skla, nebo crazy paving, nebo konsolidací a jejich kombinace, tedy poměrně obecná odpověď plicní tkáně na infekci s kombinací intraalveolární

exsudace a buněčné aktivace a reakce v plicním intersticiu [3–9]. Při diferenciální diagnostice onemocnění existují však některé známky, které dovolují od ostatních plicních nálezů pneumonii COVID-19 odlišit. Je to příznak haló kolem konsolidací – opět znám i u jiných onemocnění, například u angioin vazivní aspergilózy – jeho původ může být objasněn podobnými změnami – tedy mikrotrombózami v plicní tkáni u COVID-19, kdy nález u angioin vazivní aspergilózy je nález podmíněn obstrukcí cév fungálními hyfami. Postupným vývojem změn dochází k „rozpouštění“ infiltrátů v plicním parenchymu tak, že se objevuje mnohočetné, splývající postižení opacitami typu mléčného skla, s rychlým nástupem zesílení intralobulárních sept (crazy paving). V případě, že nemocný má symptomy již několik dní, je možné objevit i příznak takzvaného reverzního haló, neboli příznak atolu – tedy okrouhlé nebo nepravidelné cyklické postižení plicní tkáně. Periferní distribuce je cenným znamením, protože velká část všech ostatních zánětů se vyskytuje především v centrilobulární distribuci a centrálně v plicní tkáni (viz obr. 1 a 2). Bilaterální distribuce v kombinaci s výše uvedenými změnami je velmi charakteristická pro COVID-19 a navíc je spojena s kaudální predilekcí změn, v případě mnohočetného postižení je však postižení již bez predilekce. Při nejistotě, zda nález není způsoben jinou, nezápřítivou etiologií, je možné doplnit kontrolní vyšetření. Podstatný vývoj změn v krátkém odstupu (v řádu 60–120 minut) spíše svědčí pro jinou etiologii – edém plic, plicní kontuzi, krvácení. Vzácné jsou jiné plicní nálezy, a to zejména konsolidace s negativním bronchogramem s postižením pouze jednoho laloku nebo několika celých segmentů, relativně málo častý je i pleurální výpotek. Při pochybnosti o etiologii změn v dorsálních částech plicního parenchymu a podezření, že jde o gravitační atenuace, je možno bezprostředně provést vyšetření na břiše, pokud to stav nemocného dovoluje.

Moderní způsoby analýzy obrazových dat se prosazují v současnosti zejména v hodnocení distribuce a závažnosti postižení plicní tkáně pomocí metod umělé inteligence a počítačem asistované diagnostiky. Automatická volumetrická analýza dovoluje hodnotit rozsah zasažené plicní tkáně v poměru k celému objemu plic, ale také hodnotit distribuci v jednotlivých lalocích a posoudit grading změn – tedy míru opacit mléčného skla nebo konsolidace (obr. 3).

Postavení radiologického CT nálezu v klinickém a epidemiologickém kontextu

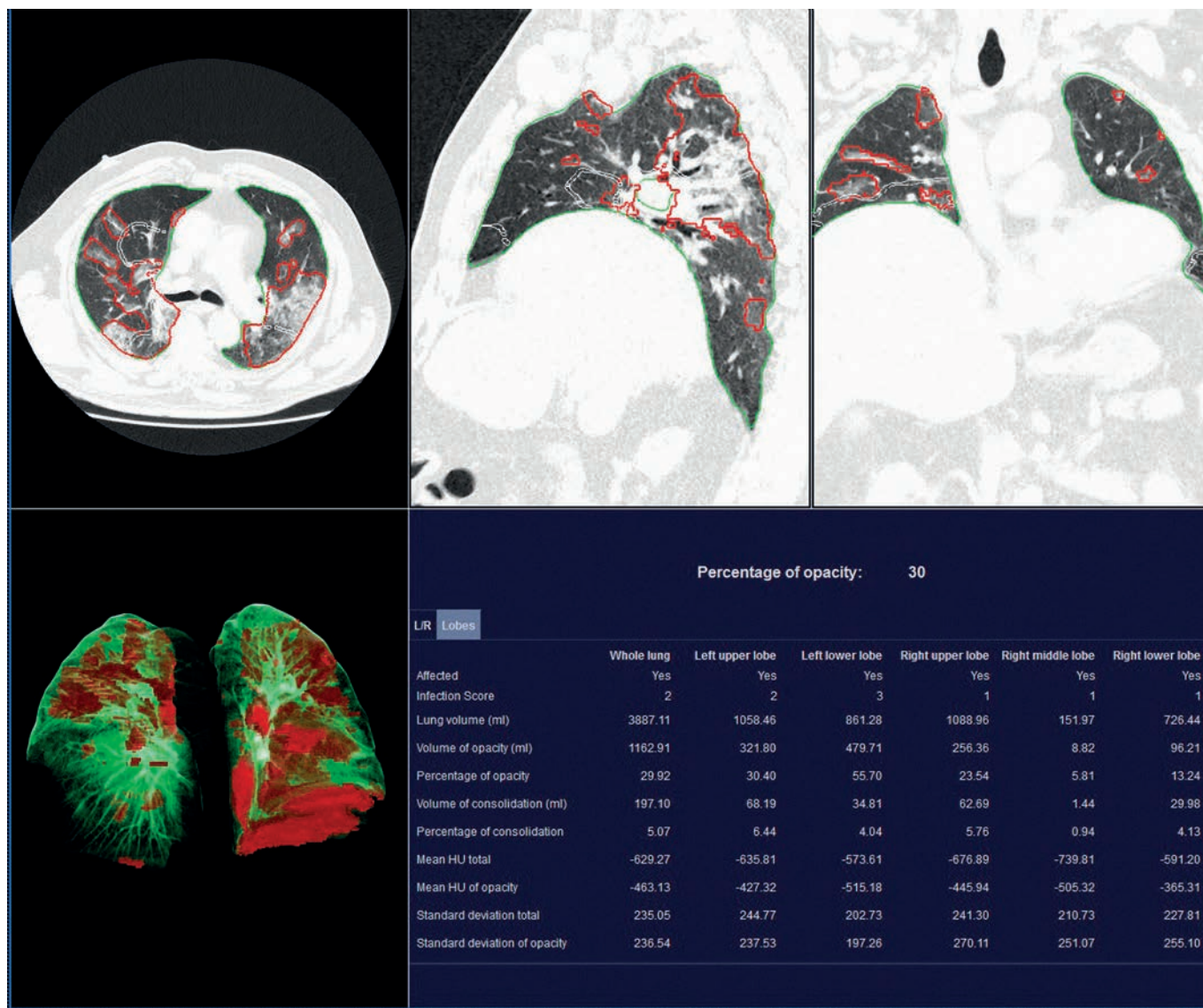
Radiologický obraz by měl být bezprostředně podroben druhému čtení, pokud je to provozně možné, radiologický obraz musí být vždy porovnán s klinickým kontextem. Hodnocení je třeba hodnotit stupnicí pravděpodobnosti COVID-19 pneumonie: nález svědčí proti dg. COVID-19 (evidentně jiná diagnóza – v našem souboru například miliární tuberkulóza), nepravděpodobný (plicní edém), nejednoznačný (zánět s intersticiálním postižením), pravděpodobný (typické distribuce i morfologické znaky), vysoce pravděpodobný – rozsáhlé oblasti opacit mléčného skla v periferní distribuci, nález s prokázaným agens (dle návrhu nizozemské skupiny CO-RADS-1 až CO-RADS-6 [10]). Klinický výstup musí být dán vždy mezioborovou konzultací, eventuálně expertní konzultací.

Obr. 1 a 2. CT nález u středně pokročilého plicního postižení typickým obrazem COVID-19 pneumonie

Velmi významným faktorem pro nález typických změn je však také indikace CT vyšetření. Ukazuje se, že ve skupině pacientů s přítomností pozitivních příznaků ve smyslu úporného kašle, dušnosti, event. nutnosti zahájit kyslíkovou terapii je počet typických CT nálezů u COVID-19 pozitivních nemocných vysoký (více než 75 %). Naopak, pokud by bylo vyšetření aplikováno u všech nemocných s prokázanou pozitivitou SARS-CoV2 (tedy i minimální klinickou symptomatikou), bylo by vyšetření pozitivní jen v méně než deseti procentech. Indikovat CT

vyšetření u nemocného s mírnými projevy onemocnění COVID-19 postrádá tedy odůvodnění.

Je-li tedy indikováno vyšetření u nemocných s významnými symptomy, je úlohou diagnostického testu nejen zachytit všechna potenciální onemocnění (vysoká senzitivita), ale také odlišit jednotlivá onemocnění od sebe (specifita) a směřovat je tak ke správné léčbě. V situaci jediné dominující diagnózy se četnost COVID-19 velmi výrazně navyšuje na úkor ostatních onemocnění, Bernoulliho zákon velkých čísel, kdy se

Obr. 3. AI analýza poškození plicní tkáně u nemocného s těžkým průběhem COVID-19 pneumonie, který vyšetřen pro dechovou tíseň a podezření na COVID-19

relativní četnost blíží pravděpodobnosti, a to už na malých vzorcích. Ale taková naše situace již v současnosti není. Pokud se bude vyvíjet epidemiologická situace současným směrem, kdy epidemie spíše jen lehce doutná pod povrchem, je nanejvýš důležité být schopen odlišit onemocnění s podobnými příznaky od sebe (psáno v červenci 2020). Proto si budeme pravděpodobně muset zvyknout na diferenciálně diagnostickou úlohu CT při odlišování jednotlivých typů infekčních onemocnění plic více než kdy jindy.

Naše vlastní zkušenosti s vyšetřováním skupiny 500 nemocných s klinickým podezřením na COVID-19 pneumonii (tedy s výraznými klinickými příznaky) ukazují, že právě s tímto onemocněním se setkáváme v době vrcholící epidemie mírně nad 10 % (v okrese Domažlice počet infikovaných v přepočtu přesahoval 500/100 000). Velmi významným příznakem v rozlišení COVID-19 pneumonie v CT obraze je pak laboratorní nález leukocytózy, která, je-li přítomna, dovoluje odlišit sporné případy, morfologicky podobné COVID-19 onemocnění. Podobnou morfologickou manifestaci mají dle našich zkušeností především chlamydiové záněty a také nálezy doprovázejí jiné infekce, tedy nikoliv záněty virové (chřipka A, parainfluenza, adenoviry, RS viry, případně

EBV/CMV/herpetické infekce u imunokompromitovaných a podobně). Non-COVID-19 záněty v naší kohortě tvořily až třetinu případů, jiné klinicky významné nálezy včetně odhalení neznámých nádorových onemocnění mohou být skoro až v 13 %. Velmi důležité aspekty jsou morfologicky negativní nálezy, kdy těchto může být až 43 %. Pouze 7 % z negativních nálezů ze všech nemocných se závažnými příznaky (však méně než jedno procento ze všech nemocných) může být onemocnění COVID-19 bez plicních příznaků. Naopak s nemocnými s negativním RT-PCR testem, u nichž jsou jednoznačné známky svědčící pro COVID-19 pneumonii, je nutné zacházet jako s nemocnými COVID-19.

Závěr

CT zobrazení má významné místo v diferenciální diagnostice onemocnění COVID-19, hlavně v případech přítomnosti respiračních symptomů typu kašel, dušnost, dependence na kyslíkové terapii. CT obraz má několik typických známek, které mohou významně napomoci s rozhodnutím k následnému směřování pacienta do izolačního režimu, a to hlavně v situacích, kdy je PCR diagnostika virového původce zatížena časovým zpožděním.

PROHLÁŠENÍ AUTORŮ: Prohlášení o původnosti: Práce je původní a nebyla publikována ani není zaslána k recenznímu řízení do jiného média. **Střet zájmů:** Autoři prohlašují, že nemají střet zájmů v souvislosti s tématem práce. **Podíl autorů:** Všichni autoři rukopis četli, souhlasí s jeho zněním a zasláním do redakce časopisu Anesteziologie a intenzivní medicína. **Financování:** Práce byla podpořena projektem CZ.02. 1. 01/0.0/0.0/16_019/0000787, Centrum výzkumu infekčních onemocnění, uděleného MŠMT ČR, financovaného z EFRR a programem rozvoje vědních oborů Univerzity Karlovy (Progres Q39).

LITERATURA

1. Ai T, Yang Z, Hou H, Zhan C, Chen C, Lv W, et al. Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A Report of 1014 Cases. *Radiology*. 2020 Feb 26: 200642. doi: 10.1148/radiol.202000642. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 32101510.
2. Zhao W, Zhong Z, Xie X, Yu Q, Liu J. Relation Between Chest CT Findings and Clinical Conditions of Coronavirus Disease (COVID-19) Pneumonia: A Multicenter Study. *AJR Am J Roentgenol*. 2020 Mar 3: 1–6. doi: 10.2214/AJR.20.22976. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 32125873.
3. Bai HX, Hsieh B, Xiong Z, Halsey K, Choi JW, Tran TML, et al. Performance of radiologists in differentiating COVID-19 from viral pneumonia on chest CT. *Radiology*. 2020 Mar 10: 200823. doi: 10.1148/radiol.202000823. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 32155105.
4. Yang W, Yan F. Patients with RT-PCR Confirmed COVID-19 and Normal Chest CT. *Radiology*. 2020 Mar 6: 200702. doi: 10.1148/radiol.202000702. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 32142398.
5. Li Y, Xia L. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Role of Chest CT in Diagnosis and Management. *AJR Am J Roentgenol*. 2020 Mar 4: 1–7. doi: 10.2214/AJR.20.22954. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 32130038.
6. Li K, Wu J, Wu F, Guo D, Chen L, Fang Z, et al. The Clinical and Chest CT Features Associated with Severe and Critical COVID-19 Pneumonia. *Invest Radiol*. 2020 Feb 29. doi: 10.1097/RLI.0000000000000672. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 32118615.
7. Bernheim A, Mei X, Huang M, Yang Y, Fayad ZA, Zhang N, et al. Chest CT Findings in Coronavirus Disease-19 (COVID-19): Relationship to Duration of Infection. *Radiology*. 2020 Feb 20: 200463. doi: 10.1148/radiol.202000463. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 32077789.
8. Fang Y, Zhang H, Xie J, Lin M, Ying L, Pang P, et al. Sensitivity of Chest CT for COVID-19: Comparison to RT-PCR. *Radiology*. 2020 Feb 19: 200432. doi: 10.1148/radiol.202000432. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 32073353.
9. Pan F, Ye T, Sun P, Gui S, Liang B, Li L, et al. Time Course of Lung Changes On Chest CT During Recovery From 2019 Novel Coronavirus (COVID-19) Pneumonia. *Radiology*. 2020 Feb 13: 200370. doi: 10.1148/radiol.202000370. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 32053470.
10. Prokop M, van Everdingen W, van Rees Vellinga T, Quarles van Ufford J, Stöger L, et al. „COVID-19 Standardized Reporting” Working Group of the Dutch Radiological Society: CO-RADS – A categorical CT assessment scheme for patients with suspected COVID-19: definition and evaluation. *Radiology*. 2020 Apr 27: 201473. doi: 10.1148/radiol.202001473. Online ahead of print.