Výzvy a důsledky využití AI v radiologii: Praktické zkušenosti s implementací umělé inteligence v ČR

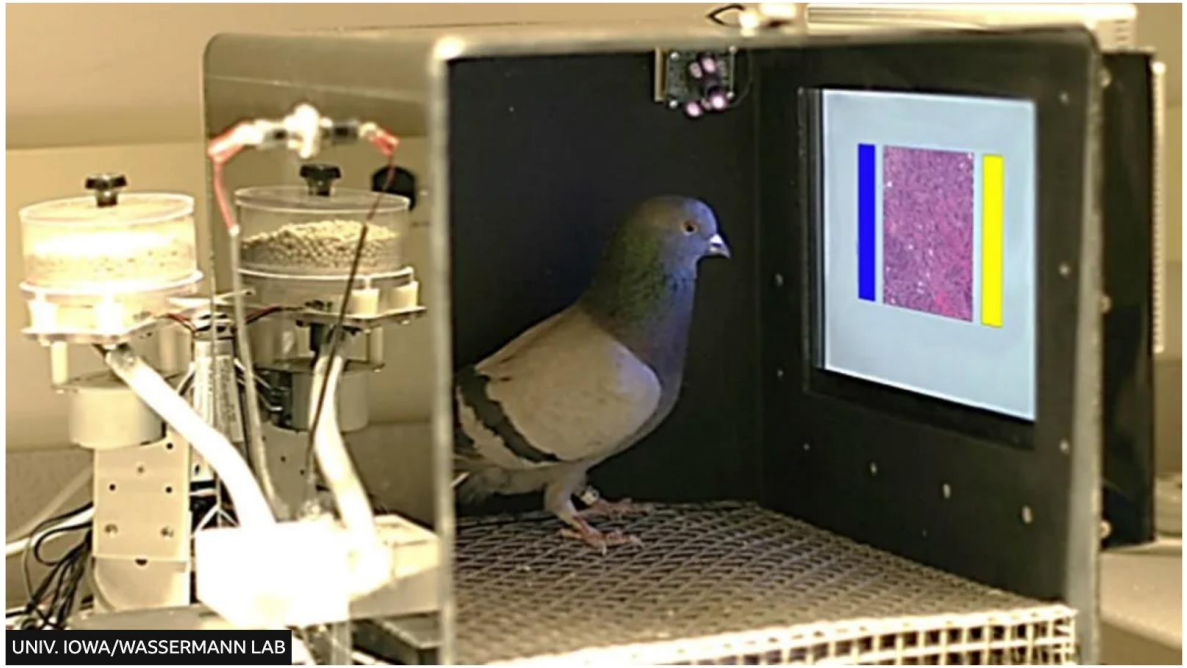
carebot
AI DRIVEN HEALTHCARE

Proč AI v medicíně?

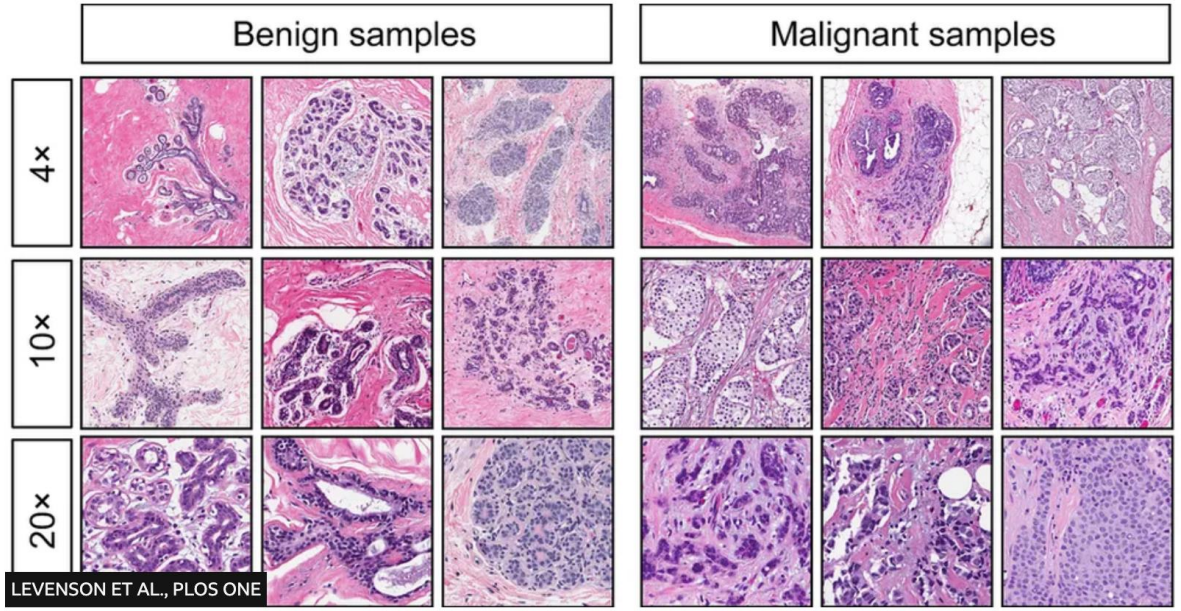
Science

Pigeons identify breast cancer 'as well as humans'

20 November 2015

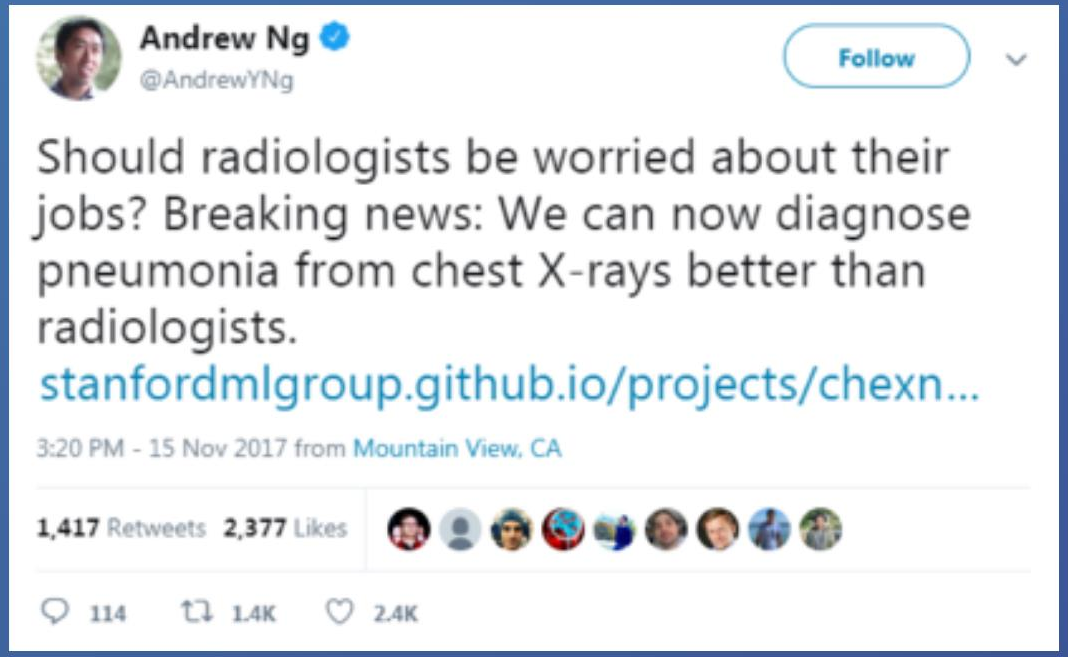


The birds were rewarded with food pellets when they correctly identified tumour samples



How would you do? These are some of the images shown to the pigeons

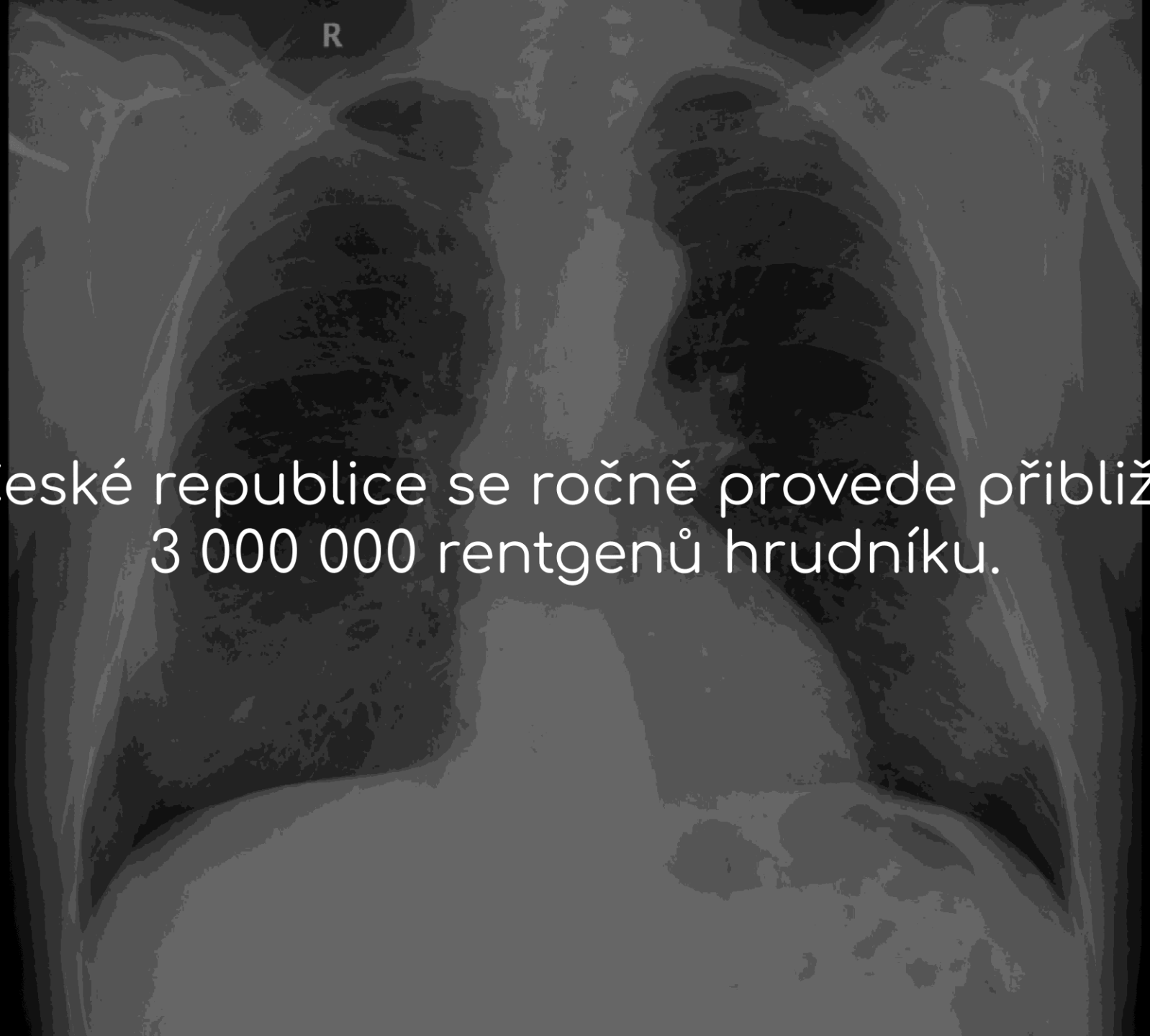
After two weeks of training, the pigeons reached a level of 85% accuracy. Because they successfully identified cancerous tissue from images they had not seen before, the researchers ruled out rote-learning of the images as an explanation.



Geoffrey Hinton

"I think that if you work as a radiologist, you are like Wile E. Coyote in the cartoon. You're already over the edge of the cliff, but you haven't yet looked down. There's no ground underneath. People should stop training radiologists now. It's just completely obvious that in five years deep learning is going to do better than radiologists."

Nov 24, 2016



V České republice se ročně provede přibližně
3 000 000 rentgenů hrudníku.

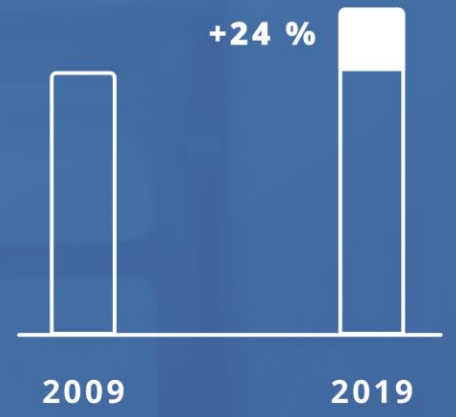
Přetížení lékaři

Počet snímků, které radiolog musí vyhodnotit, **každoročně roste.**

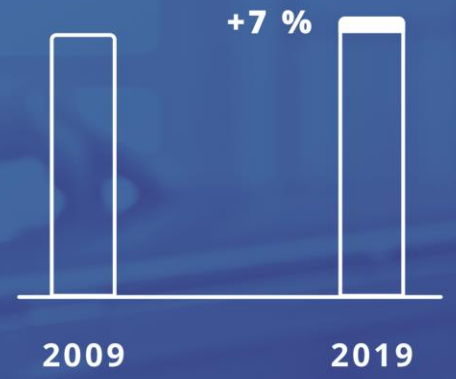
Počet lékařů zůstává téměř stejný.

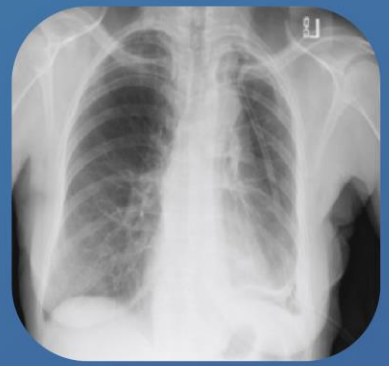
Radiologové se tak potýkají s **neúměrnou pracovní zátěží,** která se bude každým rokem zvyšovat.

NÁRŮST RTG VYŠETŘENÍ

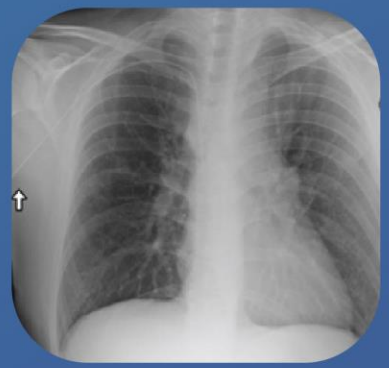


POČET RADIOLOGŮ V ČR





Lékař 1	Lékař 2	Lékař 3
✓ ATALEKTÁZA	X ATALEKTÁZA	✓ ATALEKTÁZA
✓ PNEUMOTHORAX	✓ PNEUMOTHORAX	X PNEUMOTHORAX
✓ FLUIDOTHORAX	✓ FLUIDOTHORAX	✓ FLUIDOTHORAX



✓ NORMÁLNÍ NÁLEZ	X NORMÁLNÍ NÁLEZ	X NORMÁLNÍ NÁLEZ
X ATALEKTÁZA	✓ ATALEKTÁZA	X ATALEKTÁZA
X PLICNÍ EDÉM	✓ PLICNÍ EDÉM	X PLICNÍ EDÉM
X LÉZE V PLICNÍM PARENCHYMU	X LÉZE V PLICNÍM PARENCHYMU	✓ LÉZE V PLICNÍM PARENCHYMU

✓ KONSOLIDACE PLICNÍ TKÁNĚ	✓ KONSOLIDACE PLICNÍ TKÁNĚ	X KONSOLIDACE PLICNÍ TKÁNĚ
✓ FLUIDOTHORAX	✓ FLUIDOTHORAX	✓ FLUIDOTHORAX
✓ LÉZE V PLICNÍM PARENCHYMU	✓ LÉZE V PLICNÍM PARENCHYMU	X LÉZE V PLICNÍM PARENCHYMU

CE 1023

ISO 27001

ISO 13485

carebot

Systém vyznačí,
co se na snímku nachází a vypíše krátkou zprávu.

Pomůže lékařům v nemocnicích, nebo při klinických zkouškách nových léků.

Natrénován na statísících snímcích z celého světa.

Implementován v lékařově systému. **Nemění jeho pracovní postupy.**

ARCHIVY | NEDÁVNO ZOBRAZENÉ | IMPORT DICOM

Celé jméno	Identifikace	Datum narození	Modality	Datum vyšetření	Zobrazeno	Popis
P. A. (6)	1111	1992-01-01	MG, PR, SR	2023-06-30 14:58	2023-08-16 12:23	Diagnostic Mammography
SUMPERK MOSTHGP1UWADX36VBH20 (4)	SUMPERK MOSTHGP1UWADX36...		DOC, DX, PR, SR	2023-07-02 10:04	2023-08-16 12:23	PLICE VLEZE

Úroveň	Náhled série	Modality	Datum a čas	Popis
Série 1001 (1)		DOC		CAREBOT: Vysoke riziko
Série 1 (1)		DX	2023-07-02 10:04	X Plice a.p., bez mrizky
Série 1000 (1)		PR	2023-08-11 12:50	CAREBOT: Vysoke riziko
Série 1000 (1)		SR	2023-08-11 12:50	CAREBOT: Vysoke riziko

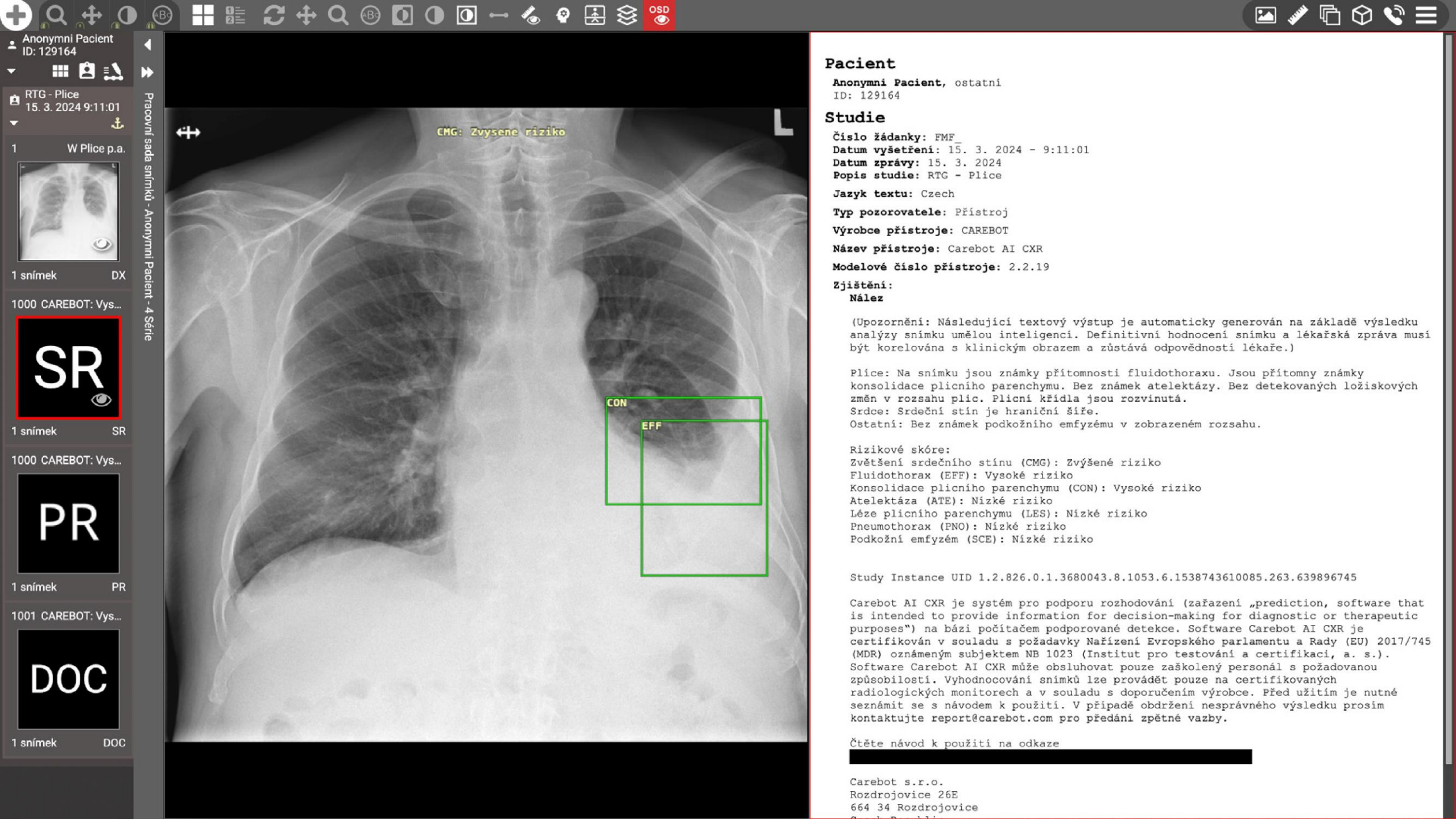
PACIENT 05 Anonym (4)	0005		DOC, DX, PR, SR	2023-08-15 00:00	2023-08-16 12:23	

Úroveň	Náhled série	Modality	Datum a čas	Popis
Série 1001 (1)		DOC		CAREBOT: Nizke riziko
Série 1862 (1)		DX		
Série 1000 (1)		SR	2023-08-02 13:35	CAREBOT: Nizke riziko
Série 1000 (1)		PR	2023-08-02 13:35	CAREBOT: Nizke riziko

DATA 6BWU8BNERJZC6L1MO2L8 (4)	data 6BWU8BNERJZC6L1MO2L8		DOC, DX, PR, SR	2023-04-05 11:59	2023-08-16 11:23	Plice,Th pater

Úroveň	Náhled série	Modality	Datum a čas	Popis
Série 1001 (1)		DOC		CAREBOT: Vysoke riziko
Série 1 (1)		DX	2023-04-05 11:59	W Plice p.a.
Série 1000 (1)		PR	2023-04-29 15:00	CAREBOT: Vysoke riziko
Série 1000 (1)		SR	2023-04-29 15:00	CAREBOT: Vysoke riziko

DATA 3RTE00LGEBTEOKW9FYJT (4)	data 3RTE00LGEBTEOKW9FYJT		DOC, DX, PR, SR	2023-04-06 17:25	2023-08-16 11:16	PLICE



Pacient

Anonymni Pacient, ostatní
ID: 129164

Studie

Číslo žádanky: FMF_
Datum vyšetření: 15. 3. 2024 - 9:11:01
Datum zprávy: 15. 3. 2024
Popis studie: RTG - Plice

Jazyk textu: Czech

Typ pozorovatele: Přístroj

Výrobce přístroje: CAREBOT

Název přístroje: Carebot AI CXR

Modelové číslo přístroje: 2.2.19

Zjištění:

Nález

(Upozornění: Následující textový výstup je automaticky generován na základě výsledku analýzy snímku umělou inteligencí. Definitivní hodnocení snímku a lékařská zpráva musí být korelována s klinickým obrazem a zůstává odpovědností lékaře.)

Plíce: Na snímku jsou známky přítomnosti fluidothoraxu. Jsou přítomny známky konsolidace plicního parenchymu. Bez známek atelektázy. Bez detekovaných ložiskových změn v rozsahu plic. Plicní křídla jsou rozvinutá.
Srdce: Srdeční stín je hraniční šíře.
Ostatní: Bez známek podkožního emfyzému v zobrazeném rozsahu.

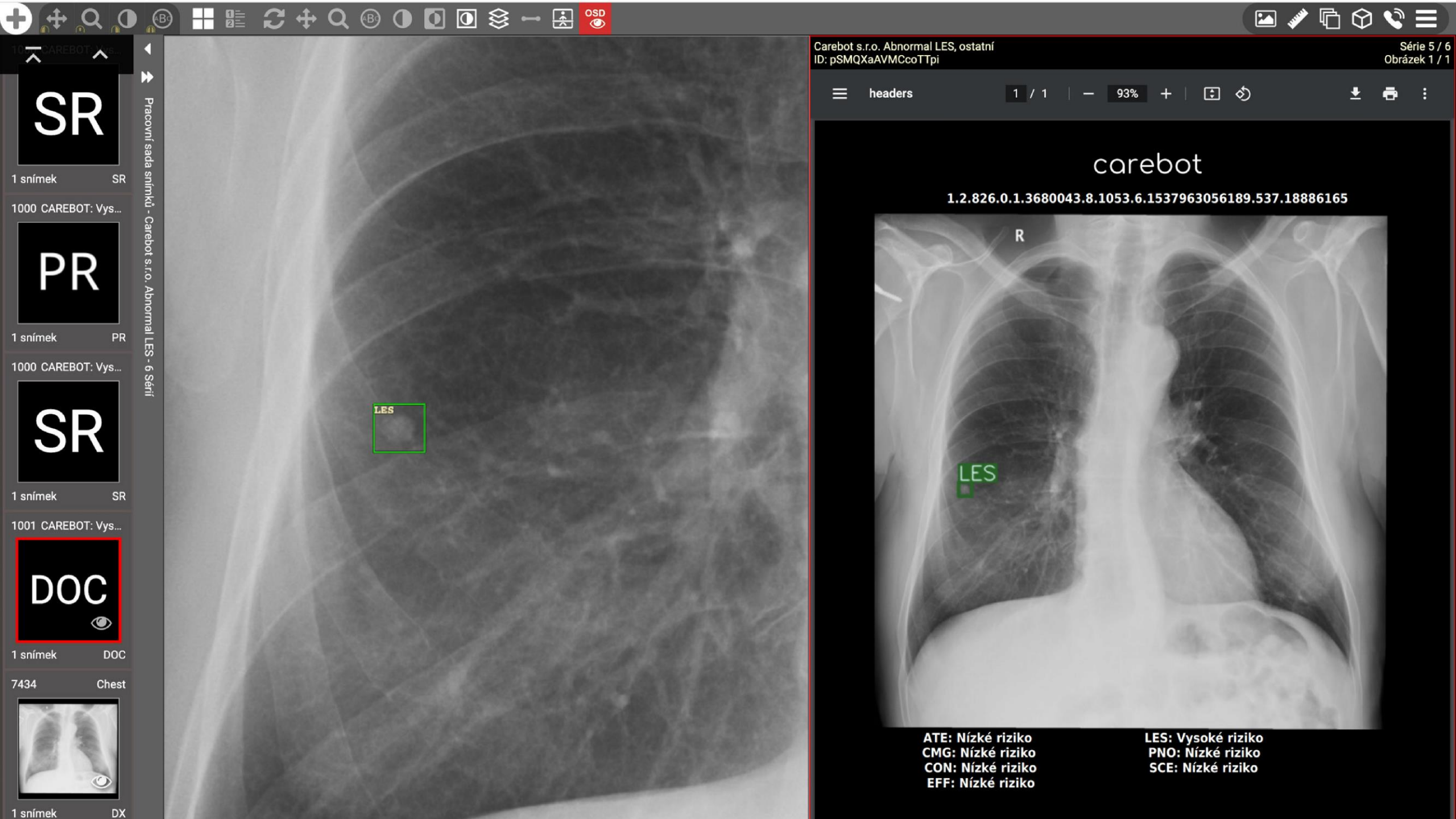
Rizikové skóre:
Zvětšení srdečního stínu (CMG): Zvýšené riziko
Fluidothorax (EFF): Vysoké riziko
Konsolidace plicního parenchymu (CON): Vysoké riziko
Atelektáza (ATE): Nízké riziko
Léze plicního parenchymu (LES): Nízké riziko
Pneumothorax (PNO): Nízké riziko
Podkožní emfyzém (SCE): Nízké riziko

Study Instance UID 1.2.826.0.1.3680043.8.1053.6.1538743610085.263.639896745

Carebot AI CXR je systém pro podporu rozhodování (zařazení „prediction, software that is intended to provide information for decision-making for diagnostic or therapeutic purposes") na bázi počítačem podporované detekce. Software Carebot AI CXR je certifikován v souladu s požadavky Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2017/745 (MDR) oznámeným subjektem NB 1023 (Institut pro testování a certifikaci, a. s.). Software Carebot AI CXR může obsluhovat pouze zaškolený personál s požadovanou způsobilostí. Vyhodnocování snímků lze provádět pouze na certifikovaných radiologických monitorech a v souladu s doporučením výrobce. Před užitím je nutné seznámit se s návodem k použití. V případě obdržení nesprávného výsledku prosím kontaktujte report@carebot.com pro předání zpětné vazby.

Čtěte návod k použití na odkaze
[redacted]

Carebot s.r.o.
Rozdrojovice 26E
664 34 Rozdrojovice


SR
1 snímek SR
1000 CAREBOT: Vys...
PR
1 snímek PR
1000 CAREBOT: Vys...
SR
1 snímek SR
1001 CAREBOT: Vys...
DOC
1 snímek DOC
7434 Chest
1 snímek DX
Pracovní sada snímků - Carebot s.r.o. Abnormal LES - 6 Sérií
OSD
LES
Carebot s.r.o. Abnormal LES, ostatní
ID: pSMQXaAVMCcoTTpi
Série 5 / 6
Obrázek 1 / 1
headers
1 / 1
93%
carebot
1.2.826.0.1.3680043.8.1053.6.1537963056189.537.18886165
R
LES
ATE: Nízké riziko
CMG: Nízké riziko
CON: Nízké riziko
EFF: Nízké riziko
LES: Vysoké riziko
PNO: Nízké riziko
SCE: Nízké riziko

TomoCon Workstation - [CXR 01^LES, wqv1Yz6T4BoG5KuO, 10/6/2023]

TomoCon Edit Study Tools Image Filter Annotations Flip/Rotate Layout View Help

Tools

CXR 01^LES
10/6/2023

Reports

DX 448

Scope: Segment

Type here to search

Přestává pršet

ENG

4:23 PM
10/12/2023

data G5L08LL17WEPO7LIIK...

DX 2023-04-27 1/1

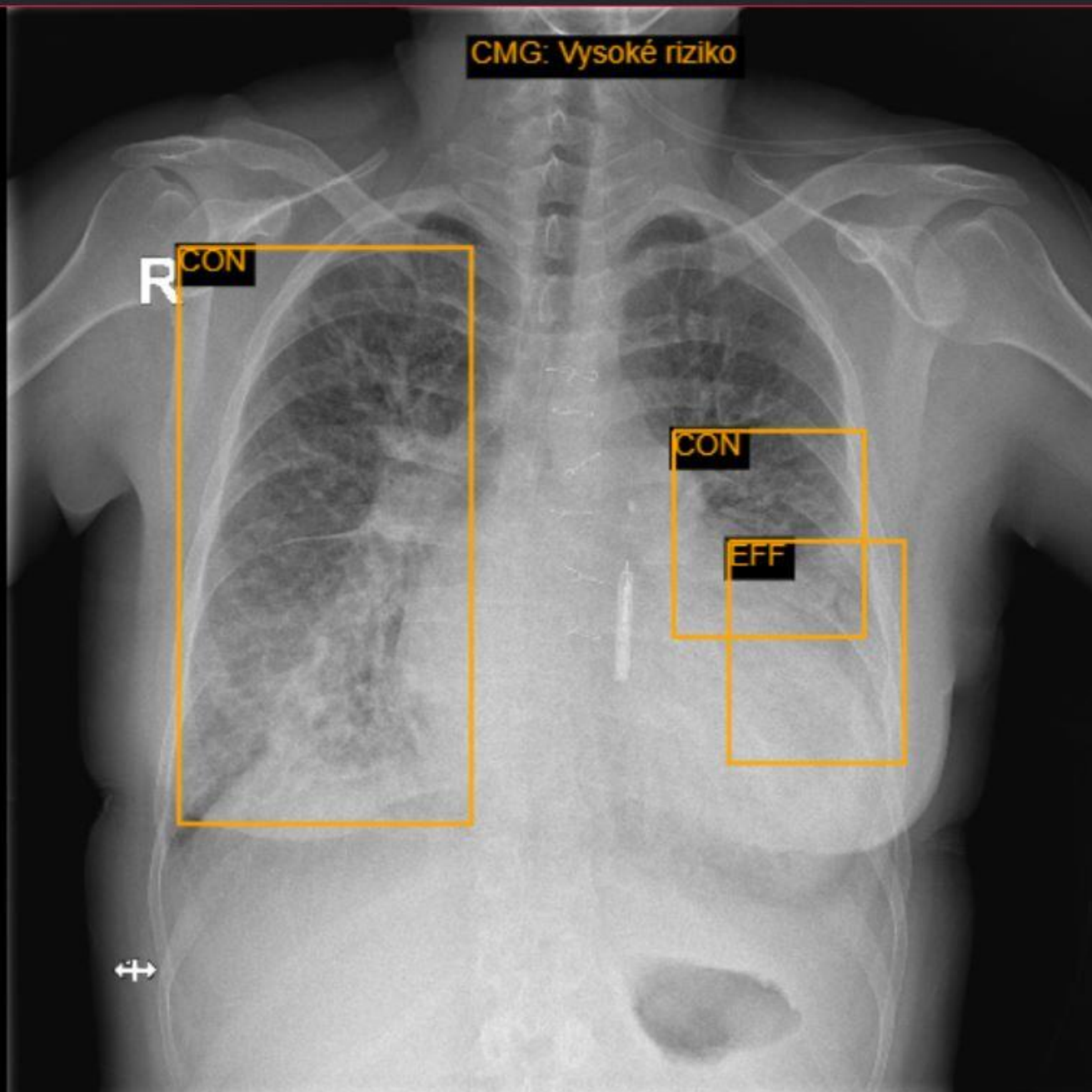
DX 1/1 W Plice p.a.

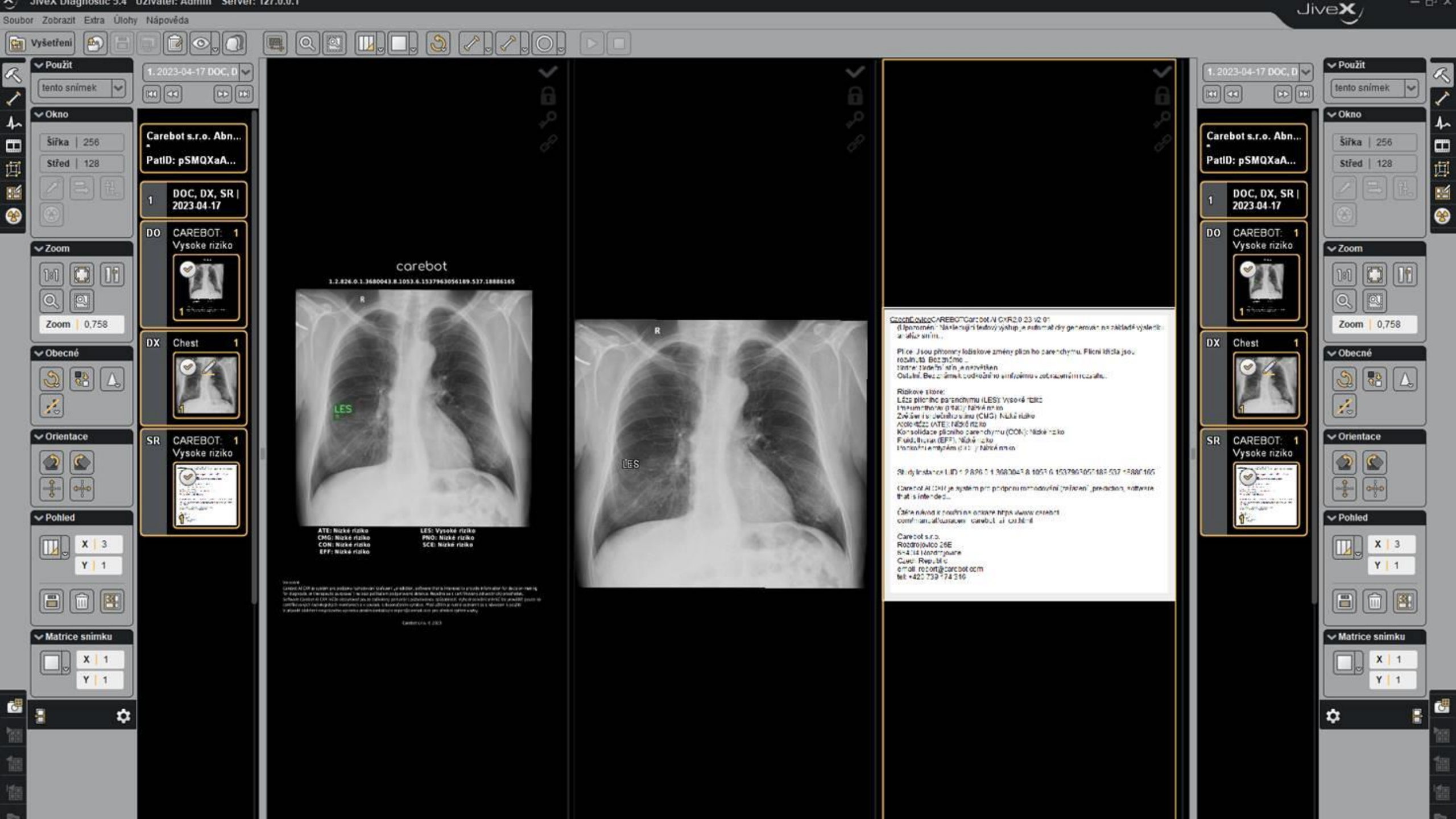
SR 2/1 CAREBOT: Vysoke riziko

DOC 3/1 CAREBOT: Vysoke riziko

HAA_4782268
2860 x 2874

Z: 0.18
W: 51984 L:23632
S:



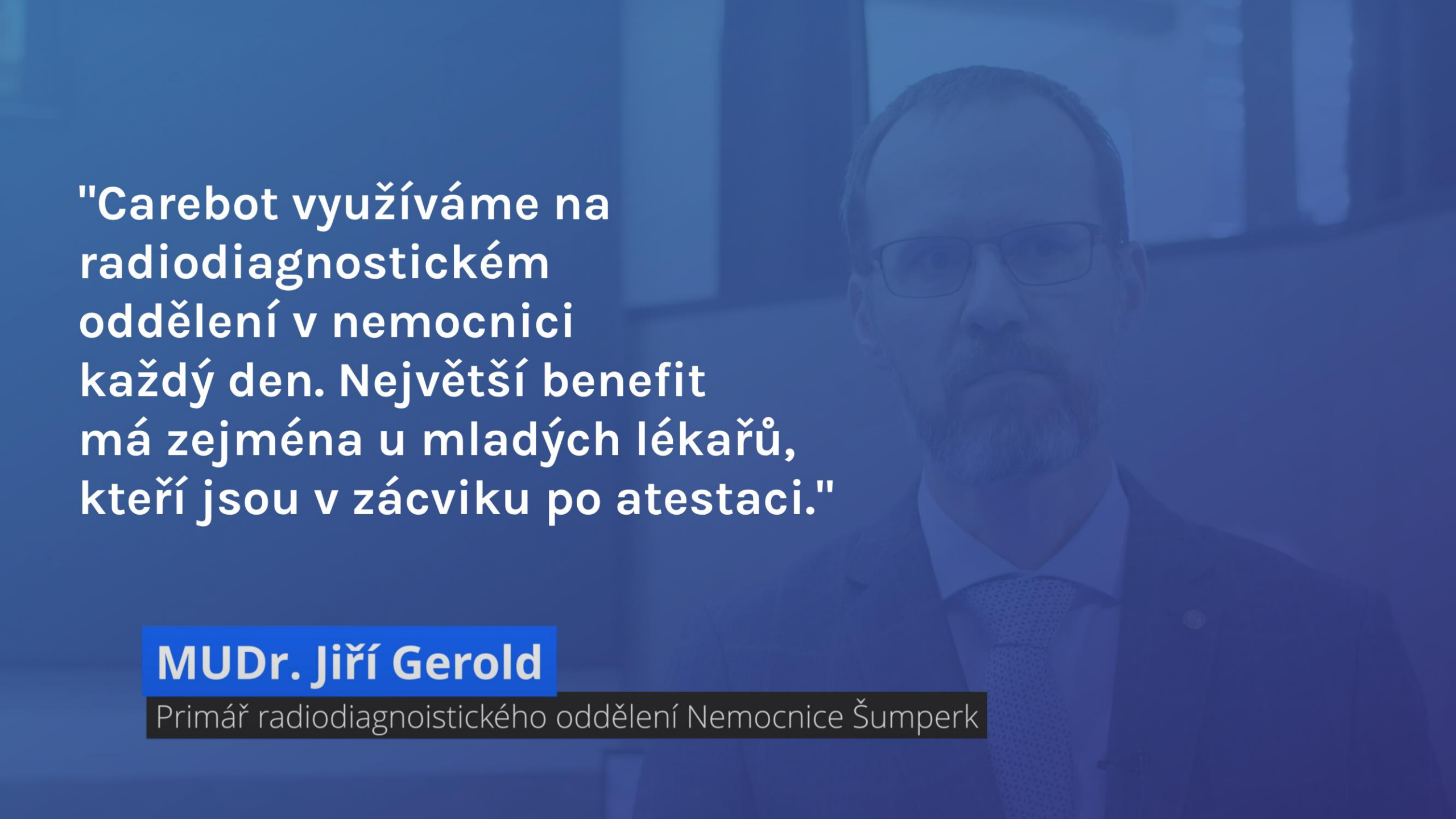

JiveX Diagnostic 5.4 Uživatel: Admin Server: 127.0.0.1
Soubor Zobrazit Extra Úlohy Nápověda
Vyšetření
Použít
tento snímek
Okno
Šířka 256
Střed 128
Zoom
Zoom 0,758
Obecné
Orientace
Pohled
X 3
Y 1
Matrice snímku
X 1
Y 1
1. 2023-04-17 DOC, D
Carebot s.r.o. Abn...
PatID: pSMQXaA...
1 DOC, DX, SR | 2023-04-17
DO CAREBOT: 1
Vysoke riziko
DX Chest 1
SR CAREBOT: 1
Vysoke riziko
carebot
1.2.826.0.1.3680043.8.1053.6.153796305618 9.537.18886165
R
LES
ATE: Nízké riziko
CMG: Nízké riziko
CON: Nízké riziko
EFF: Nízké riziko
LES: Vysoké riziko
PNO: Nízké riziko
SCE: Nízké riziko
R
LES

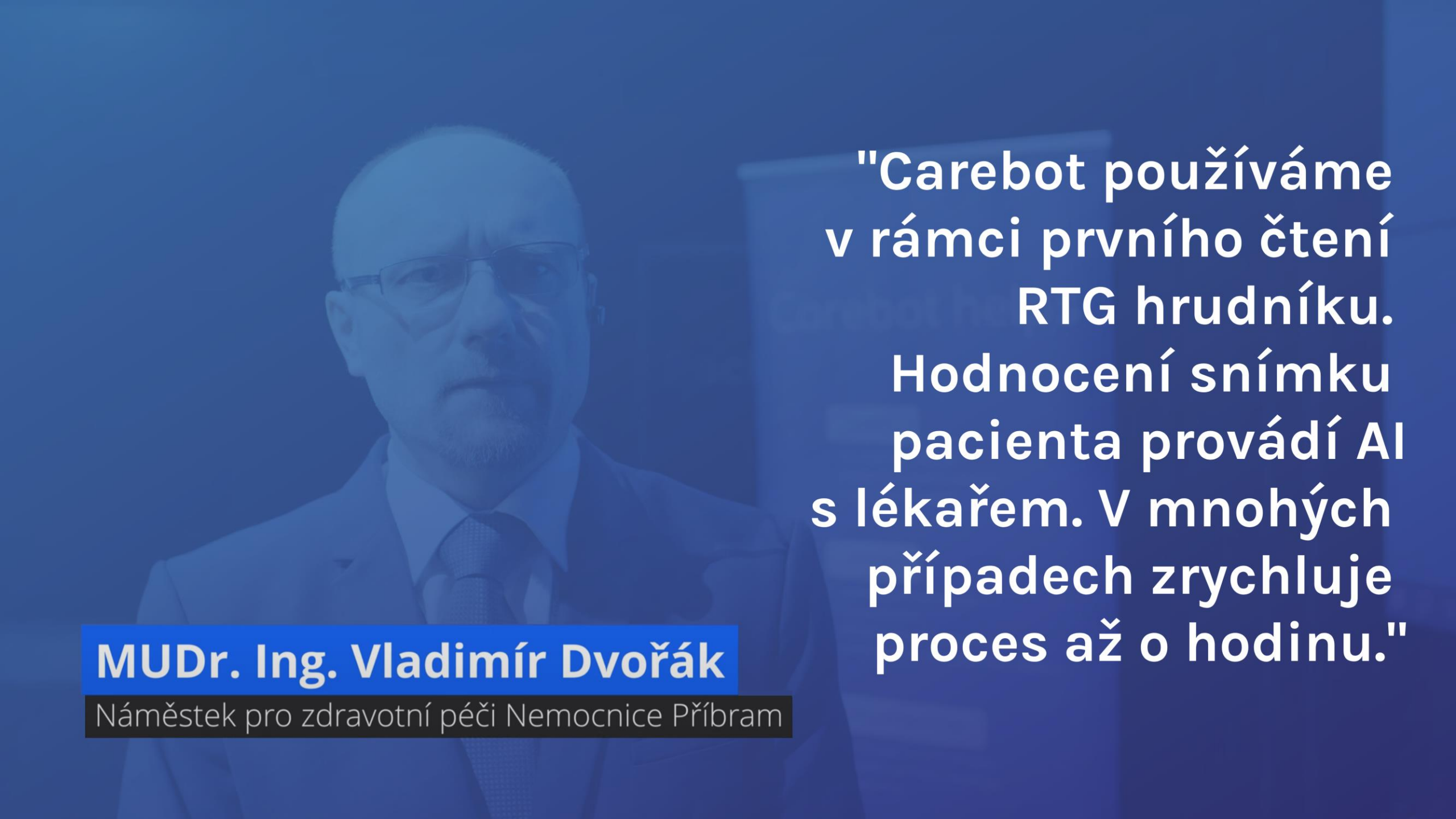
Viewing
CR-DR-DX general
Stack 1x1
Stack 2x1
Results 2x2
Viewing
Favorite Tools
Series
Findings
Printing
CURRENT STUDY
- 2
2 IMA 2
CON
EFF
EFF
Fluorospot Compact FD
PA
MV
10cm
DeIdentified
kV 125
DAP
EI 127
EI target 100
DI 1
mAs 1
FOR PRESENTATION
Zoom 0,46
W 31952
C 25296
Series
Current
Unknown study description
- 1 [2]
- 2 [2]

Kde všude Carebot testovali/testují?

Významný hráč
v CEE regionu.

Získat majoritu
v AI na trhu


"Carebot využíváme na radiodiagnostickém oddělení v nemocnici každý den. Největší benefit má zejména u mladých lékařů, kteří jsou v zácviku po atestaci."
MUDr. Jiří Gerold
Primář radiodiagnoistického oddělení Nemocnice Šumperk



"Carebot používáme v rámci prvního čtení RTG hrudníku. Hodnocení snímku pacienta provádí AI s lékařem. V mnohých případech zrychluje proces až o hodinu."

MUDr. Ing. Vladimír Dvořák

Náměstek pro zdravotní péči Nemocnice Příbram

Problém

- Až 22 % diagnostických chyb vznikne v souvislosti s hodnocením skiagramů hrudníku[1]
- Rutinně prováděný skiagram hrudníku je často prvním vyšetřením, při němž jsou zachyceny ložiskové změny plicního parenchymu, které mohou být projevem nádorového onemocnění plic

Detecting Pulmonary Lesions in Low-Prevalence Real-World Settings Using Deep Learning

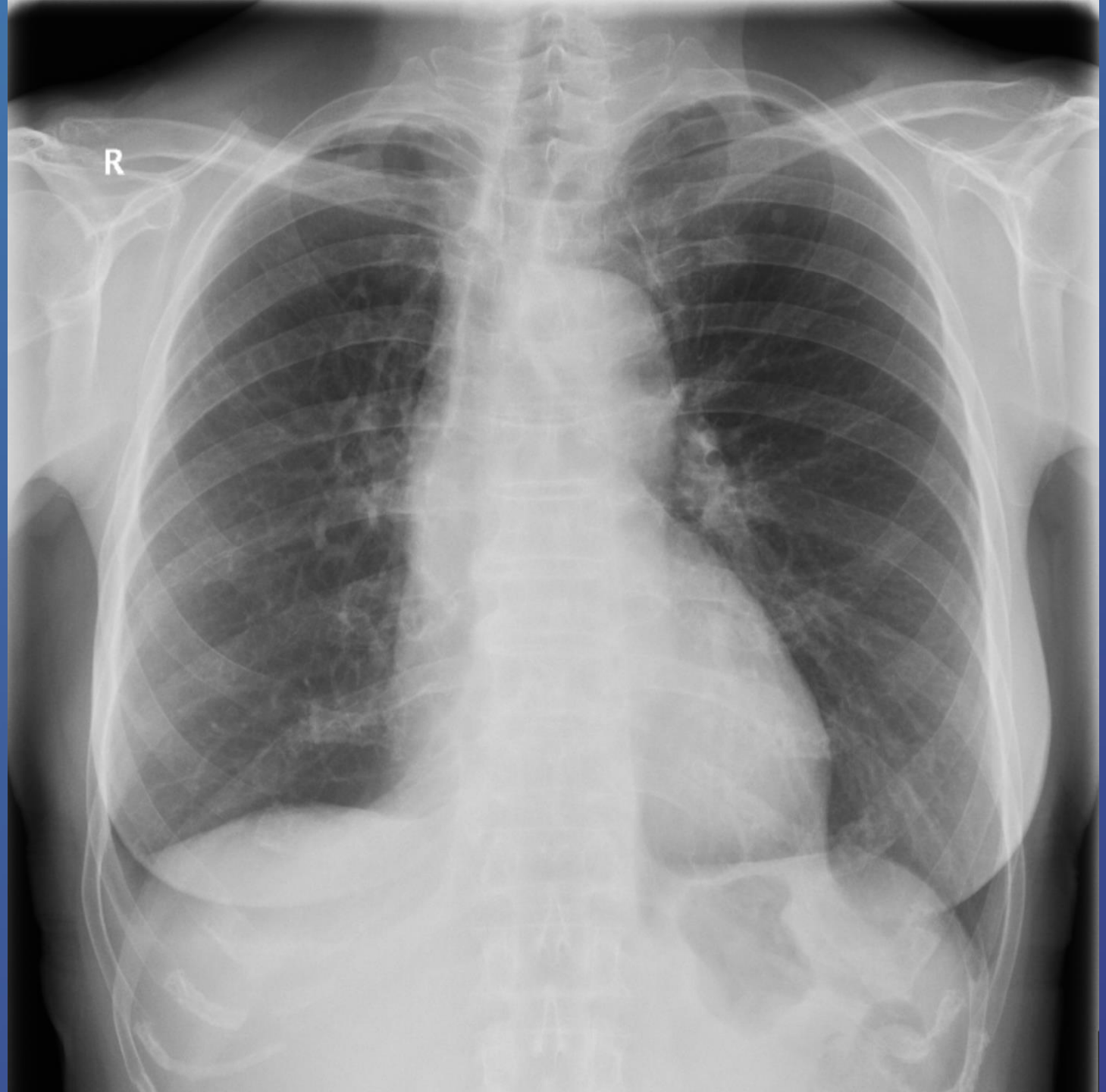
Daniel Kvak[1(✉)], Anna Chromcová[1], Petra Ovesná[2], Jakub Dandár[3], Marek Biroš[1], Robert Hrubý[1], Daniel Dufek[1], and Marija Pajdaković[1]

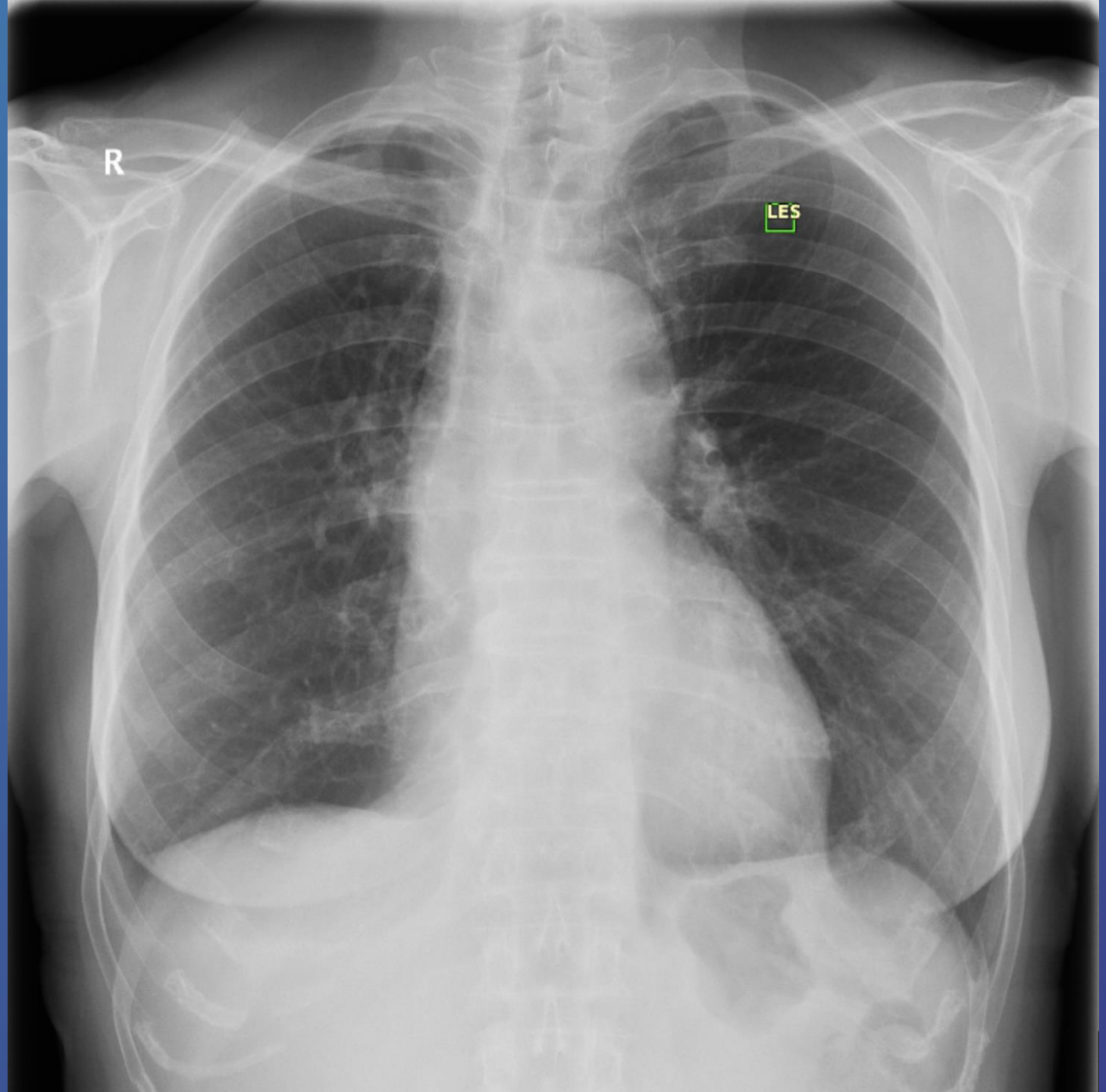
[1] Carebot s.r.o., 128 00 Prague, Czech Republic
daniel.kvak@carebot.com
[2] Institute of Biostatistics and Analysis s.r.o., 602 00 Brno, Czech Republic
[3] Havířov Hospital and Clinic, 736 01 Havířov, Czech Republic

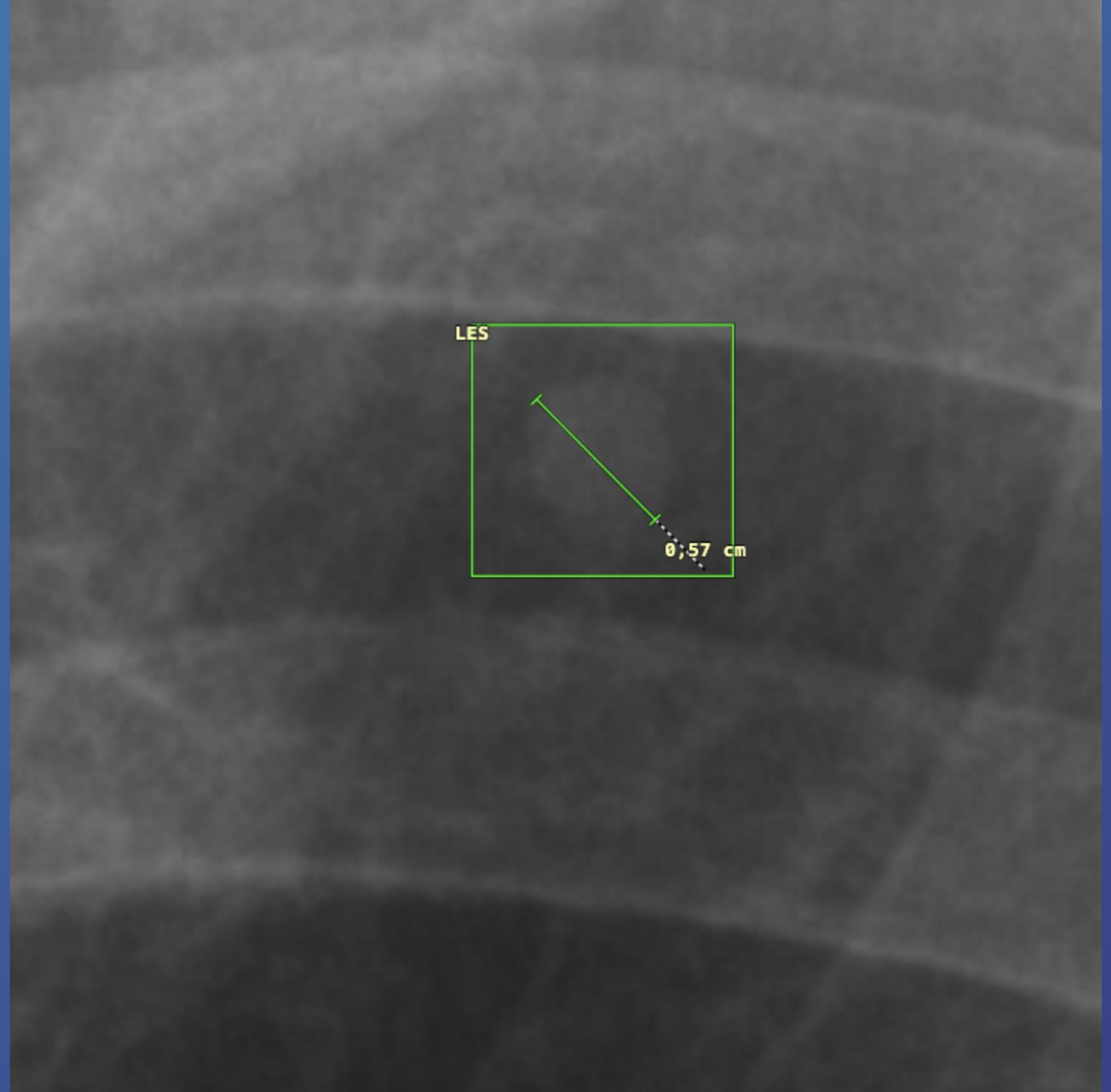
Abstract. The rapid advancement of artificial intelligence (AI) in medical imaging has presented an exciting prospect of enhancing diagnostic accuracy and efficiency. One of the active areas of research is the use of deep-learning-based automatic detection algorithms (DLAD) in chest radiography, which has shown tremendous potential in identifying various findings such as tuberculosis or pulmonary lesions. However, despite the promising results in the controlled, high-prevalence simulated conditions typically observed in research settings, there are concerns about the use of these applications in real-world scenarios. For our study, we collected 956 chest X-ray images (CXR) from daily clinical practice at a municipal hospital. Two central readers with access to the patient's previous and subsequent examinations achieved blinded agreement for 901 CXRs, of which 21 were visually confirmed to contain one or more pulmonary lesions (prevalence: 2.3%) and 880 were found to contain no pulmonary lesions. Six radiologists of varying expertise were asked to conduct a retrospective analysis of these images. Subsequently, the performance of each radiologist was benchmarked against the ground truth and the proposed DLAD (2.0.20–v2.01). The proposed DLAD demonstrated higher sensitivity (*Se* of 0.905 (0.715–0.978)) than that of all assessed radiologists (RAD 1 0.238 (0.103–0.448), $p < 0.001$, RAD 2 0.333 (0.170–0.544), $p < 0.001$, RAD 3 0.524 (0.324–0.717), $p < 0.001$, RAD 4 0.619 (0.410–0.794), $p < 0.001$, RAD 5 0.667 (0.456–0.83), $p < 0.001$, RAD 6 0.619 (0.41–0.794), $p < 0.001$), and the difference was statistically significant. The DLAD specificity (*Sp* of 0.893 (0.871–0.912)) was significantly lower than that of five compared radiologists (RAD 1 0.999 (0.994–1), $p < 0.001$, RAD 2 0.933 (0.915–0.948), $p < 0.001$, RAD 4 0.968 (0.955–0.978), $p < 0.001$, RAD 5 0.991 (0.982–0.996), $p < 0.001$, RAD 6 0.989 (0.979–0.994), $p < 0.001$), with the exception of one, mid-level experienced radiologist but the difference was not statistically significant (RAD 3 0.884 (0.861–0.904), $p = 0.685$). The results of this study demonstrate that the proposed DLAD achieves a high level of sensitivity and a relatively reliable level of specificity even when applied in low-prevalence real-world settings. Therefore, it can be advantageous for use by radiologists, irrespective of their expertise level.

© The Author(s), under exclusive license to Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2024
R. Su et al. (Eds.): MICAD 2023, LNEE 1166, pp. 3–20, 2024.
https://doi.org/10.1007/978-981-97-1335-6_1

[1] Donald, J. J., & Barnard, S. A. (2012). Common patterns in 558 diagnostic radiology errors. *Journal of medical imaging and radiation oncology, 56*(2), 173-178.


R


R
LES


LES
0,57 cm

	[redacted]					
normal	✅	❌	✅	✅	✅	❌
external device	❌	❌	❌	❌	❌	❌
atelectasis	❌	❌	❌	❌	❌	❌
consolidation	❌	❌	❌	❌	❌	❌
cardiomegaly	❌	❌	❌	❌	❌	❌
fracture	❌	❌	❌	❌	❌	❌
mediastinal widening	❌	❌	❌	❌	❌	❌
pneumoperitoneum	❌	❌	❌	❌	❌	❌
pneumothorax	❌	❌	❌	❌	❌	❌
pulmonary edema	❌	❌	❌	❌	❌	❌
pleural effusion	❌	❌	❌	❌	❌	❌
pulmonary lesion	❌	✅	❌	❌	❌	✅
hilar enlargement	❌	❌	❌	❌	❌	❌
subcutaneous emphysema	❌	❌	❌	❌	❌	❌

Data a demografické informace

- Single-center, multi-reader studie
- Skiagramy hrudníku pořízené mezi 18.10. a 17.11.2022 na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Havířov, p.o.
- Celkem získáno 1 073 snímků, z nichž 956 bylo relevantních, u 901 stanovená základní pravda (*ground truth*)

Sample	**n**
Collected images	1,073
excluded from sample	*117*
Relevant images	956
unable to establish ground truth	*55*
Used for assessment	901
with one or more pulmonary lesions	*21*
without pulmonary lesion	*880*

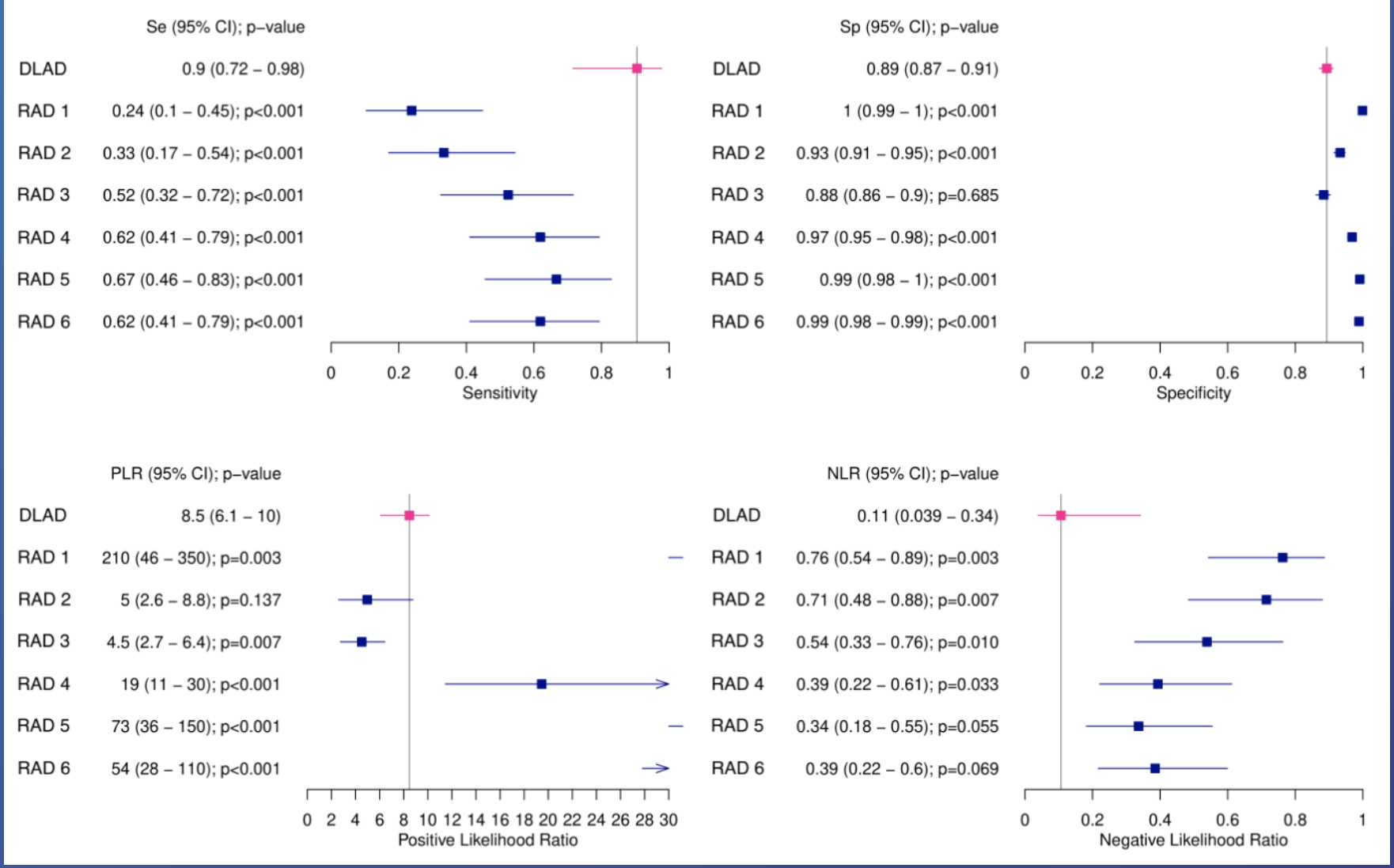
Tab. 1: Rozdělení vzorku snímků shromážděných pro navrženou studii

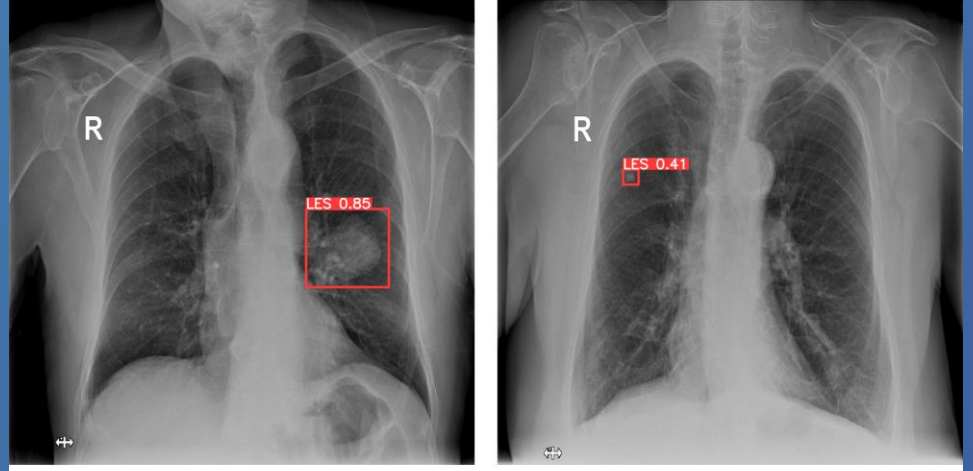
Popis snímků a panel radiologů

Každý z 901 snímků byl popsán naším navrhovaným modelem a šesti oslovenými radiology:

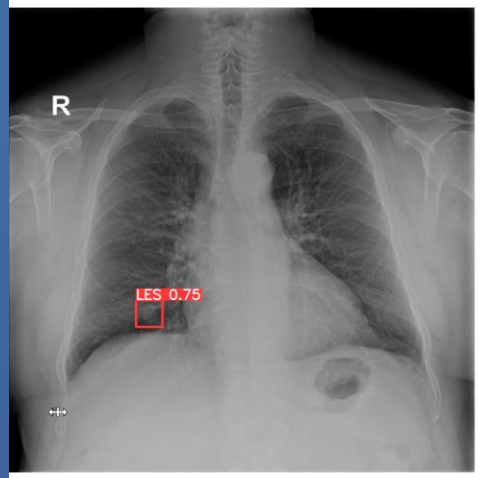
- DLAD (Carebot AI CXR 2.0.20-v2.01)
- Radiolog 1 + 2: <2 roky zkušeností, bez kmenové zkoušky
- Radiolog 3 + 4: <5 let zkušeností, s kmenovou zkouškou
- Radiolog 5 + 6: >5 let zkušeností, s atestací

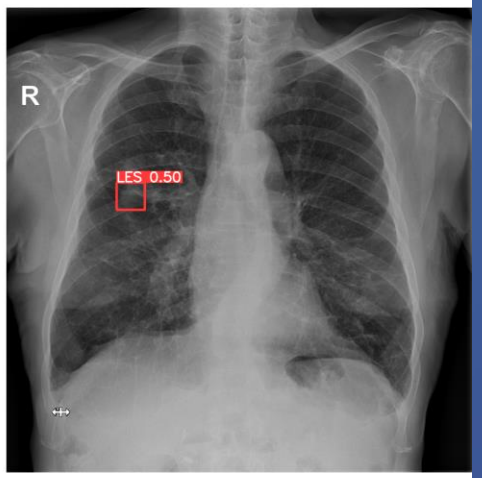
Porovnání s panelem radiologů

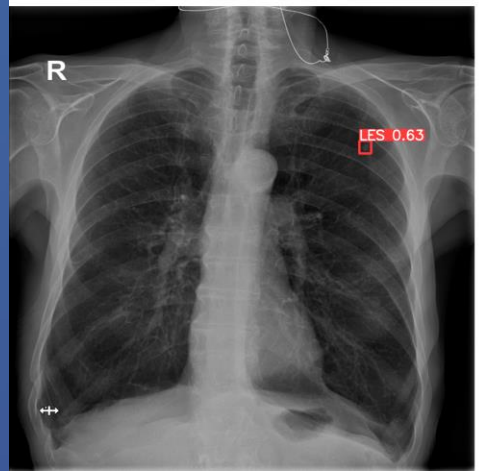


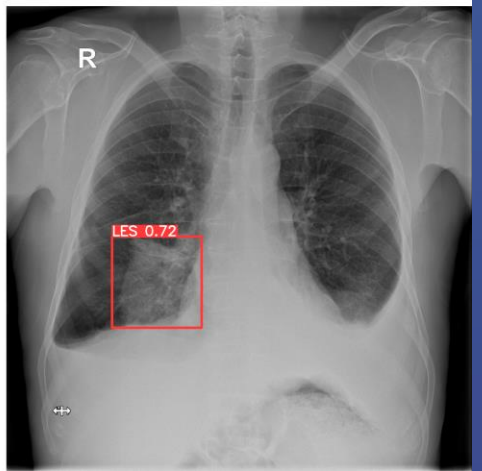

R
LES 0.85

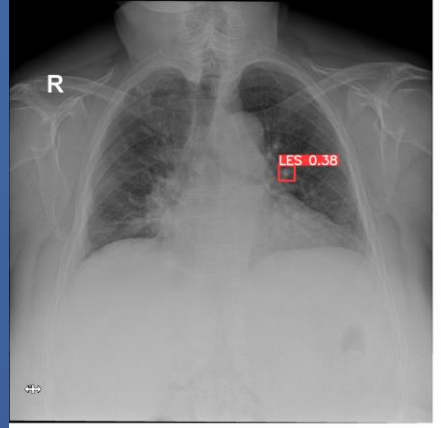
R
LES 0.41


R
LES 0.75

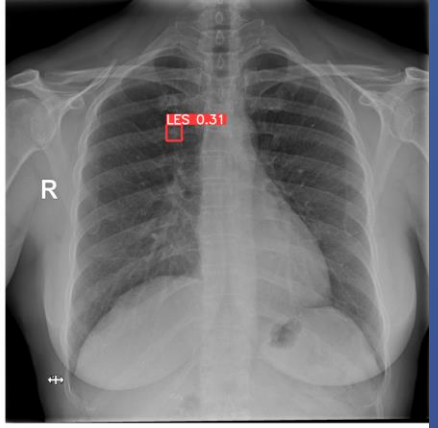

R
LES 0.50


R
LES 0.63

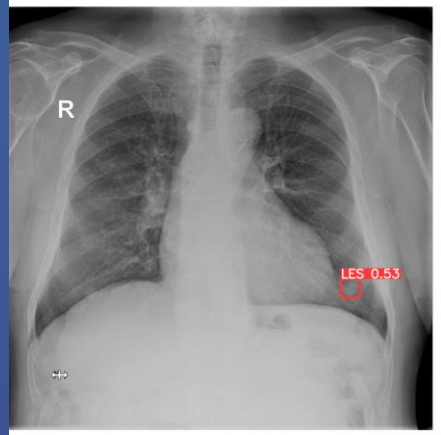

R
LES 0.72


R
LES 0.38

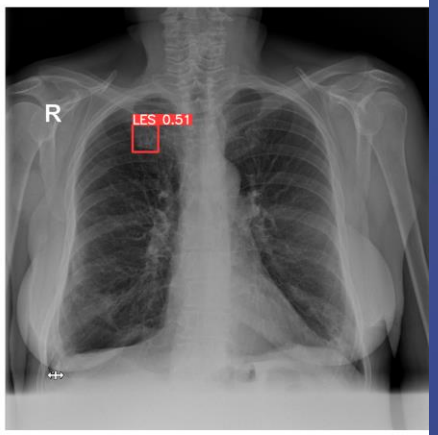
(a)


LES 0.31
R

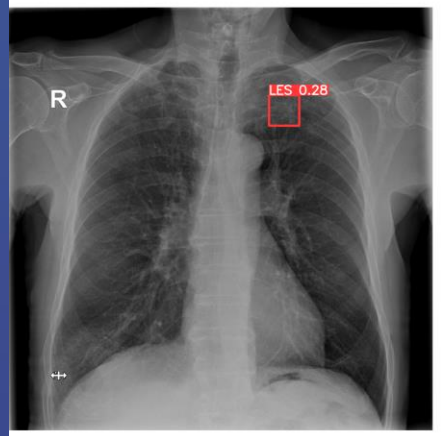
(b)


R
LES 0.53

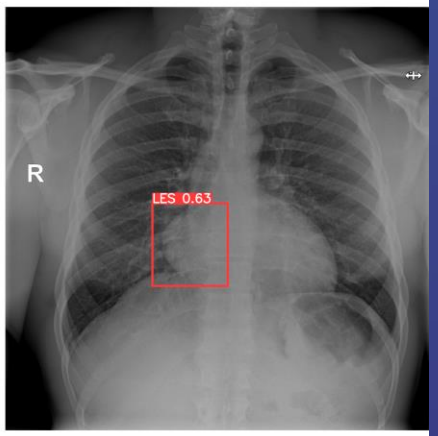
(c)


R
LES 0.51

(d)


R
LES 0.28

(e)

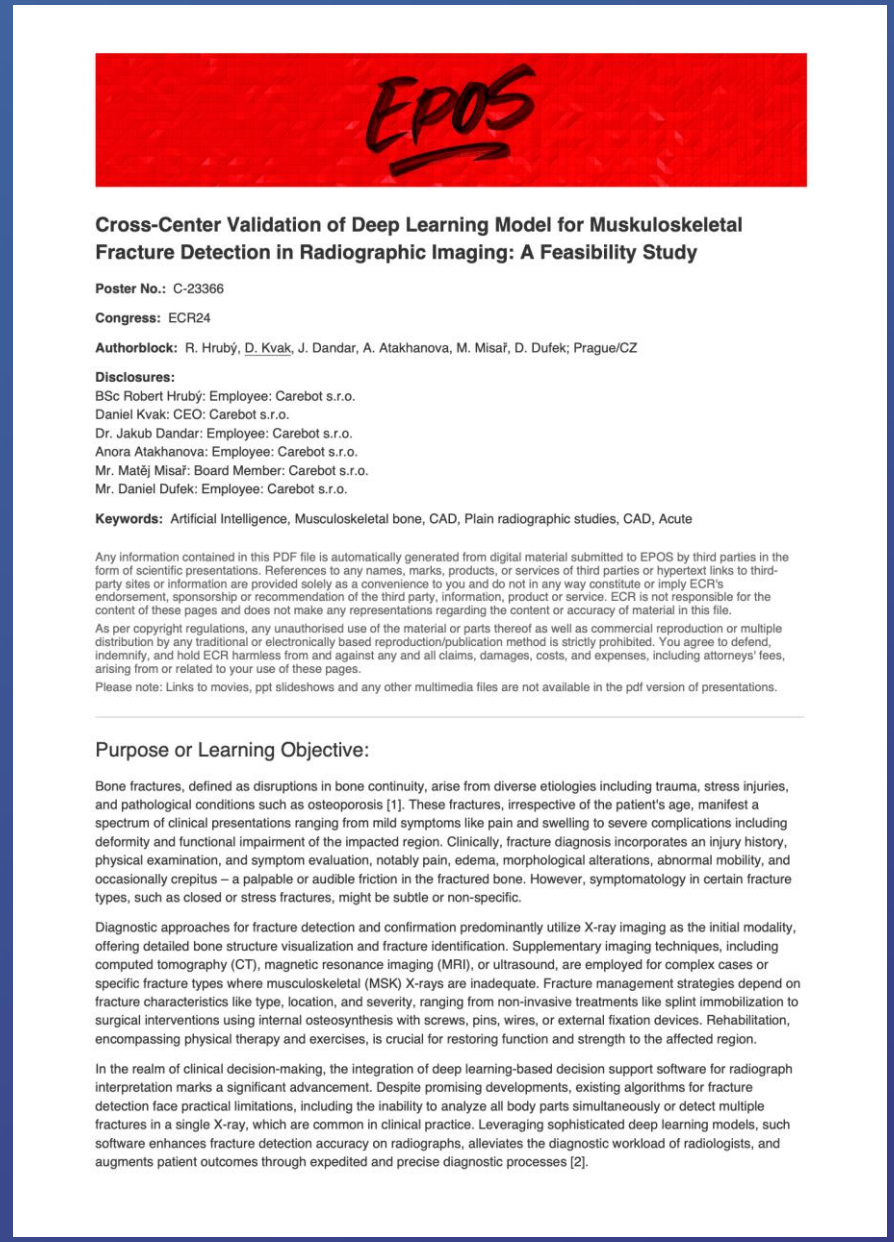

R
LES 0.63

(f)

Vydali jsme
19 studií
v Q1 a Q2 žurnálech.

Carebot AI Bones

- Systém pro analýzu rentgenových snímků MSK skeletu
- Detekce fraktur, kostních lézí, luxace, apod.
- Prezentováno na Evropském radiologickém kongresu ve Vídni
- Vysoká míra senzitivity hodnocení



EPOS

Cross-Center Validation of Deep Learning Model for Muskuloskeletal Fracture Detection in Radiographic Imaging: A Feasibility Study

Poster No.: C-23366

Congress: ECR24

Authorblock: R. Hrubý, D. Kvak, J. Dandar, A. Atakhanova, M. Misař, D. Dufek; Prague/CZ

Disclosures:
BSc Robert Hrubý: Employee: Carebot s.r.o.
Daniel Kvak: CEO: Carebot s.r.o.
Dr. Jakub Dandar: Employee: Carebot s.r.o.
Anora Atakhanova: Employee: Carebot s.r.o.
Mr. Matěj Misař: Board Member: Carebot s.r.o.
Mr. Daniel Dufek: Employee: Carebot s.r.o.

Keywords: Artificial Intelligence, Musculoskeletal bone, CAD, Plain radiographic studies, CAD, Acute

Any information contained in this PDF file is automatically generated from digital material submitted to EPOS by third parties in the form of scientific presentations. References to any names, marks, products, or services of third parties or hypertext links to third-party sites or information are provided solely as a convenience to you and do not in any way constitute or imply ECR's endorsement, sponsorship or recommendation of the third party, information, product or service. ECR is not responsible for the content of these pages and does not make any representations regarding the content or accuracy of material in this file.

As per copyright regulations, any unauthorised use of the material or parts thereof as well as commercial reproduction or multiple distribution by any traditional or electronically based reproduction/publication method is strictly prohibited. You agree to defend, indemnify, and hold ECR harmless from and against any and all claims, damages, costs, and expenses, including attorneys' fees, arising from or related to your use of these pages.

Please note: Links to movies, ppt slideshows and any other multimedia files are not available in the pdf version of presentations.

Purpose or Learning Objective:

Bone fractures, defined as disruptions in bone continuity, arise from diverse etiologies including trauma, stress injuries, and pathological conditions such as osteoporosis [1]. These fractures, irrespective of the patient's age, manifest a spectrum of clinical presentations ranging from mild symptoms like pain and swelling to severe complications including deformity and functional impairment of the impacted region. Clinically, fracture diagnosis incorporates an injury history, physical examination, and symptom evaluation, notably pain, edema, morphological alterations, abnormal mobility, and occasionally crepitus – a palpable or audible friction in the fractured bone. However, symptomatology in certain fracture types, such as closed or stress fractures, might be subtle or non-specific.

Diagnostic approaches for fracture detection and confirmation predominantly utilize X-ray imaging as the initial modality, offering detailed bone structure visualization and fracture identification. Supplementary imaging techniques, including computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), or ultrasound, are employed for complex cases or specific fracture types where musculoskeletal (MSK) X-rays are inadequate. Fracture management strategies depend on fracture characteristics like type, location, and severity, ranging from non-invasive treatments like splint immobilization to surgical interventions using internal osteosynthesis with screws, pins, wires, or external fixation devices. Rehabilitation, encompassing physical therapy and exercises, is crucial for restoring function and strength to the affected region.

In the realm of clinical decision-making, the integration of deep learning-based decision support software for radiograph interpretation marks a significant advancement. Despite promising developments, existing algorithms for fracture detection face practical limitations, including the inability to analyze all body parts simultaneously or detect multiple fractures in a single X-ray, which are common in clinical practice. Leveraging sophisticated deep learning models, such software enhances fracture detection accuracy on radiographs, alleviates the diagnostic workload of radiologists, and augments patient outcomes through expedited and precise diagnostic processes [2].

Pracovní sada snímků - Carebot s.r.o. fractures, Carebot s.r.o. fractures, Carebot s.r.o. fractures, Carebot s.r.o. fractures, ...

603752

Trauma
2024-04-01 00:00

Carebot s.r.o. fractu...
900956

Trauma
2024-04-01 00:00

Carebot s.r.o. fractu...
239009

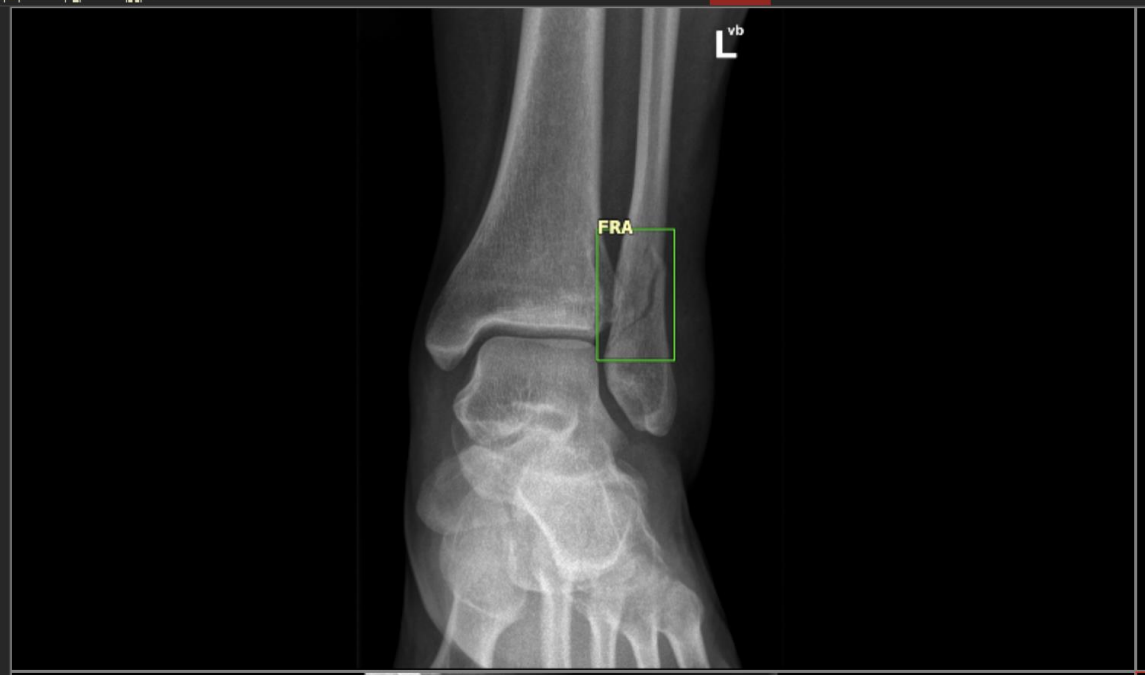
Trauma
2024-04-01 00:00

Carebot s.r.o. fractu...
177794

Trauma
2024-04-01 00:00

Carebot s.r.o. fractu...
506129

Trauma
2024-04-01 00:00

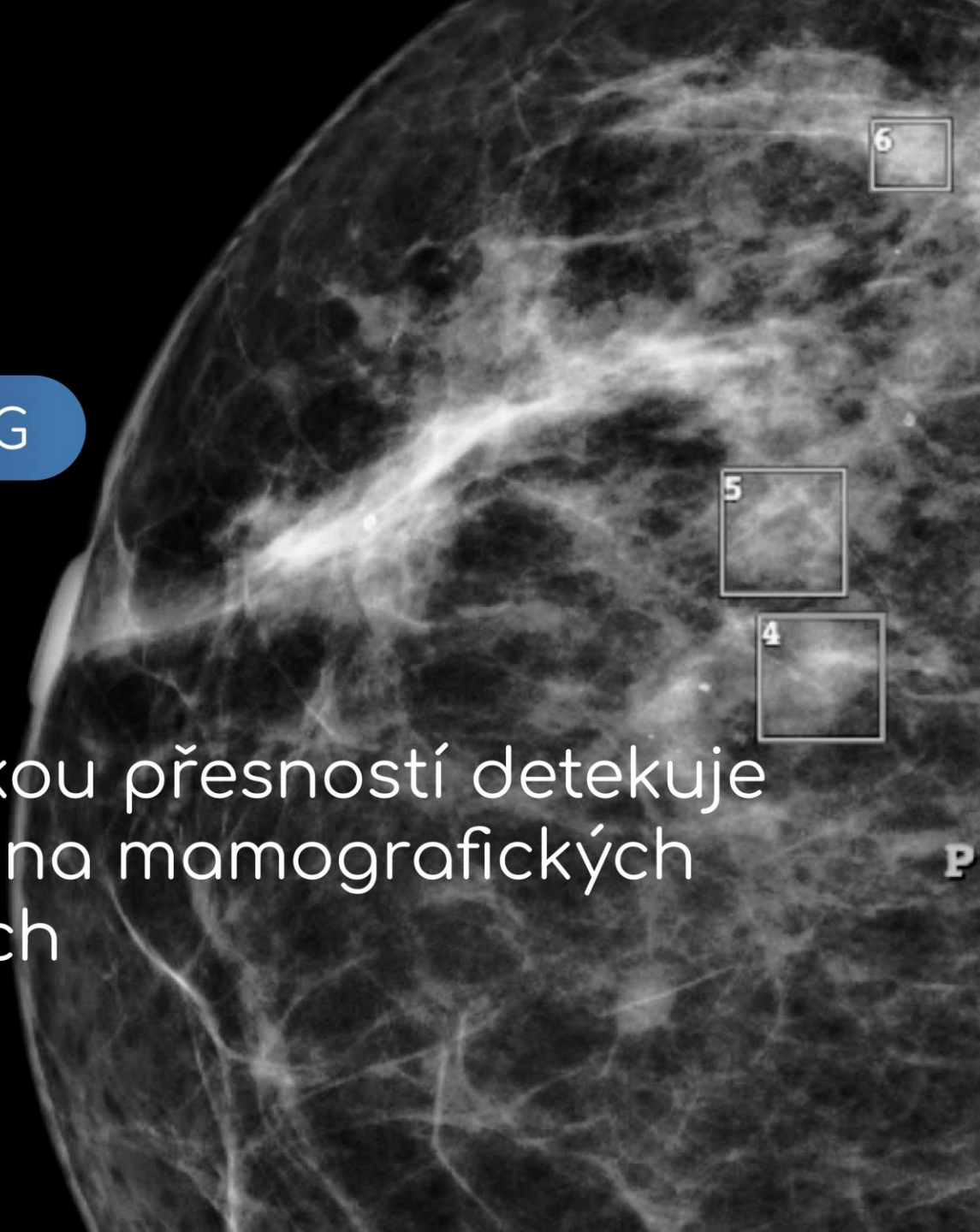


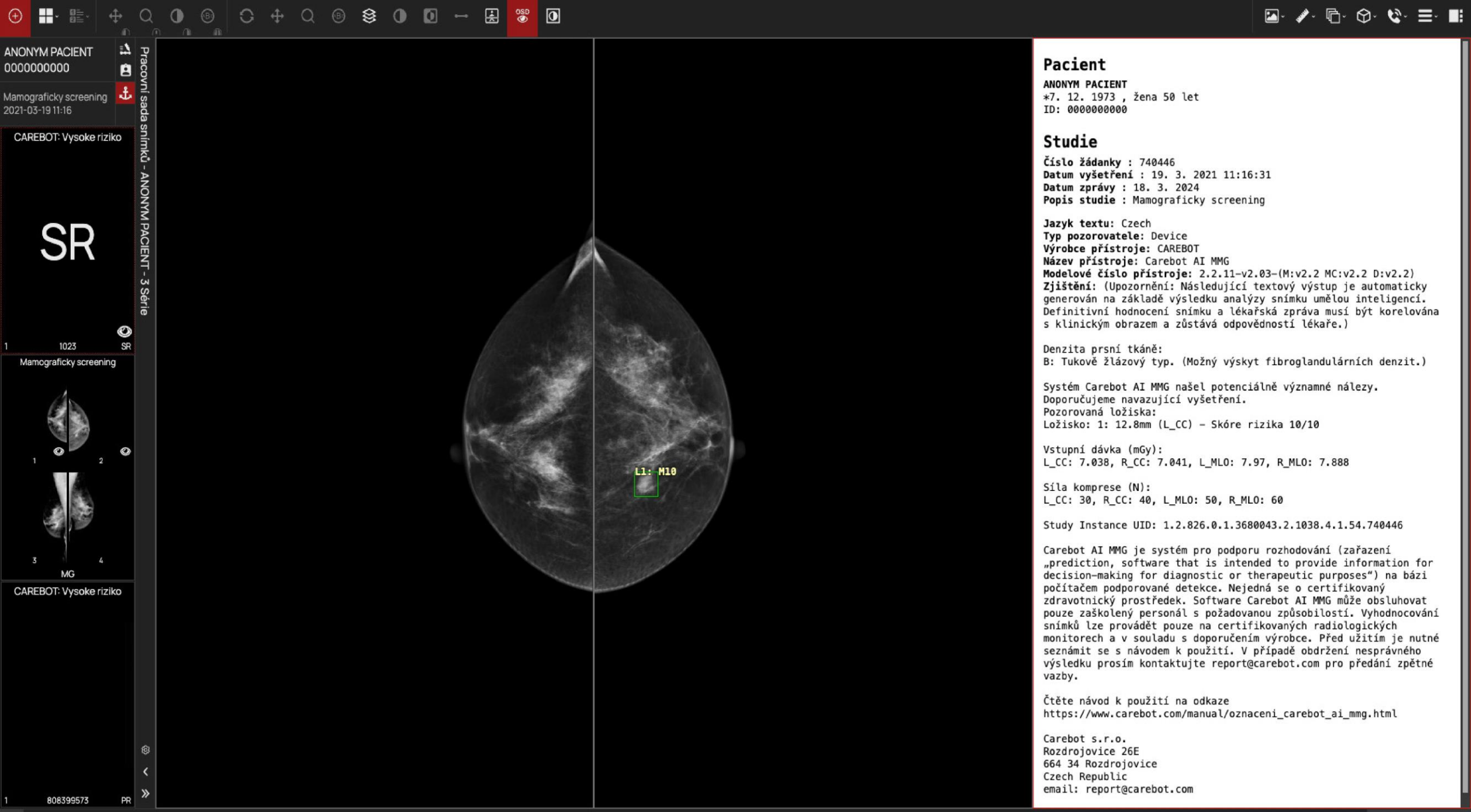
Výchozí

AI MMG

carebot

s vysokou přesností detekuje nálezy na mamografických snímcích





Pacient

ANONYM PACIENT
*7. 12. 1973 , žena 50 let
ID: 0000000000

Studie

Číslo žádanky : 740446
Datum vyšetření : 19. 3. 2021 11:16:31
Datum zprávy : 18. 3. 2024
Popis studie : Mamograficky screening

Jazyk textu: Czech
Typ pozorovatele: Device
Výrobce přístroje: CAREBOT
Název přístroje: Carebot AI MMG
Modelové číslo přístroje: 2.2.11-v2.03-(M:v2.2 MC:v2.2 D:v2.2)
Zjištění: (Upozornění: Následující textový výstup je automaticky generován na základě výsledku analýzy snímku umělou inteligencí. Definitivní hodnocení snímku a lékařská zpráva musí být korelována s klinickým obrazem a zůstává odpovědností lékaře.)

Denzita prsní tkáně:
B: Tukově žlázový typ. (Možný výskyt fibroglandulárních denzit.)

Systém Carebot AI MMG našel potenciálně významné nálezy.
Doporučujeme navazující vyšetření.
Pozorovaná ložiska:
Ložisko: 1: 12.8mm (L_CC) - Skóre rizika 10/10

Vstupní dávka (mGy):
L_CC: 7.038, R_CC: 7.041, L_MLO: 7.97, R_MLO: 7.888

Síla komprese (N):
L_CC: 30, R_CC: 40, L_MLO: 50, R_MLO: 60

Study Instance UID: 1.2.826.0.1.3680043.2.1038.4.1.54.740446

Carebot AI MMG je systém pro podporu rozhodování (zařazení „prediction, software that is intended to provide information for decision-making for diagnostic or therapeutic purposes“) na bázi počítačem podporované detekce. Nejedná se o certifikovaný zdravotnický prostředek. Software Carebot AI MMG může obsluhovat pouze zaškolený personál s požadovanou způsobilostí. Vyhodnocování snímků lze provádět pouze na certifikovaných radiologických monitorech a v souladu s doporučením výrobce. Před užitím je nutné seznámit se s návodem k použití. V případě obdržení nesprávného výsledku prosím kontaktujte report@carebot.com pro předání zpětné vazby.

Čtěte návod k použití na odkaze
https://www.carebot.com/manual/oznaceni_carebot_ai_mmg.html

Carebot s.r.o.
Rozdrojovice 26E
664 34 Rozdrojovice
Czech Republic
email: report@carebot.com

WARNING

carebot

AI DRIVEN HEALTHCARE

COMPANY AWARDED BY

Roche

50 Technology Fast 50 2021 CENTRAL EUROPE

Pfizer

Vodafone Nápad roku

Forbes 30 POD 30