

SROVNÁNÍ VÝSTUPU DVOU PROGRAMŮ HODNOTÍCÍCH ROZSAH PLICNÍHO EMFYZÉMU NA CT VYŠETŘENÍ HRUDNÍKU

COMPARISON OF RESULTS OF TWO PROGRAMS EVALUATING EXTEND OF
LUNG EMPHYSEMA ON CHEST CT

původní práce

Jiří Vaňásek¹
Eva Čermáková²
Aryan Ala'Aldeen³
Eva Kočová¹

¹Radiologická klinika LF UK a FN
Hradec Králové

²Ústav lékařské biofyziky, LF UK

³University Hospitals Leicester,
Glenfield Hospital

Přijato: 15. 6. 2018.

Korespondenční adresa:

MUDr. Jiří Vaňásek
Radiologická klinika FNHK
Sokolská 581
500 05 Hradec Králové
e-mail: jiri.vanasek@fnhk.cz

Hlavní stanovisko práce

Cílem práce je porovnání výsledků automatického hodnocení přítomnosti a rozsahu emfyzému dvěma rozdílnými programy vyhodnocujícími HRCT plic a následně jejich srovnání s plicním funkčním vyšetřením.

SOUHRN

Vaňásek J, Čermáková E, Aldeen AA, Kočová E. Srovnání výstupu dvou programů hodnotících rozsah plicního emfyzému na CT vyšetření hrudníku

Cíl: Cílem studie bylo zhodnotit míru shody automatického vyhodnocení přítomnosti a rozsahu plicního emfyzému u dvou dostupných programů a porovnat tato data s funkčním vyšetřením plic.

Metodika: Bylo vyhodnoceno 25 pacientů s chronickou obstrukční plicní nemocí (CHOPN), osm žen a 17 mužů. Kvantifikace plicního emfyzému probíhala pomocí automatických vyhodnocovacích systémů Pulmo 3D a COPD. Následně bylo provedeno srovnání vypočteného rozsahu emfyzému s funkčními plicními hodnotami.

Výsledky: Průměrný rozdíl vypočítaných hodnot objemu plicního emfyzému je mezi jednotlivými programy dle Blandovy-Altmanovy metody 692 ml při použití rekonstrukčního kernelu B50f a 55 ml při rekonstrukčním algoritmu F31f. Nejvýraznější shodu jsme zjistili mezi automaticky vypočítaným objemem emfyzematózní tkáně a vyšetřením plicních funkcí v hodnotách KCO (transfer koeficient).

Závěr: Nenalezli jsme statisticky významný rozdíl mezi různými druhy automatických vyhodnocovacích programů

Major statement

The aim of our study was to compare amount of emphysema assessed by two different softwares and then comparison of results with lung functional tests.

SUMMARY

Vaňásek J, Čermáková E, Aldeen AA, Kočová E. Comparison of results of two programs evaluating extend of lung emphysema on chest CT

Aim: The aim of our study was to assess agreement of amount of emphysema measurement done by two different software programs and to compare acquired data with lung functional tests.

Methods: We assessed 25 patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), 8 women and 17 men. The extent of lung emphysema was measured by automatic assessment system Pulmo 3D and COPD. There was also done comparison of calculated amount of emphysema and lung functional tests.

Results: According to the Bland Altmans Method there was the average difference between calculated volume of emphysema 692 ml if B50f kernel was used and 55 ml if F31f kernel was used. Nevertheless the correlation was found between both automatically counted volume of emphysematic tissue and functional lung tests in KCO (transfer coefficient) values.

Conclusion: We have not found statistically significant difference between different types of automatical assessment programs if kernel F31f was used. Significant difference

Konflikt zájmů: žádný.

při použití rekonstrukčního algoritmu B31f. Významná neshoda byla pozorována při použití kernelu B50f. Přesto hodnoty vypočítaného objemu plicního emfyzému dobře koreluji se snížením difuze CO v plicním parenchymu, což dokazuje použitelnost testovaných metod.

Klíčová slova: emfyzém, CT hrudníku, CHOPN, automatický vyhodnocovací software.

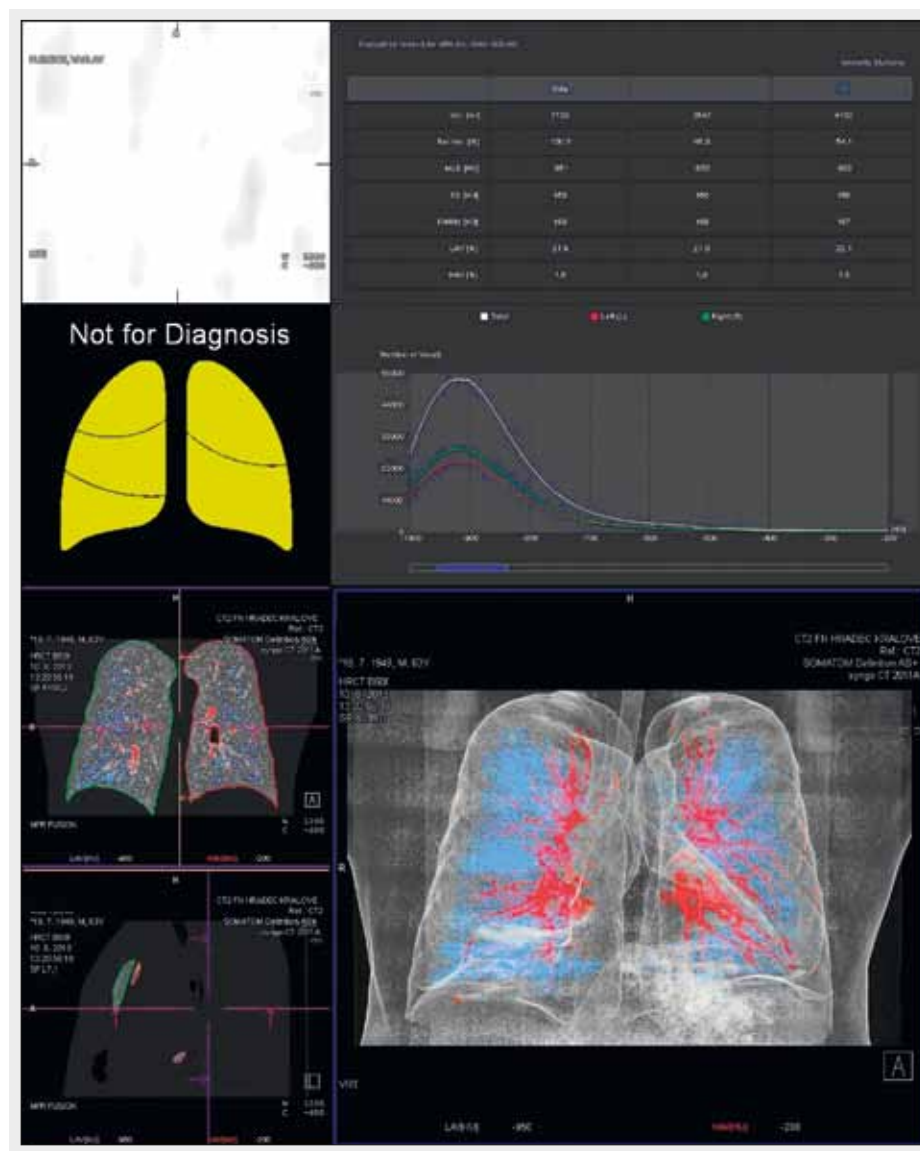
was found when reconstruction algorithm B50f was used. Counted volume of lung emphysema correlates well with decrease of CO diffusion in lung parenchyma. This proves the accuracy of used method.

Key words: emphysema, chest CT, COPD, Computer-Aided detection software.

ÚVOD

Plicní emfyzém je histopatologicky definován jako permanentní rozšíření vzdušných prostor distálně od terminálních bronchiolů s destrukcí stěn alveolů (1). Zhodnocení přítomnosti plicního emfyzému je možné dvěma způsoby: jednak vizuálně – radiologem a jednak automatickými hodnoticími programy, kterých je dostupná celá řada. Na prostém skia-gramu srdce a plic se plicní emfyzém zobrazuje oploštěnými

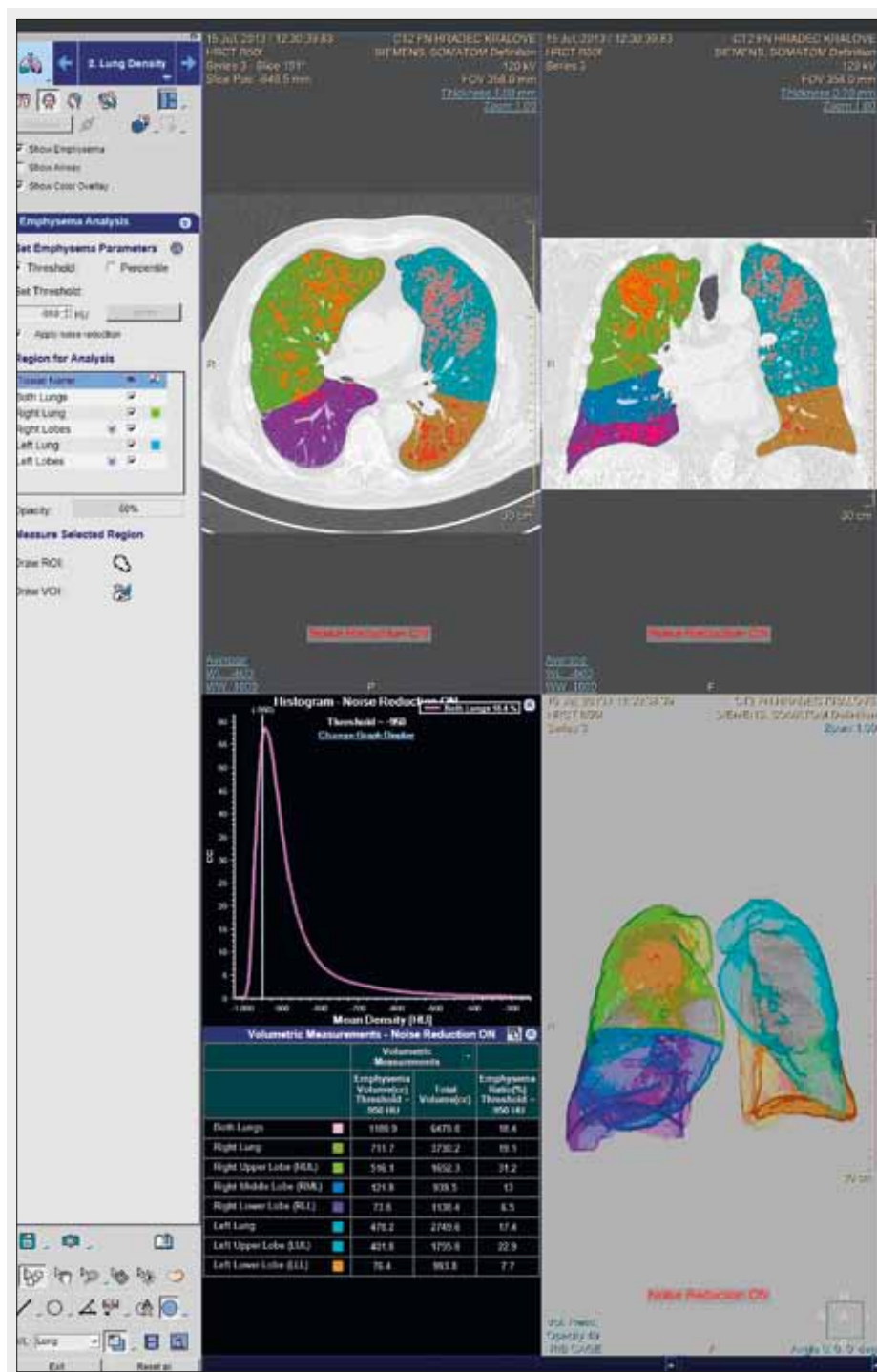
bráničními kopulemi, rozšíření mezižebních prostor, zvýšením transparence plicního parenchymu, rozšířením retrosternálního prostoru na bočním snímku, předozadní zvětšení hrudníku a vyklenutí sternu. Na výpočetní tomografii (CT) se plicní emfyzém zobrazuje jako hypodenzní okrsky bez patrné stěny různé velikosti a lokalizace v závislosti na typu emfyzému. Rozlišujeme tři základní typy emfyzému: centrilobulární, paraseptální a panacinární (1).



◀ Obr. 1

Obr. 1. Ukázka pracovního prostředí programu Pulmo 3D, zde je mimo jiné i množství procent LAV (low-attenuation volume) což odpovídá skratce LAA (low attenuation area) užívané v textu

Fig. 1. Snapshot of working environment in Pulmo 3D program, here besides other values, percentage of LAV (low attenuation volume) which corresponds to shortcut LAA (low attenuation area) used in text



Obr. 2

Obr. 2. Ukázka pracovního prostředí programu COPD. V tabulce pod grafem je vypočtený objem emfysematózní tkáně procentuálně i v cm³.

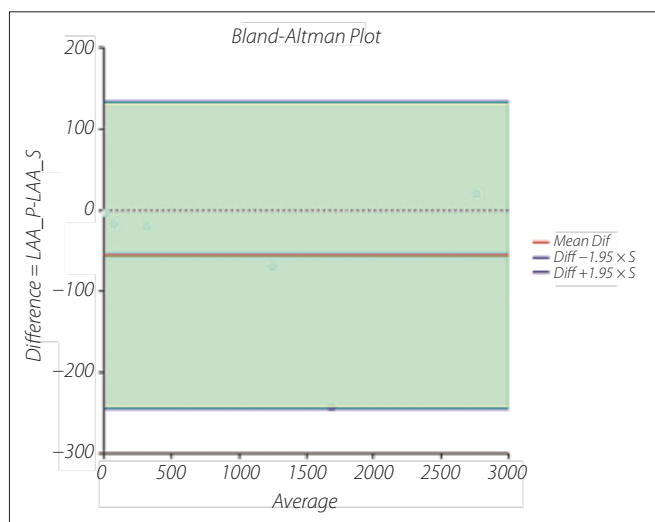
Fig. 2. Snapshot of working environment in COPD program. In table below graph you can see counted volume of emphysematous tissue in percents and also in ccm.

METODIKA

Byla hodnocena obrazová a spirometrická data u pacientů s chronickou obstrukční plicní nemocí (CHOPN) sledovaných na ambulantním pracovišti Plicní kliniky FN Hradec Králové. Vybráni byli pacienti se zhotoveným CT vyšetřením plic a funkčními plicními testy od března 2013 do srpna 2015. Soubor byl tvořen 25 pacienty (17 mužů a osm žen). Průměrný věk nemocných byl $71 \pm 7,1$ let (medián 69 let). Jednalo se převážně o exkuřáky. Průměrné množství vykouřených cigaret bylo 41,7 balíčkoroků (v rozmezí od 10 do 82).

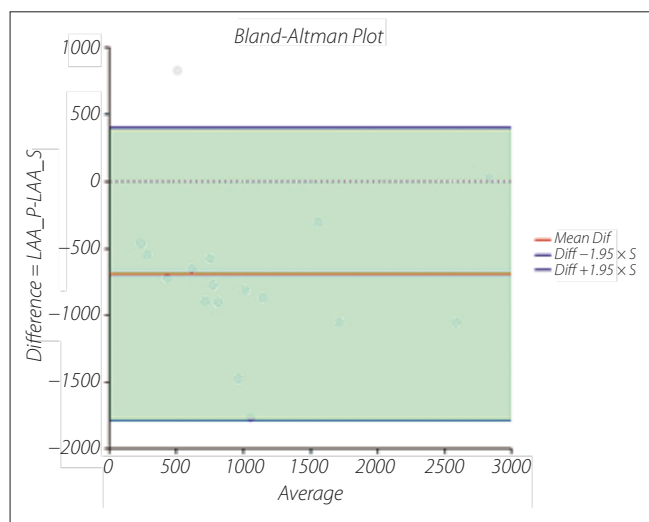
Vyšetření byla provedena na CT přístroji Definition AS+ (Siemens, Berlín) spirální akvizicí. Rekonstrukce byly provedeny s rekonstrukčním kernelem B50f (n = 19) nebo F31f (n = 6). Výpočet rozsahu plicního emfyzému proběhl pomocí aplikací Pulmo 3D (Siemens, Berlín) (obr. 1) a aplikace COPD (Philips Electronics, Amsterdam) (obr. 2). Rozsah emfyzému je u obou programů vyjádřen jako objem LAA v mililitrech (low attenuation area). Jako hranici denzit plicního parenchymu, určující zda se již jedná o LAA, jsme použili hodnotu -950 HU na základě práce Wang et al. (3). Pomocí Blandovy-Altmanovy metody jsme hodnotili shodu automaticky vypočítaných údajů vyjadřujících míru postižení plic emfyzémem u všech pacientů dohromady a zvlášť u dvou skupin s rozdílnými rekonstrukčními algoritmy. Jako další krok byl pomocí Spearmanovy korelace hodno-

deny s rekonstrukčním kernelem B50f (n = 19) nebo F31f (n = 6). Výpočet rozsahu plicního emfyzému proběhl pomocí aplikací Pulmo 3D (Siemens, Berlín) (obr. 1) a aplikace COPD (Philips Electronics, Amsterdam) (obr. 2). Rozsah emfyzému je u obou programů vyjádřen jako objem LAA v mililitrech (low attenuation area). Jako hranici denzit plicního parenchymu, určující zda se již jedná o LAA, jsme použili hodnotu -950 HU na základě práce Wang et al. (3). Pomocí Blandovy-Altmanovy metody jsme hodnotili shodu automaticky vypočítaných údajů vyjadřujících míru postižení plic emfyzémem u všech pacientů dohromady a zvlášť u dvou skupin s rozdílnými rekonstrukčními algoritmy. Jako další krok byl pomocí Spearmanovy korelace hodno-



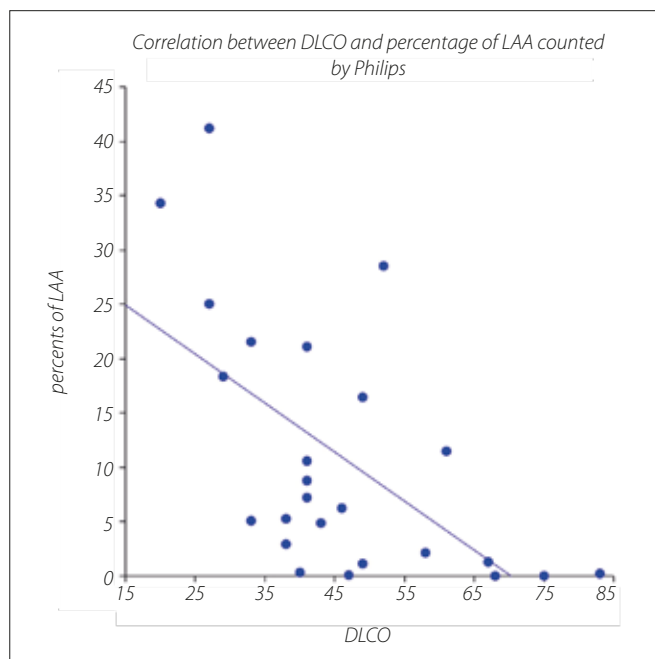
Graf 1. Rozdíl mezi hodnotami LAA (ml) vypočítanými programem COPD (LAA_P) a programem Pulmo3D (LAA_S) za použití rekonstrukčního algoritmu F31f

Graph 1. The difference between amount of LAA (ml) counted by program COPD (LAA_P) and program Pulmo3D (LAA_S) in use of reconstruction algorithm F31f



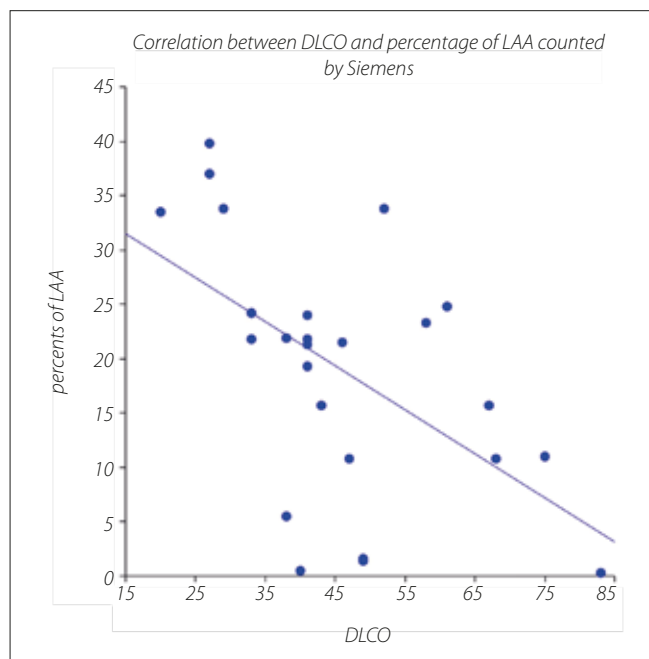
Graf 2. Rozdíl mezi hodnotami LAA (ml) vypočítanými programem COPD (LAA_P) a programem Pulmo3D (LAA_S) za použití rekonstrukčního algoritmu B50f

Graph 2. The difference between amount of LAA (ml) counted by program COPD (LAA_P) and program Pulmo3D (LAA_S) in use of reconstruction algorithm B50f



Graf 3. Korelace mezi hodnotami DLCO a množstvím LAA (%) vypočteným programem COPD (Philips)

Graph 3. Correlation between DLCO and amount of LAA (%) counted by programme COPD (Philips)



Graf 4. Korelace mezi hodnotami DLCO a množstvím LAA (%) vypočteným programem Pulmo 3D (Siemens)

Graph 4. Correlation between DLCO and amount of LAA (%) counted by programme Pulmo 3D (Siemens)

cen vztah mezi rozsahem emfyzému naměřeného jednotlivými programy a hodnotami plicního funkčního vyšetření. Z hodnot plicního funkčního vyšetření jsme pracovali s veličinami DLCO (difusing capacity of the lung for carbon monoxide), KCO (carbon monoxide transfer coefficient), FEV1 (forced expiratory volume in 1 second), FEV1/FVC (Tiffeneau-Pinelli index) a RV (residual volume). Vzhledem k typu postižení plic u sledovaných pacientů jsme počítali s významným vztahem mezi vypočítaným rozsahem plicního emfyzému a hodnotami plicních funkcí vyjadřujícími difúzní kapacitu plic pro oxid uhelnatý (DLCO a KCO).

VÝSLEDKY

Při použití programu Pulmo 3D byl průměrný objem emfyzematózně změněné tkáně 1228 ml (SD: 895 ml) bez ohledu na použitý algoritmus a 492 ml (SD: 1397) při použití kernelu F31f. Při použití programu COPD byl průměrný objem emfyzematózně změněné tkáně 716 ml (SD: 844 ml). Průměrný rozdíl vypočteného objemu emfyzematózní plicní tkáně mezi jednotlivými programy byl dle Blandovy-Altmanovy metody 511 ml, bez ohledu na typ použitého rekonstrukčního kernelu. Při použití rekonstrukčního algoritmu F31f je však rozdíl vypočteného objemu emfyzematózní tkáně mezi dvěma

použitými programy pouze 55 ml (graf 1). U algoritmu B50f je průměrný rozdíl 692 ml (graf 2). Průměrně bylo během funkčního vyšetření naměřeno KCO 67,8 % a DLCO 45,8 %. Nejsilnější korelace mezi hodnotami funkčního vyšetření plic a naměřenými hodnotami LAA byl u hodnot KCO, a to $-0,794$ (aplikace COPD) (graf 3) s $p < 0,01$ a $-0,765$ (aplikace Pulmo 3D) (graf 4) s $p < 0,01$.

DISKUSE

Postižení plic emfyzémem je nejčastěji přítomno u pacientů s CHOPN. Dle definice GOLD (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease) je CHOPN běžná léčitelná choroba, které lze předcházet a je definována perzistentními respiračními symptomy a obstrukcí dýchacích cest způsobené abnormalitami dýchacích cest a/nebo alveolárním postižením (4). CHOPN i plicní emfyzém postihuje častěji muže než ženy (5), čemuž odpovídá i poměr mužů a žen v naší studii. Prevalence CHOPN i plicního emfyzému u žen však celosvětově stoupá (6, 7).

V klinické praxi je snaha rozdělit pacienty s CHOPN do řady skupin dle dominantních projevů a dalších klinických a anamnestických údajů. Rozlišuje se několik takzvaných fenotypů. Zatím neexistuje celosvětově jednotná klasifikace, avšak v České republice se postupuje dle doporučení ČPFS (Česká pneumologická a ftizeologická společnost). Dle tohoto doporučení rozlišujeme fenotyp bronchitický, emfyzematický, CHOPN s bronchiektáziemi, overlap CHOPN s bronchiálním astmatem, fenotyp častých exacerbací a fenotyp s plicní kachexií. Je snaha o vymezení co neúčinnější terapie na podkladě tohoto dělení (8). Nedílnou součástí kategorizace pacientů s CHOPN je i nález na CT, kde lze zhodnotit objem emfyzematózní tkáně, změřit šíři bronchiální stěny, identifikovat přítomnost bronchiektázií a zhodnotit případný air-trapping (9). Hodnocení rozsahu plicního emfyzému je součástí kategorizace pacientů s CHOPN do jednotlivých skupin – fenotypů. Existuje celá řada programů usnadňujících a objektivizujících toto dělení a sledování v čase. Dle některých studií je sledování vývoje postižení plicního parenchymu na CT přesnější než pomocí funkčních testů (hodnocení FEV1 a DLCO) (10). V naší práci jsme se zaměřili na hodnocení plicního emfyzému. Po-

mocí automatických softwarů je možné měřit objem plic postižené emfyzémem a objektivně kvantifikovat změny tohoto objemu v čase. K tomuto účelu může sloužit běžné CT vyšetření hrudníku se spirální akvizicí dat. Při hodnocení plicního emfyzému je nutné rozlišit, zda kategorizace probíhá vizuálně nebo automaticky. V naší studii jsme využívali rekonstrukční algoritmy jak s hladkým, tak s ostrým rozhraním. Dle vyjádření Fleischnerovy společnosti z roku 2015 je pro vizuální hodnocení vhodnější rekonstrukční algoritmus s ostrým rozhraním, kdežto pro automatické posouzení je lépe použít rekonstrukci s hladkým rozhraním (2), což se potvrdilo i v našem souboru, zejména při použití programu Pulmo 3D, kde se nejvíce lišily výsledky vypočítané z různých rekonstrukčních algoritmů.

Zhodnocený průměrný rozsah emfyzému v našem souboru je nižší, než udává literatura (12), což může být způsobeno tím, že v našem souboru byl průměr balíčkoroků 41,7, kdežto u citované studie byl průměr 71 balíčkoroků. Hodnoty vypočítané jednotlivými programy se od sebe určitým způsobem lišily zejména při použití „ostrých“ kornelů. Program COPD dokázal zpracovat série upravené jak hladkým, tak ostrým algoritmem. Pulmo 3D vyžaduje použití pouze hladkého kornelu, při použití ostrého je výsledek zatížený chybou. Naše hodnocení probíhalo s minimálním zásahem radiologa do procesu segmentace plic.

Další sledovanou veličinou byla míra vztahu mezi výsledky plicních funkčních testů a naměřenými objemy plic postižených emfyzémem. Silná korelace byla zjištěna mezi KCO a hodnotami LAA, která odpovídá faktu, že při destrukci plicního parenchymu klesá jeho denzita (přibývá LAA) a zmenšuje se plocha pro výměnu plynů, a tedy klesá i difuze CO (13).

ZÁVĚR

Přítomnost plicního emfyzému lze na CT hodnotit řadou specializovaných softwarů. Námi dva testované softwary potvrdily dobrou schopnost vyhodnotit jeho přítomnost. V případě programu Pulmo 3D je podmínkou přesných výsledků použití hladkého kornelu. Rozdíly mezi programy byly při správném nastavení statisticky nesignifikantní, je tedy zřejmé, že použití různých programů nemá vliv na výsledky hodnocení.

LITERATURA

- Hansell D, Bankier A, MacMahon H, et al. Fleischner society: glossary of terms for thoracic imaging. *Radiology* 2008; 246(3): 697–722.
- Lynch D, Austin J, Hogg J, et al. CT-definable subtypes of chronic obstructive pulmonary disease: a statement of the fleischner society. *Radiology* 2015; 277(1): 192–205.
- Wang Z, Gu S, Leader J, et al. Optimal threshold in CT quantification of emphysema. *Eur Radiol* 2013; 23(4): 975–984.
- Agusti A, Decarmer M, Celli B, et al. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, Pocket guide to COPD. Diagnosis, Management and Prevention 2017; 1–2.
- Atsou K, Chouaid C, Hejblum G, et al. Variability of the chronic obstructive pulmonary disease key epidemiological data in Europe: systematic review. *GBMC Med* 2011; 9: 7.
- Soriano J, Maier W, Egger P, et al. Recent trends in physician diagnosed COPD in women and men in the UK. *Thorax* 2000; 55: 789–794.
- Doucet M, Rochette L, Hamel D. Incidence, prevalence, and mortality trends in chronic obstructive pulmonary disease over 2001 to 2011: A public health point of view of the burden. *Canadian Respiratory Journal* 2016; 3: 1–10.
- Marel M. Fenotypy chronické obstrukční plicní nemoci a jejich léčba. *Remedia* 2014.
- Mohamed F, Schmidt M, Mets O, et al. Discriminating dominant computed tomography phenotypes in smokers without or with mild COPD. *Respir Med* 2014; 108(1): 136–143.
- Stolk J, Putter, Bakker HM, et al. Progression parameters for emphysema: a clinical investigation. *Respir Med* 2007; 101: 1924–1930.
- Kočová E, Koblížek V, Ruta J, Eliáš P. Výpočetní tomografie plic u pacientů se zavedenými endobronchiálními chlopněmi. *Ces Radiol* 2016; 70(4): 242–246.
- Nakano Y, Muro S, Sakai H, et al. Computed tomographic measurements of airway dimensions and emphysema in smokers correlation with lung function. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 162(3 Pt 1): 1102–1108.
- Gould G, Redpath A, Ryan M, et al. Lung CT density correlates with measurements of airflow limitation and the diffusing capacity. *Eur Respir J* 1991; 4(2): 141.