

C.Z.U.: 616-002.5:616-073.75:004

DOI: <https://doi.org/10.52692/1857-0011.2024.2-79.03>

NOI ABORDĂRI ÎN DEPISTAREA TUBERCULOZEI: IMPLEMENTAREA INSTALAȚIILOR RADIOLOGICE ULTRAPORTABILE DOTATE CU TEHNOLOGIA DE DETECTARE ASISTATĂ DE COMPUTER (CAD)

¹Nicolai NALIVAICO, dr. în șt. med., conf. univ.,¹Valentina VILC, m.m.s.p.,²Іonel BALAN, dr. în șt. biologie,³Svetlana DOLTU, ftiziopneumolog¹IMSP Institutul de Ftiziopneumologie “Chiril Draganiuc”, Chișinău, Republica Moldova²Agenția Națională de Reglementare a Activităților Nucleare și Radiologice, Chișinău, Republica Moldova³Centrul de Sănătate și Dezvoltare Comunitară AFI, Chișinău, Republica Moldovae-mail: nalivaico@yahoo.com

Rezumat.

Republica Moldova rămâne a fi țara cu prioritate înaltă în controlul tuberculozei în Regiunea Europeană. În plan național tuberculoza rămâne una dintre problemele prioritare de sănătate publică, țara aflându-se printre 30 țări cu povară înaltă a tuberculozei multidrogrezistente din lume. Ponderele persoanelor cu tuberculoză activă identificate prin depistarea activă, cu suportul organizațiilor societății civile în anul 2023 – 12, 23% (265 cazuri din 2168 cazuri noi și recidive TB notificate pe parcursul anului 2023). Persoanele adulte fără adăpost și persoanele care consumă droguri au risc sporit de infectare și de îmbolnăvire cu tuberculoză cu un risc mai mare de a dezvolta tuberculoză din cauza sistemului lor imunitar slăbit. Cu acest scop a fost inițiată pilotarea screening-ului sistematic la tuberculoză cu utilizarea instalațiilor radiologice ultraportabile. Au fost examinate 232 persoanele adulte fără adăpost, printre ei și consumatori droguri. Rezultatele obținute au confirmat că utilizarea instalațiilor radiologice ultraportabile va contribui la depistarea precoce a tuberculozei pulmonare și la inițierea promptă a tratamentului și, prin urmare, poate reduce răspândirea bolii în comunitate.

Summary. New approaches in tuberculosis detection: the implementation of ultraportable radiological facilities equipped with computer-aided detection (CAD) technology.

The Republic of Moldova remains the country with a high priority in the control of tuberculosis in the European Region. At the national level, tuberculosis remains one of the priority public health problems, the country being among 30 countries with a high burden of multidrug-resistant tuberculosis in the world. The share of people with active tuberculosis identified through active detection, with the support of civil society organizations in 2023 -12, 23% (265 cases out of 2168 new cases and TB relapses notified during 2023). Homeless adults and people who use drugs are at increased risk of infection and disease with tuberculosis with a higher risk of developing tuberculosis due to their weakened immune system. With this aim, the piloting of the systematic tuberculosis screening with the use of ultraportable radiological facilities was initiated. 232 homeless adults were examined, including drug users. The results obtained confirmed that the use of ultraportable radiological facilities will contribute to the early detection of pulmonary tuberculosis and the prompt initiation of treatment, and therefore can reduce the spread of the disease in the community.

Резюме. Новые подходы в выявлении туберкулеза: внедрение ультрапортативных радиологических установок, оснащенных технологией компьютерного обнаружения (CAD).

Республика Молдова остается страной с высоким приоритетом в борьбе с туберкулезом в Европейском регионе. На национальном уровне туберкулез остается одной из приоритетных проблем общественного здравоохранения, страна входит в число 30 стран с высоким бременем туберкулеза с множественной лекарственной устойчивостью в мире. Доля больных активным туберкулезом, выявленных путем активного выявления, при поддержке организаций гражданского общества, в 2023 году – 12,23% (265 случаев из 2168 новых случаев и рецидивов туберкулеза, зарегистрированных в течение 2023 года). Бездомные взрослые и люди, употребляющие наркотики, подвергаются повышенному риску заражения и заболевания туберкулезом с более высоким риском развития туберкулеза из-за ослабления иммунной системы. С этой целью начато пилотирование систематического скрининга на туберкулез с использованием ультрапортативных радиологических установок. Обследовано 232 взрослых бездомных, в том числе наркопотребителей. Полученные результаты подтвердили, что использование ультрапортативной радиологической установки будет способствовать раннему выявлению туберкулеза легких и оперативному началу лечения, а значит, может снизить распространение заболевания в обществе.

Introducere.

În anul 2021, OMS a publicat orientările actualizate, inclusiv recomandări pentru utilizarea CAD în screening-ul sistem atic al tuberculozei. CAD4TBCAD este una dintre soluțiile incluse în recomandările OMS și apreciată înalt importanța CXR și CAD în depistarea precoce a TB. Strategia Fondului Global (2023-2028) și Nota informativă TB subliniază rolul de radiografii digitale în diagnosticul precoce și precis al TB. prioritizarea screening-ului sistematic. Cel mai recent plan OMS include extinderea și optimizarea screening-ului sistematic pentru depistare precoce a TB cu mai sensibile metode CXR și CAD AI.

În 2023, TB a revenit să fie principalul ucigaș de boli infecțioase din lume, depășind COVID-19. A fost, de asemenea, principalul ucigaș al persoanelor cu HIV și o cauză majoră a deceselor legate de rezistența la antimicrobiene. Conform Global tuberculosis report 2024 se estimează că în 2023, aproximativ 10,8 milioane oameni s-au îmbolnăvit de TB la nivel mondial și tuberculoza a cauzat aproximativ 1,25 milioane de decese, inclusiv 161 000 de persoane cu HIV. La nivel global, în 2023, numărul raportat de persoane nou diagnosticate cu TB a fost de 8,2 milioane, în creștere de la 7,5 milioane în 2022 și mult peste nivelurile de 5,8 milioane în 2020 și 6,4 milioane în 2021. Cei nou diagnosticați în 2022 și 2023 au inclus probabil acumulare de persoane care au dezvoltat TB în anii anteriori, dar al căror diagnostic și tratament au fost întârziate din cauza pandemiei COVID-19.

Există la nivel global încă un decalaj mare între numărul estimat de persoane care s-au îmbolnăvit de tuberculoză (TB) și numărul de persoane nou diagnosticate, cu aproximativ 2,7 milioane de persoane nediagnosticate cu boală sau neraportate oficial autorităților naționale în 2023, în scădere față de aproximativ 4 milioane atât în 2020, cât și în 2021 și sub nivelul pre-pandemic de 3,2 milioane în 2019.

Republica Moldova rămâne a fi țara cu prioritate înaltă în controlul tuberculozei în Regiunea Europeană. În plan național tuberculoza rămâne una dintre problemele prioritare de sănătate publică, țara aflându-se printre 30 țări cu povară înaltă a tuberculozei multirezistente din lume.

Impactul sever al COVID-19 din ultimii 3 ani a fost extrem de provocator la nivel global. Perturbările cauzate de pandemie au scăzut numărul de persoane diagnosticate și tratate de TB, au afectat drepturile persoanelor cu TB, au dus la creșterea mortalității cauzate de TB. În Republica Moldova în anul 2020 s-a constatat o reducere cu 38,7% a numărului cazurilor noi și recidive TB depistate comparativ cu anul 2019,

iar în perioada anilor 2021-2023, datorită eforturilor comune de control al TB, numărul de cazuri diagnosticate cu TB a crescut.

Perioada anilor 2021-2023 este perioada recuperării depistării cazurilor TB după pandemia COVID-19. Incidența cazuri noi și recidive privind tuberculoza în anul 2023 a constituit 72.2 la 100 mii populație (2168 cazuri); în anul 2022 a constituit 70.6 la 100 mii populație (2121 cazuri); în 2021 – 67.5 la 100 mii populație (2068 cazuri); în anul 2020 a constituit 56.7 la 100 mii populație (1759 cazuri).

Conform estimărilor OMS aproximativ 2300 de persoane din Republica Moldova s-au îmbolnăvit de TB în anul 2023 (76 la 100 000 de populație), dar doar 2164 dintre ei au fost diagnosticați și raportați [1].

Este crucial să se ajungă la situația în care persoanele cele mai expuse riscului de a se îmbolnăvi de TB efectuează screening-ul cu regularitate cu scopul de a depista faza activă a bolii. În egală măsură, este important să subliniem că la excluderea bolii, anumitor grupuri li se va propune de a fi examinate cu scopul de a depista infecția tuberculoasă (ITB) și li se va oferi posibilitatea de a administra un tratament preventiv pentru tuberculoză (TPT).

Scopul studiului.

Optimizarea screening-ului sistematic pentru depistare precoce a TB cu mai sensibile metode de examen radiologic.

Material și metode.

În studiu, pentru optimizarea screening-ului sistematic la tuberculoză, pentru depistarea precoce a TB s-a utilizat metode sensibile de CXR și CAD AI. Au fost utilizate instalațiile radiologice ultraportabile produse de Fuji și dotate cu CAD4TB. CAD4TB este un software riguros validat, conceput pentru a ajuta utilizatorii să detecteze rapid, precis și rentabil cazurile prezumtive de TB. Au fost examinate grupele de risc pentru tuberculoză, care a inclus 18334 de persoane, din teritoriile țării.

Rezultate.

Potrivit rezultatelor evaluării datelor naționale cu privire la screening-ul de rutină pentru tuberculoză, realizat în 2021 în Republica Moldova, în rândul anumitor grupuri de populație, persoanele cu factori de risc suplimentari trebuie să fie luate în considerare la organizarea screening-ului sistematic pentru depistarea tuberculozei (tab.1).

Pe parcursul anului 2023, depistarea persoanelor din populațiile-cheie și alte grupuri vulnerabile, cu acces redus la asistența medicală primară, a fost asigurată cu suportul organizațiilor societății civile la nivel de comunitate, realizată de către 9 organizații a societății civile active în domeniu TB. În total, 17306

Tabelul 1

Grupuri care sunt obiectul screening-ului sistematic pentru depistarea TB în Republica Moldova, în baza datelor analizei epidemiologice pentru anul 2021

Grupul țintă de populație	Numărul cazurilor de tuberculoză raportat la 100 de mii de locuitori	Coeficientul riscului (ÎÎ*-95%)
Populația generală (estimări ale OMS, 2020)	86,0	1,0
Persoanele care se confruntă cu consecințe negative ca urmare a consumului de alcool și administrării de droguri	2325,0	27,3 (23,7–31,0)
Persoanele adulte fără adăpost	1387,1	16,1 (7,1–25,2)
Persoanele care au suportat tuberculoză anterior (în ultimii 5 ani) și au sechele posttuberculoase	1221,2	14,2 (11,8–16,6)
Persoanele cu tulburări de sănătate mintală	335,6	3,9 (1,8–6,0)
Migranții interni și externi	211,6	2,5 (1,9–3,0)

*ÎÎ = interval de încredere.

Tabelul 1

Rezultatele screening-ului sistematic TB în rândul grupurilor cu risc sporit TB

	2021			2022			Total		
	Examina- te radio- logic	Cazuri confirma- te TB	% depis- tare	Exa- minate radiolo- gic	Cazuri confirma- te TB	% depis- tare	Exa- minate radiolo- gic	Cazuri confir- mate TB	% depis- tare
Persoane care con- sumă droguri și/sau alcool	4082	59	1.5	3445	41	1.2	7527	100	1.3
Șomeri, zilieri, persoane cu venituri mici	19337	136	0.7	10214	44	0.4	29551	180	0.6
Migranții interni și externi	1349	14	1.0	1330	11	0.8	2679	25	0.9
Persoane adulte fără adăpost	780	38	4.9	459	23	5.0	1239	61	4.9
Persoane care trăiesc cu HIV	95	5	5.3	155	14	9.0	250	19	7.6
Persoanele, din gru- purile social-defavo- rizate, care au con- tactat cu pacienții de TB pulmonară				5593	39	0.7	5593	39	0.7
TOTAL	25643	252	0.98	21196	172	0.81	46839	424	0.9

de persoane au beneficiat de screening clinic, din care 18334 au fost investigate radiologic și au depistate 265 cazuri de TB, ceea ce constituie 1,45%.

Ponderea persoanelor cu tuberculoză activă identificate prin depistarea activă, cu suportul organizațiilor societății civile în anul 2023 -12, 23% (265 cazuri din 2168 cazuri noi și recidive TB notificate pe parcursul anului 2023).

În perioada 2021-2022, cu suportul organizațiilor societății civile implicate în realizarea activităților de screening activ la TB în rândul grupurilor cu risc sporit TB, au fost investigate radiologic 46839 persoane și depistate 424 cazuri noi de TB, ceea ce constituie 0,9%. De menționat că rata depistării cazurilor noi

este cea mai mare în rândul persoanelor care trăiesc cu HIV – 7,6% (5,3% în 2021 și 9% în 2022), urmată de depistarea în rândul persoanelor adulte fără adăpost 4,9% (4,9% în 2021 și 5% în 2022) și persoanele care consumă droguri și/sau alcool – 1,3% (1,5% în 2021 și 1,2% în 2022) (tab. 2).

Reieșind din datele obținute două grupuri de persoane: persoanele adulte fără adăpost și persoanele care consumă droguri au risc sporit de infectare și de îmbolnăvire cu tuberculoză și ei sunt adesea expuse la condiții precare de trai și au un risc mai mare de a dezvolta tuberculoză din cauza sistemului lor imunitar slăbit.

De asemenea, persoanele care consumă droguri sunt adesea expuse la riscuri de transmitere a tuberculozei în mediile în care consumă droguri, precum și în centrele de reținere și pot fi mai expuse la transmiterea bolii din cauza condițiilor lor de trai și a contactului lor frecvent cu alte persoane.

Au fost examinate 232 persoanele adulte fără adăpost, printre ei și consumători droguri. Au fost depistate cu semne radiologice sugestive pentru patologia pulmonară 24 (10,3%) persoane, inclusiv cu tuberculoză pulmonară evolutivă – 11 (4,7%) persoane, care au fost examinați de către medicul ftiziopneumolog și inițiat tratamentul antituberculos, din ei 5 au fost spitalizați.

Au fost depistate 8 (3,4%) persoane cu sechele după tuberculoză pulmonară suportată, cu extindere polisegmentară, aceste persoane au fost supuse investigațiilor microbiologice.

La 5 (2,1%) persoane au fost depistate semne radiologice sugestive proceselor pulmonare infiltrative, care s-au manifestat prin modificări parenchimotoase – sindromul radiologic de bază, a fost inițiată consilierea lor și tratamentul în condiții de ambulator.

În cadrul proiectului pilot screening-ului radiologic pulmonar au fost examinați după consiliere și acordul pozitiv 200 de pacienți cu tuberculoză pulmonară activă din cadrul clinicii Institutul de Ftiziopneumologie „Chiril Draganiuc”, care au alcătuit grupa de control.

Persoanele adulte fără adăpost și cele care consumă droguri pot fi mai greu accesibile pentru lucrătorii din sistemul de sănătate din mai multe motive: aceste persoane sunt adesea marginalizate și pot avea acces limitat la îngrijirea medicală. Ele pot fi reticente să solicite îngrijirea medicală la timp, din cauza stigmatizării și a fricii de contactul cu autoritățile. Situația poate fi agravată de faptul că aceste persoane pot fi discriminate. În aceste condiții ei pot fi mai expuși la riscuri infecțioase și pot avea o serie de probleme de sănătate asociate cu stilul lor de viață. Aceste probleme pot fi adesea complexe și necesită o abordare integrată a sănătății, care poate fi dificil de implementat în cadrul sistemului de sănătate.

Neglijența față de sănătatea sa poate avea consecințe grave asupra sănătății și bunăstării generale a persoanelor din aceste două grupe, care poate duce la întârzierea diagnosticului și a tratamentului, și poate crește riscul de transmitere a bolii altor persoane. Pe termen lung, neglijența față de sănătatea sa poate avea un impact negativ asupra calității vieții și poate duce la reducerea speranței de viață.

Discuții.

Pentru a depăși aceste provocări și pentru a asigura accesul la îngrijirea medicală pentru persoanele fără

adăpost și cele care consumă droguri, este important să se ia în considerare nevoile lor specifice și să se ofere servicii de sănătate adaptate. Prin urmare, este important să se ofere servicii de screening și de tratament adecvate pentru aceste populații vulnerabile, în scopul de a preveni și controla transmiterea tuberculozei. Acestea pot include servicii mobile sau servicii de sănătate comunitare care sunt mai accesibile și mai convenabile pentru aceste populații. Este important ca acești pacienți să primească îngrijire medicală adecvată și să fie tratați cu respect și compasiune pentru a-i ajuta să își mențină sănătatea și bunăstarea.

Radiografia toracică este un instrument extrem de sensibil pentru screening-ul TB, capabil să identifice atât persoanele simptomatice, cât și cele asimptomatice cu TB. Cu toate acestea, provocările pot apărea din cauza variațiilor de interpretare de către radiologi, precum și a deficitului de radiologi, în special în țărilor cu o povară mare a TB. Pentru a aborda aceste provocări, software-ul CAD poate juca un rol crucial. În 2021, OMS a publicat ghiduri actualizate, inclusiv recomandări pentru utilizarea unui sistem computerizat de detectare a TB (CAD) în screening-ul sistematic al tuberculozei. Acest software poate îmbunătăți acuratețea și consistența rezultatelor screening-ului radiologic. În plus, implementarea instalațiilor radiologice ultraportabile poate contribui la creșterea accesului la servicii medicale pentru populațiile cheie afectate.

Utilizarea instalațiilor radiologice ultraportabile este o opțiune eficientă și convenabilă pentru screeningul tuberculozei la persoanele adulte fără adăpost și la persoanele care consumă droguri, deoarece acestea sunt echipamente portabile și pot fi aduse în locații care sunt mai accesibile și convenabile pentru această populație vulnerabilă, aceste instalații radiologice ultraportabile utilizează tehnologia radiografiei digitale

Instalațiile radiologice ultraportabile sunt echipamente mici, ușoare și portabile, care pot fi transportate cu ușurință și utilizate în diverse locații. Aceste echipamente pot produce imagini radiologice de calitate bună. Utilizarea instalațiilor radiologice ultraportabile poate fi o soluție utilă pentru a reduce costurile și timpul necesar transportului deținuților la unitățile medicale externe. Utilizarea acestor echipamente poate contribui la îmbunătățirea calității îngrijirii medicale pentru deținuți.

În Republica Moldova pilotarea screening-ului sistematic la tuberculoză cu utilizarea instalațiilor radiologice ultraportabile a fost inițiată în baza:

- Ordinului MS nr. 580 din 26 iunie 2024 „Cu privire la pilotarea screening-ului radiologic la tuberculoză cu utilizarea instalațiilor radiologice ultraportabile”;

• Dispoziția MS nr. 31d din 18 ianuarie 2024 „Cu privire la organizarea activităților de depistare țintă a TB și a activităților de informare, educare și suport psiho-social pentru creșterea aderenței la tratament și prevenirea recidivelor, implementate de către organizațiile neguvernamentale active în tuberculoză”.

În conformitate cu proiectul pilot screening-ului radiologic a fost orientat către persoanele adulte fără adăpost și cele care consumă droguri în locațiile mai greu accesibile pentru lucrătorii din sistemul de sănătate cu utilizarea instalațiilor radiologice ultraportabile cu respectarea tuturor normelor de siguranță și de protecție a pacienților și personalului medical.

Pentru pilotarea studiului au fost utilizate instalațiile radiologice ultraportabile produse de Fuji și dotate cu CAD4TB. CAD4TB este un software riguros validat, conceput pentru a ajuta utilizatorii să detecteze rapid, precis și rentabil cazurile prezumtive de TB.

Este important de menționat că utilizarea instalațiilor radiologice ultraportabile a fost realizată de personal medical calificat. Au fost respectate toate normele de siguranță și de protecție a pacienților și personalului medical în timpul utilizării acestor echipamente.

Sistemul CAD4TB este un program software bazat pe principiile unei analize profunde. În imaginea radiologică tuberculoza se manifestă în diferite structuri anormale, cum ar fi modele texturale difuze, modele focale, anomalii legate de pleură, limfadenopatie și cavități

Sistemul computerizat de detectare a TB (CAD) în screening-ul sistematic al tuberculozei folosește tehnici de o analiză automată de ultimă generație

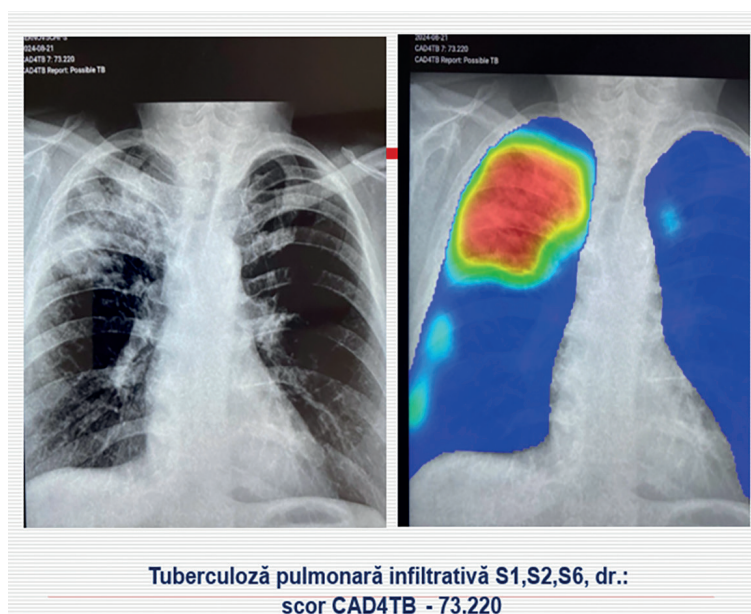
bazate pe principii analitice profunde pentru a detecta modificări radiologice similare. Se prelucrează un set mare de imagini radiologice achiziționate de la diferite site-uri din mai multe țări, iar zonele cu patologie pulmonară au fost adnotate și utilizate pentru dezvoltarea și instruirea integrală sistemului. Oferă un scor de tuberculoză cuprins între 0 și 100, indicând probabilitatea evoluției procesului patologic pulmonar. Indică probabilitatea prezenței tuberculozei la persoana prezentată în imagine. Generează o hartă termică care indică zonele anormale compatibile cu tuberculoza. Afișează harta termică ca o suprapunere colorată peste imaginile radiologice originale.

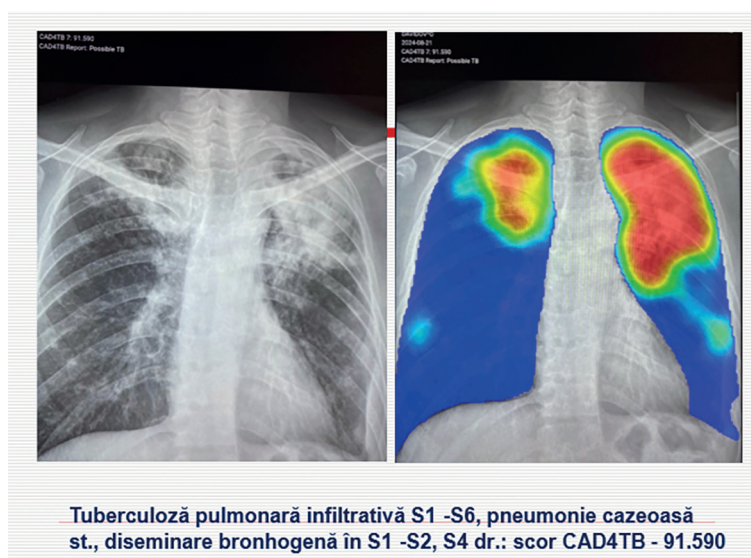
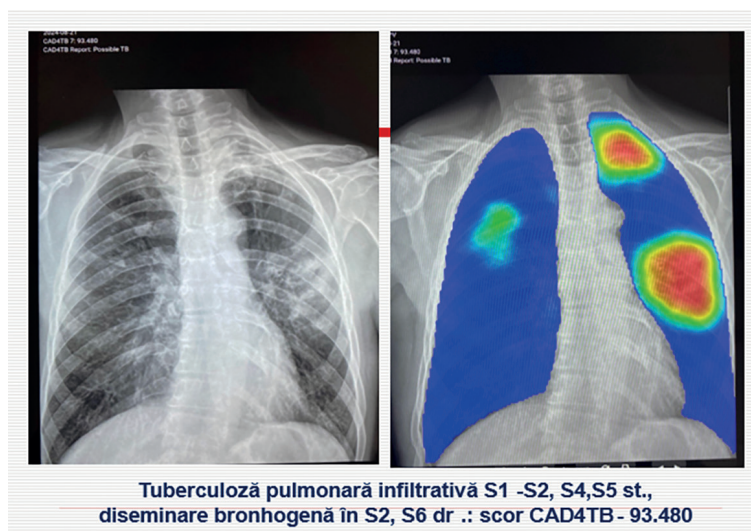
Pragul de scor CAD4TB este determinat de specificațiile producătorului, fără o calibrare suplimentară, dar luând în considerație particularitățile manifestărilor radiologice a pacienților cu tuberculoză pulmonară activă a fost determinat scorul CAD4TB cu o variație cuprinsă între $\geq 60.0 - 98.9$ și sechelelor de tuberculoză $- 25.0 - \geq 60.0$ este o necesitate de a verifica scorul CAD4TB în cadrul screening-ului actual cu acest scop în studiu au fost incluși 200 de pacienți cu diferite forme de tuberculoză activă.

Softul CAD4TB analizează imaginea radiologică care manifestă prin determinarea unui scor CAD4TB a diferitor forme clinice a tuberculozei pulmonare cu modificări radiologice locale sau difuze și generează o hartă pe principii densitometrice care indică zonele anormale compatibile cu tuberculoza:

Concluzii.

1. Utilizarea instalațiilor radiologice ultraportabile va contribui la depistarea precoce a tuberculozei pulmonare și la inițierea promptă a tratamentului și, prin urmare, poate reduce răspândirea bolii în comunitate.





2. Tehnologia de detectare asistată de computer (CAD) în screening-ul sistematic al tuberculozei pulmonare – CAD4TB este cea mai riguros validată tehnologie CAD pentru screening-ul și triajul TB.

3. Rezultatele obținute evidențiază performanța operațională, rentabilitatea și fiabilitatea. Aceasta include acuratețea, debitul zilnic, rentabilitatea, economisirea cartușelor Xpert și beneficiile integrării CAD4TB în algoritmi de screening TB.

4. Detectarea asistată de computer (CAD) este un instrument de interpretare pentru radiografia toracică care poate oferi o interpretare rapidă și automată a rezultatelor radiografiei și poate fi utilizat în plus la descrierea medicului radiolog.

Bibliografie.

1. World Health Organization. *Global Tuberculosis Report 2024*. Geneva, Switzerland: WHO, 2024. <https://www.who.int/teams/global-tuberculosis-programme/tb-reports/global-tuberculosis-report-2024>
2. WHO consolidated guidelines on tuberculosis: module 2: screening: systematic screening for tuberculosis disease. 2021. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240022676>
3. Murphy K, et al. *Computer aided detection of tuberculosis on chest radiographs: an evaluation of the CAD4TB v6 system*. Sci Rep 2020; 10(1): 1.
4. Kagujje M, Kerkhoff AD, Nteeni M, Dunn I, Mateyo K, Muyoyeta M. *The Performance of Computer-Aided Detection Digital Chest X-ray Reading Technologies for Triage of Active Tuberculosis Among Persons With a History of Previous Tuberculosis*. Clin Infect Dis. 2023 Feb 8;76(3):e894-e901. doi: 10.1093/cid/ciac679. PMID: 36004409; PMCID: PMC9907528.
5. Eui Jin Hwang, Won Gi Jeong, Pierre-Marie David, Matthew Arentz, Morten Ruhwald, Soon Ho Yoon. *AI for Detection of Tuberculosis: Implications for Global Health*. Radiology: Artificial Intelligence Vol. 6, No. 2. <https://doi.org/10.1148/ryai.230327>
6. GHID Organizarea și desfășurarea screening-ului sistematic și a tratamentului preventiv al tuberculozei., 50 p. Aprobă prin ordinul Ministerului Sănătății, nr.481 din 31.05.2023. Chișinău 2023.
7. Tuberculoza la adult Protocol clinic național (edițiile VI) PCN- 123, 210 p., Chișinău, 2024