

## EVALUAREA OBSTRUCȚIEI PULMONARE CU AJUTORUL TOMOGRAFIEI COMPUTERIZATE LA PACIENȚII SILICOTICI

CĂLIN B. DUMITRU<sup>1</sup>, ARISTOTEL COCĂRLĂ<sup>2</sup>, ADRIAN I. BRUMBOIU<sup>1</sup>,  
SORANA D. BOLBOACĂ<sup>3</sup>, MARIUS L. BĂIESCU<sup>1</sup>, LUCIAN G. TEFAS<sup>2</sup>,  
LORENTZ JÄNTSCHI<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Spitalul Clinic Județean de Urgență Cluj-Napoca

<sup>2</sup>U.M.F. "Iuliu Hațieganu" Cluj-Napoca, Catedra de Medicina Muncii

<sup>3</sup>U.M.F. "Iuliu Hațieganu" Cluj-Napoca, Catedra de Informatică Medicală

<sup>4</sup>Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

### Rezumat

*S-a efectuat un studiu clinic asupra a 34 pacienți internați în Clinica de Medicina Muncii Cluj-Napoca, în perioada februarie 2004 – noiembrie 2008, diagnosticați conform criteriilor ILO 2000 cu diferite categorii de silicoză. Studiul și-a propus stabilirea valorii și utilității tomografiei computerizate de înaltă rezoluție (HRCT) în diagnosticarea tulburărilor funcționale din silicoza simplă și/sau complicată. Rezultatele evidențiate prin tomografia computerizată au fost corelate cu rezultatele probelor funcționale ventilatorii (PFV). Analiza rezultatelor a evidențiat că emfizemul și fenomenul de air-trapping, prezente și cuantificate prin secțiuni subțiri HRCT (la sfârșitul unui inspir profund și respectiv după expir forțat), la nivelul câmpurilor pulmonare superioare, mijlocii și inferioare corelează cu unii parametri obținuți la subiecți prin testarea funcțională, în special cu indicele Tiffneau - indice de permeabilitate bronșică (IPB). Corelarea parametrilor caracteristici ai obstrucției căilor aeriene în silicoză cu modificările HRCT a permis stabilirea unor criterii CT obiective de evaluare a gradului de reducere a capacității de muncă a persoanelor expuse profesional la pulberi de dioxid de siliciu, afectate de silicoză.*

**Cuvinte cheie:** silicoză, tomografie computerizată de înaltă rezoluție, probe funcționale ventilatorii.

### ASSESSMENT OF PULMONARY OBSTRUCTION BY USING COMPUTER TOMOGRAPHY IN PATIENTS WITH SILICOSIS

#### Abstract

*A clinical study involving 34 patients admitted in the Occupational Health Clinic in Cluj-Napoca between February 2004 and November 2008, diagnosed with different degrees of silicosis was conducted. The study aimed to establish the value and utility of high-resolution computed tomography (HRCT) in diagnosing the pathological changes present in simple and complex silicosis. The results obtained by CT scanning were correlated with the results from Pulmonary Function Tests. The results of the study revealed that emphysema and the "air-trapping" phenomenon, discovered and quantified through small HRCT sections (at the end of a deep inspiration and, respectively, after forced expiration) at the upper, middle and lower pulmonary fields correlate with the same parameters obtained in subjects through functional testing, especially with the Tiffneau index. The correlation between the predictive parameters of airway obstruction in silicosis and the changes on HRCT allowed the establishing of the same objective CT criteria for evaluating the degree of work capacity reduction in people occupationally exposed to silicium dioxide powder, affected by silicosis.*

**Keywords:** silicosis, high resolution computed tomography, pulmonary function tests.

### Introducere

Deși există multiple studii privind rolul tomografiei computerizate (CT) în diagnosticul silicozei, în prezent metoda radioimagică de diagnostic agreeată de Biroul Internațional al Muncii (ILO) este radiografia pulmonară standard-RPS [1], o investigație cu specificitate crescută, accesibilă și cu costuri reduse. Totuși RPS are anumite limite legate de suprapunerea structurilor în plan sagital, dependente de tehnica realizării (constante radiologice, filme radiologice, tehnica dezvoltării) și conformația toracelui pacientului, care pot atenua sau exacerba opacitățile pneumoconiotice. De asemenea, anumite stări patologice, ca emfizemul sau pneumopatiile interstițiale, pot perturba interpretarea modificărilor din silicoză [2]. Variațiile intra și interobservator în evaluarea filmelor radiologice sunt de asemenea bine cunoscute [3,4]. Limitele RPS pot fi depășite însă cu ajutorul tehnicilor imagistice moderne, dintre care tomografia computerizată cu opțiunea sa de înaltă rezoluție (HRCT) și-a dovedit superioritatea [5].

Consecutiv expunerii la praf de silice, obstrucția căilor respiratorii apare în relație cu cantitatea de praf la care subiectul este expus, uneori chiar înainte de apariția semnelor radiologice de silicoză [6,7]. Căile aeriene mici sunt afectate precoce, realizându-se boala obstructivă a căilor respiratorii prin expunere la pulberi minerale [8]. Constituirea leziunilor silicotice micronodulare și progresiunea lor spre forme macronodulare, conglomerative, antrenează importante tulburări ventilatorii, atât obstructive cât și restrictive [9,10], primele având drept cauză combinarea efectelor citotoxice ale silicei cu obiceiul de a fuma [11-13].

Tomografia computerizată cu secțiuni subțiri după inspir profund, respectiv expir forțat (numite în continuare secțiuni inspiratorii, respectiv expiratorii) poate depista anomaliile căilor respiratorii, evidențiind retenția aerului (air-trapping) în zonele pulmonare obstructionate [14]. S-a dovedit că gradul fenomenului de air-trapping corelează bine cu rezultatele măsurătorilor funcționale [15,16].

În România, Legea 346/2002 cu modificările și completările ulterioare stabilește criteriile și grile pe baza cărora se acordă compensații pentru bolnavi afectați de fibroză de tip pneumoconiotic, care prezintă incapacitate adaptativă de 30%-40%. Deși imaginea radiologică este un criteriu important de diagnostic și stadializare a pneumoconiozelor, în procesul de stabilire a invalidității de muncă și a compensațiilor bănești pentru atingerea integrității legate de actul muncii, radiografia are doar un rol consultativ, principalele criterii de apreciere a acestor aspecte fiind cele clinice și funcționale [17].

Scopul prezentului studiu a fost de a evalua dacă rezultatele tomografiilor computerizate prin secțiuni

subțiri inspiratorii și expiratorii la pacienții cu silicoză sunt corelabile cu rezultatele examenului funcției pulmonare și în ce mod putem folosi aceste corelații pentru stabilirea unor criterii CT obiective, care să contribuie la evaluarea cât mai exactă a pacienților silicotici în procesul de stabilire a incapacității adaptative.

### Material și metodă

În perioada februarie 2004–noiembrie 2008 s-a realizat un studiu clinic care a inclus subiecți cu silicoză care s-au prezentat pentru evaluare diagnostică clinico-funcțională și tratamente la Clinica de Medicina Muncii Cluj-Napoca. Criteriile de includere în studiu au fost prezența silicozei codificată pe baza clasificării ILO 2000, cu confirmarea oficială a expunerii la pulberi silicogene și întrunirea condițiilor medicale și tehnice de investigare a funcției ventilatorii.

În situația în care rezultatele la investigațiile efectuate nu au răspuns criteriilor de calitate conform cerințelor studiului (de exemplu imagini neclare în caz de imposibilitate de menținere a respirației pe parcursul investigației), pacientul a fost exclus din studiu. De asemenea nu au fost incluși în studiu pacienții care au refuzat investigația computer tomografică sau probele funcționale respiratorii.

Radiografiile pulmonare au fost efectuate de către un singur medic radiolog pe aparatul Röntgen Combigraph Quadro (Dornier, Germania) aflat în dotarea Laboratorului de radiologie-imagistică medicală al Clinicii Medicina Muncii și au servit la încadrarea pacienților în diferite categorii de silicoză. Deoarece numărul pacienților este relativ mic, în vederea constituirii loturilor de comparat, s-a utilizat forma scurtă a clasificării ILO 2000, care a inclus în același grup categoria de mijloc și cele două alternative apropiate (spre exemplu: 1/0; 1/1; 1/2, în care categoriile 1/0 și 1/2 au fost asimilate cu categoria 1/1). Tomografiile computerizate au fost efectuate la Clinica Radiologică Cluj-Napoca cu aparatul CT spiral SeleCT Picker (Marconi) dotat cu opțiune de HRCT. Rezultatele CT au fost elaborate de către un medic primar radiolog cu atestat și experiență în investigarea CT a plămânului și au fost codificate într-un buletin de rezultate. Protocolul investigării CT a fost: realizarea inițială a tomogramei (scanarea plămânului în incidență AP), apoi secțiuni de 10 mm de la apex la baza plămânilor și apoi cel puțin 3 secțiuni pereche de investigare HRCT, cu o colimație de 1,5 mm, în inspir profund și expir forțat cel puțin la trei nivele preselectate (în dreptul crossei aortice, sub pintenele traheal și 2-3 cm deasupra hemidiafragmului drept). Două ferestre au fost utilizate pentru analiză: fereastra „pulmonară” și „mediastinală”.

Testarea funcțională s-a efectuat în Laboratorul de explorări funcționale al Clinicii Medicina Muncii Cluj-Napoca cu Spirometrul Collins DS Plus și BODYTEST Jaeger. Au fost determinate prin spirometrie Capacitatea vitală forțată (FVC), volumul expirator maxim pe secundă

Articol intrat la redacție în data de: 05.05.2009

Primit sub formă revizuită în data de: 20.08.2009

Acceptat în data de: 22.09.2009

Adresa pentru corespondență: calindumitru@yahoo.com

[FEV1 (VEMS)], fluxul expirator maxim la 50% din FVC (MEF50), fluxul expirator maxim între 25% și 75% din FVC (FEF25-75), IPB (indicele de permeabilitate bronșică -Tiffneau) și fluxul expirator maxim de vârf - PEF [18].

Stadializarea silicozei s-a realizat pe radiografia pulmonară standard, în conformitate cu Clasificarea Internațională a Pneumoconiozelor ILO 2000. Emfizemul și fenomenul de air-trapping au fost evaluate pe CT. La tomografia computerizată, emfizemul a fost evaluat pe secțiunile inspiratorii, zona emfizemului a fost definită ca arii extinse și uniforme de reducere a atenuării similare atenuării aerului, asociate cu diminuarea structurilor vasculare sau bronșice.

Fenomenul de air-trapping, definit ca retenția în exces a aerului în plămân la finalul expirației, a fost evaluat pe imaginile HRCT expiratorii și a fost considerat prezent când regiunile pulmonare din imaginile tomografiei computerizate expiratorii nu au reușit să crească în atenuare și/sau să se micșoreze în volum în comparație cu imaginile inspiratorii corespondente. Gradul emfizemului, respectiv al air-trapping-ului a fost cuantificat folosind următoarea scală: scorul 0 = nu s-au evidențiat modificări pe nici o secțiune subțire; scorul 1 = emfizemul, respectiv air-trapping au fost evidențiate pe o singură secțiune; scorul 2 = modificări evidențiate pe 2 secțiuni; scorul 3 = modificări evidențiate pe toate cele 3 secțiuni subțiri HRCT. Prin cele 3 secțiuni perechi, evaluarea s-a realizat subiectiv în trei zone pulmonare pentru fiecare plămân (zona pulmonară superioară, zona pulmonară mijlocie și zona pulmonară inferioară). Limita dintre zona superioară și zona mijlocie a fost fixată la nivelul pintenului traheal, în timp ce limita dintre zona pulmonară mijlocie și zona pulmonară inferioară a fost fixată la nivelul confluenței venelor pulmonare inferioare. Emfizemul și air-trapping-ul au fost considerate prezente în acest studiu doar atunci când suprafața afectată depășea 25% din suprafața secțiunii respective. Totodată, zonele veziculoase subpleurale au fost excluse din evaluarea emfizemului, pentru că bulele subpleurale au slab efect asupra funcției pulmonare [19].

Studiul a fost aprobat de Comisia de Etică a Clinicii Medicina Muncii Cluj-Napoca.

Analiza statistică a datelor s-a realizat cu *Statistica* 8.0. Pentru compararea mediilor variabilelor cantitative în funcție de gradul de emfizem și air-trapping s-a utilizat testul Anova, prin impunerea unui prag de semnificație de 5%. Legătura dintre parametrii funcționali, pe de-o parte și gradul de silicoză, de emfizem și air-trapping pe de altă parte a fost investigată și cuantificată cu ajutorul coeficientului de corelație al rangurilor Spearman pentru un prag de semnificație de 5%. Intervalele de încredere de 95% asociate frecvențelor relative au fost calculate pe baza unei metode care utilizează distribuția binomială [20,21].

## Rezultate

În perioada derulării studiului 34 de subiecți cu

silicoză, care s-au prezentat pentru internare în Clinica Medicina Muncii Cluj-Napoca, 32 bărbați și 2 femei, au necesitat investigație computer-tomografică în evaluarea stării de sănătate. Dintre aceștia, 11 pacienți erau fumători curenți, 15 pacienți erau ex-fumători și 8 pacienți nu au fumat niciodată. Doi pacienți de sex masculin, care aveau o calitate inadecvată a imaginii la secțiunile HRCT, au fost excluși din studiu.

Treizeci și doi de pacienți au îndeplinit criteriile de includere în studiu și au fost investigați. Pacienții incluși în studiu au fost cu vârste cuprinse între 45 și 79 ani (media vârstei 62,69, intervalul de încredere de 95% al mediei [59,47-65,90]).

Măsurătorile funcției respiratorii au fost efectuate prin spirometrie, iar parametrii statistici asociați sunt prezentați în tabelul I.

**Tabelul I.** Parametrii statistici asociați probelor funcționale.

Parametrul	m [ <sub>95%</sub> IC]	StdErr	min	max	n-valid
FVC	3,04 [2,72-3,36]	0,16	1,4	5,1	32
VEMS	1,88 [1,58-2,18]	0,15	0,74	4,2	32
IPB	61,25 [55,31-67,19]	2,91	34	98	32
PEF	4,24 [3,47-5,01]	0,38	1,12	9,35	32
MEF50	1,56 [1,05-2,08]	0,25	0,35	6,76	32
FEF25-75	1,40 [1,00-1,80]	0,20	0,33	4,82	32

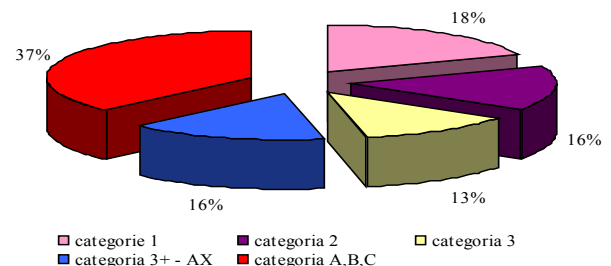
m = media aritmetică; [<sub>95%</sub>IC] = intervalul de încredere de 95%;

StdErr = eroarea standard;

min = minimum; max = maximum;

n-valid = numărul de pacienți din eșantion

Douăzeci pacienți au prezentat o categorie de profuzie a silicozei egală sau mai mare de 3/+ (ax). Distribuția gradului de silicoză în eșantionul investigat este redată în figura 1.



**Fig. 1.** Distribuția gradului de silicoză.

68,7 % din pacienții investigați au prezentat emfizem, 84% din pacienții investigați au prezentat air-trapping. Distribuția gradului de emfizem și al celui de air trapping este redată în Tabelul II.

**Tabelul II.** Distribuția gradului de emfizem și air-trapping.

Grad Emfizem	f <sub>a</sub>	f <sub>r</sub> (%) [95%IC]	Grad Air Trapping	f <sub>a</sub>	f <sub>r</sub> [95%IC]
0	10	31,3 [16,78 – 53,22]	0	5	15,6 [6,78 – 33,22]
1	16	50,0 [33,44 – 73,22]	1	9	28,1 [13,44 – 49,89]
2	5	15,6 [6,78 – 33,22]	2	12	37,5 [23,44 – 59,89]
3	1	3,1 [0,00 – 9,89]	3	6	18,8 [6,78 – 39,89]
Total	32	100	Total	32	100

f<sub>a</sub> = frecvența absolută;

f<sub>r</sub> = frecvența relativă;

[95%IC] = intervalul de încredere de 95 % asociat frecvenței relative

Gradul de emfizem corelează semnificativ statistic cu gradul de air-trapping (coeficientul de corelație  $\gamma = 0.5560$ ,  $p = 0.008$ ) (vezi figura 2).

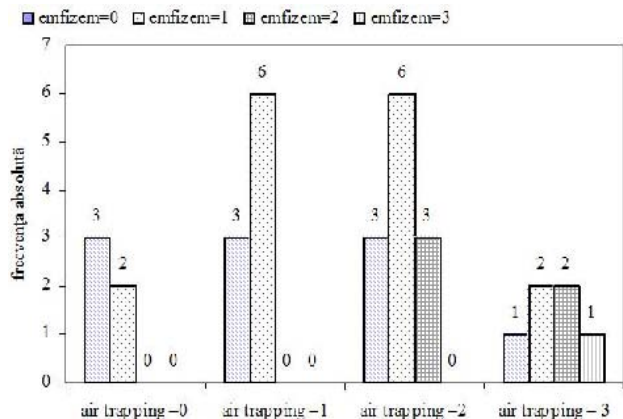


Fig. 2. Relația dintre gradul de emfizem și gradul de air-trapping.

Rezultatele relației dintre gradul silicozei, gradul de emfizem și respectiv gradul de air-trapping și parametrii funcționali respiratori, exprimați prin coeficientul de corelație al rangurilor (Spearman,  $\rho$ ) sunt prezentate în tabelul III.

Tabelul III. Corelația dintre categoria silicozei, gradul de emfizem/air-trapping și parametrii spirometrici (n = 32).

Parametrul spirometric	Categoria silicozei $\rho$ (p)	Grad emfizem $\rho$ (p)	Grad air trapping $\rho$ (p)
FVC	-0,2119 (2,44·10 <sup>-1</sup> )	0,037 (8,39·10 <sup>-1</sup> )	-0,136 (4,56·10 <sup>-1</sup> )
VEMS	-0,4242 (1,55·10 <sup>-2</sup> )	-0,412 (1,91·10 <sup>-2</sup> )	-0,636 (9,03·10 <sup>-5</sup> )
IPB	-0,3763 (3,38·10 <sup>-2</sup> )	-0,655 (4,71·10 <sup>-5</sup> )	-0,843 (1,00·10 <sup>-6</sup> )
PEF	-0,3809 (3,15·10 <sup>-2</sup> )	-0,386 (2,89·10 <sup>-2</sup> )	-0,675 (2,29·10 <sup>-5</sup> )
MEF50	-0,4892 (4,49·10 <sup>-2</sup> )	-0,586 (4,28·10 <sup>-4</sup> )	-0,765 (1,00·10 <sup>-6</sup> )
FEF25-75	-0,4478 (1,02·10 <sup>-2</sup> )	-0,525 (2,06·10 <sup>-3</sup> )	-0,721 (3,20·10 <sup>-6</sup> )

$\rho$  = Coeficientul de corelație al rangurilor (Spearman)  
p = semnificație lui  $\rho$

A fost observată o diferență semnificativă statistic între mediile IPB în cazul evaluării gradului de emfizem (media IPB pentru grad emfizem 0 = 72,50 (n = 10); media IPB pentru grad emfizem 1 = 62,00 (n = 16); media IPB pentru grad emfizem 2 = 41,00 (n = 5); vezi figura 3.

Diferențe semnificative ale mediilor următorilor parametrii spirometrici au fost de asemenea identificate în investigarea fenomenului de air-trapping:

- IPB (Figura 4): media IPB pentru grad air trapping 0 = 84,20 (n = 5); media IPB pentru grad air-trapping 1 = 69,78 (n = 9); media IPB pentru air-trapping 2 = 54,42 (n = 12); media IPB pentru air-trapping 3 = 43,00 (n = 6).

- MEF50 (Figura 5): media MEF pentru grad air-trapping 0 = 3,40 (n = 5); media MEF50 pentru grad air-trapping 1 = 2,19 (n = 9); media MEF50 pentru air-trapping 2 = 0,80 (n = 12); media MEF50 pentru air-trapping 3 = 0,63 (n = 6).

- FEF25-75 (Figura 6): media FEF25-75 pentru grad air-trapping 0 = 2,79 (n = 5); media FEF25-75 pentru

grad air-trapping 1 = 1,99 (n = 9); media FEF25-75 pentru air-trapping 2 = 0,72 (n = 12); media FEF25-75 pentru air-trapping 3 = 0,70 (n = 6).

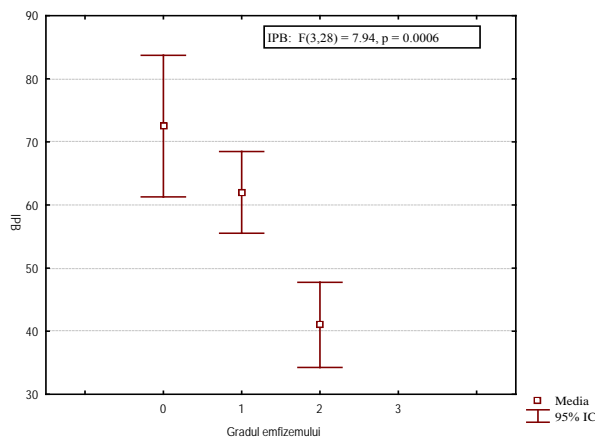


Fig. 3. Modificarea IPB în funcție de gradul de emfizem.

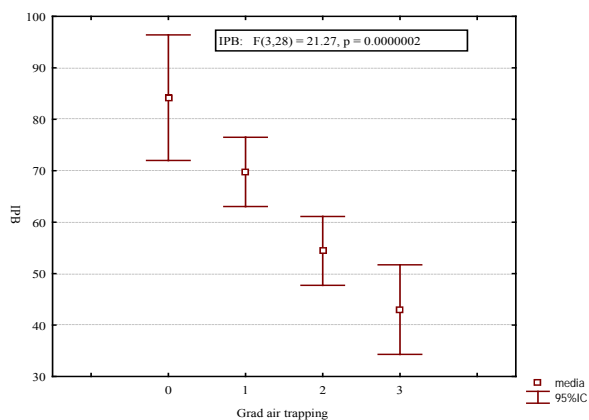


Fig. 4. Modificarea IPB în funcție de gradul de air-trapping.

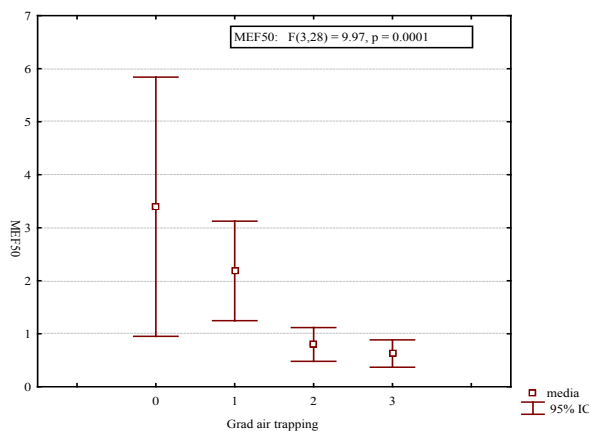
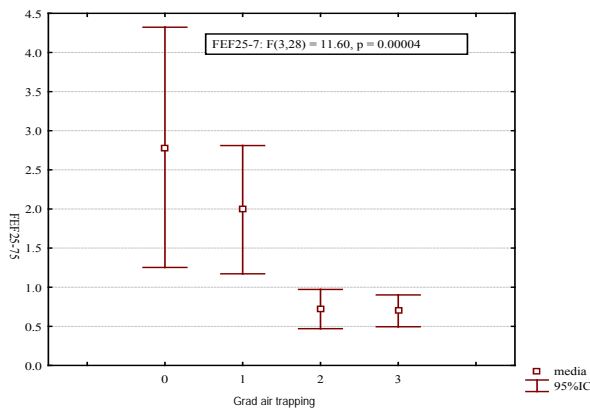


Fig. 5. Modificarea MEF50 în funcție de gradul de air-trapping.



**Fig. 6.** Modificarea FEF25-75 în funcție de gradul de air-trapping.

### Discuții

Un eșantion de 32 de pacienți cu silicoză de diferite categorii de profuzie au fost evaluați CT și funcțional ventilator, pentru a identifica legătura dintre modificările parametrilor spirometrici și apariția emfizemului și a fenomenului de air-trapping. Scorurile pentru air trapping și emfizem au fost indicatori semnificativi ai limitării fluxului de aer la pacienții investigați. Scorul de air-trapping s-a dovedit a fi mai puternic corelat cu măsurătorile spirometrice ale obstrucției, în comparație cu scorul emfizemului. Limitarea patologică a fluxului de aer la muncitorii expuși la pulberi silicogene este atribuită inflamației căilor aeriene, modificărilor de geometrie bronșică (compresiuni, cuduri, distorsiuni) și emfizemului [22]. Obstrucția căilor aeriene mici nu poate fi evaluată cu metodele imagistice obișnuite. Gradul de extindere al emfizemului poate fi evaluat cu ajutorul CT prin secțiuni subțiri obținute la sfârșitul unui inspir profund. HRCT prin secțiuni expiratorii poate depista zone de obstrucție la distanță de căile respiratorii centrale și este sensibilă la detectarea obstrucției căilor respiratorii mici [13]. Zonele emfizemului rămân de obicei radiotransparente și pe secțiunile CT expiratorii și aceste zone au fost incluse în prezentul studiu și în definiția fenomenului de air trapping. Totuși zonele de air-trapping au avut tendința de a se extinde mai mult decât zonele doar cu emfizem, creând un aspect în mozaic. Cele care nu se suprapun cu emfizemul pot fi considerate zone de boală obstructivă a căilor respiratorii mici.

În bolile căilor aeriene mici aspectul în mozaic rezultă din asocierea hipoperfuziei focale cu air-trapping.

Analiza coeficienților de corelație dintre gradul de emfizem și parametrii spirometrici, respectiv între gradul de air-trapping și parametrii spirometrici a condus la următoarele remarci (vezi tabelul III):

- Cinci parametri spirometrici corelează semnificativ statistic cu gradul silicozei. În toate cazurile corelația este slabă și negativă (coeficientul de corelație este cuprins

între -0,25 și -0,50, iar parametrii spirometrici sunt în relație inversă cu gradul silicozei).

- Cinci parametri spirometrici care corelează semnificativ cu gradul de emfizem corelează semnificativ și cu gradul de air-trapping. Semnul corelației se păstrează (corelația negativă dintre parametrul spirometric și emfizem – corelație negativă între parametrul spirometric și air-trapping). Corelația negativă indică o scădere a parametrului spirometric odată cu creșterea gradului de emfizem sau air-trapping.

- Coeficientul de corelație Spearman dintre parametrul spirometric și air-trapping este mai mare în valoare absolută decât corelația dintre parametrul spirometric și emfizem.

Într-un studiu pe o serie de plămâni rezecați de la 89 pacienți, limitarea fluxului de aer a corelat mai strâns cu zonele de air-trapping evidențiate pe secțiuni CT expiratorii, decât cu zonele patologice ale emfizemului numite RA 950-arii pulmonare cu valori ale atenuării mai mici de - 950 HU [23]. Deși scorul de air-trapping a arătat o corelație mai strânsă cu măsurătorile spirometrice, în comparație cu scorul emfizemului, diferențele nu erau atât de mari pe cât ne-am fi așteptat dacă obstrucția căilor respiratorii prin pulberi minerale ar fi principala cauză a limitării fluxului de aer în silicoză. Acest lucru s-a datorat probabil faptului că s-a utilizat spirometria pentru a evalua limitarea fluxului de aer. Spirometria nu reflectă toate anomaliiile căilor respiratorii [24], în timp ce imagini sugestive de air-trapping la CT se obțin la obstrucția căilor respiratorii pe orice segment. Dereglările funcționale ale pacienților cu silicoză depind de mai mulți factori, inclusiv prezența unor opacități mari [25,26], gradul de extindere al emfizemului [26,27] și expunerea cumulativă la pulberi silicogene [5,28,29]. De exemplu, la autopsia a 706 mineri sud-africani care și-au desfășurat activitatea în mine de aur și care prezentau stadii ușoare sau moderate de silicoză, emfizemul a fost principalul factor determinant al obstrucției fluxului de aer [12]. Într-un alt studiu care a inclus 76 pacienți cu silicoză avansată (dintre care 58 prezentau opacități mari), gradele CT ale opacităților mari și ale emfizemului au fost determinanți independenți ai limitării fluxului de aer [26].

Obstrucția căilor respiratorii a fost sugerată ca fiind un factor important în dereglarea funcțională asociată cu silicoza, în special în cazurile ușoare [7,30]. În examinarea unor fragmente de țesut prelevate de la muncitorii expuși la o varietate de pulberi minerale neazbestozice, Churg și Wright [8] au raportat fibroză și pigmentare pe pereții bronhiolilor respiratorii, pe care ei le consideră markeri specifici ai expunerii subiecților la pulberi minerale. Pacienții cu aceste rezultate patologice au avut valori mai mici ale VEMS și MEF50 în comparație cu subiecții de control (fumători vârstnici), iar autorii au considerat leziunile căilor aeriene un factor mult mai important decât emfizemul pentru limitarea fluxului de aer la subiecții

expuși la praf [31].

Am găsit de asemenea corelație între profuzia nodulilor silicotici (gravitatea silicozei) și parametrii funcționali. Din punct de vedere patologic, nodulii silicotici sunt observați în jurul bronhiolilor respiratorii, arteriolelor pulmonare și interstițiul paraseptal și subpleural [32]. Leziunile silicotice macronodulare obliterează bronhiolele și arterele pulmonare și pot provoca obstrucția căilor respiratorii [32]. Cu toate acestea, corelația dintre aspectul radiografic al silicozei și gradul obstrucției este controversată [13,14,25,33]. Noi împărtășim părerea autorilor care consideră că obliterarea bronhiolilor de către nodulii silicotici nu contribuie semnificativ la dereglarea funcțională evaluată spirometric, decât în cazul în care afectarea bronhiolară este extinsă [35].

În studiul nostru scorurile radiografice pentru nodulii silicotici au corelat negativ cu scorul CT pentru emfizem și air-trapping, totuși, autorii unui alt studiu au arătat o corelație pozitivă între scorurile CT pentru emfizem obținute prin secțiuni subțiri și silicoză [25]. Relația dintre emfizem și silicoză variază pentru că expunerea la silice numai, nu produce un emfizem semnificativ [34], în timp ce profuzia silicozei și opacitățile mari depind de cantitatea totală de expunere la praf [35,36].

Studiul prezent a avut o serie de limitări. În primul rând, nu s-a măsurat capacitatea de difuziune și volumul rezidual la pacienții investigați. Capacitatea de difuziune scade în emfizem, dar nu și în boala de căi aeriene. Era, de asemenea, preferabil de corelat și scorurile de emfizem și air-trapping cu gazele sanguine, știut fiind faptul că nivelul gazelor sanguine suferă modificări importante în bolile respiratorii obstructive [37]. În al treilea rând, am obținut tomografiile expiratorii la doar trei nivele preselectate, ceea ce poate nu este suficient pentru a estima gradul de extindere al fenomenului de air-trapping în întreg plămânul. Totodată, arii relativ transparente, focale pot fi identificate și pe scanările în expir ale subiecților sănătoși, mai ales în segmentele superioare ale lobilor inferiori. În al patrulea rând, un grup de studiu de 32 pacienți nu este suficient pentru a susține concluzii extensive. Trebuie menționat și aspectul că aparatura medicală evoluează și dacă la începutul cercetării beneficiam de aparatură relativ modernă, în prezent tomografele cu 8, 16 sau chiar 64 slice-uri permit examinări avansate de angiografie CT, reconstrucție tridimensională, caracterizarea nodulului pulmonar etc., care deschid noi perspective de cercetare.

În comparație cu parametrii spirometrici, gradul de extindere al fenomenului de air-trapping s-a dovedit a fi cel mai bun indicator CT în evaluarea disfuncției respiratorii obstructive la muncitorii expuși la pulberi silicogene. Clarificarea acestor aspecte este benefică atât pacientului silicotoc, medicilor, cât și finanțatorilor de servicii medicale și sociale.

### Concluzii

1. Există o corelație semnificativă statistic între gradul silicozei, evaluată pe radiografia pulmonară standard, conform criteriilor ILO și gradul obstrucției pulmonare.

2. HRCT este o metodă modernă de evaluare a fenomenului de air-trapping, ca expresie a tulburărilor funcționale de tip obstructiv prezente în silicoză.

3. Fenomenul de air-trapping a avut cel mai bun indice de corelare între tomografia computerizată și disfuncția obstructivă la muncitorii expuși profesional la praful de silice.

### Bibliografie

1. Cocârlă A. coord., *Medicina ocupațională*. Editura Medicală Universitară "Iuliu Hațieganu" Cluj-Napoca 2009; vol.I, IV, 5, pp. 576.
2. Popescu A. Studiu comparativ al diferitelor metode de imagistica în diagnosticul silicozei. Teza de doctorat. U.M.F."Carol Davila" Bucuresti 1996.
3. Hessel PA. The middling tendency in reading chest films for pneumoconiosis: An important Source of bias and variability. *American Journal of Industrial Medicine* 1985;8:43-48.
4. Castellan RM, Sanderson WT, Peterson MR. Prevalence of radiographic appearance of pneumoconiosis in an unexposed blue collar population. *Am Rev Respir Dis* 1985;131:684-686.
5. Lucidarme O, Coche E, Cluzel P, Mourey-Gerosa I, Howarth N, Grenier P. Expiratory CT scans for chronic airway disease: correlation with pulmonary function test results. *AJR Am J Roentgenol* 1998;170:301-307.
6. Liou SH, Shih WY, Chen YP, Lee CC. Pneumoconiosis and pulmonary function defects in silica-exposed fire brick workers. *Arch Environ Health* 1996;51:227-233.
7. Neukirch F, Cooreman J, Korobaeff M, Pariente R. Silica exposure and chronic airflow limitation in pottery workers. *Arch Environ Health* 1994;49:459-464.
8. Churg A, Wright JL. Small airways disease and mineral dust exposure. *Pathol Annu* 1983;18:233-251.
9. Weill H, Jones RN, Parkes WR. Silicosis and related diseases. In: Parkes WR, ed. *Occupational lung disorders*. 3rd ed. Oxford, England: Butterworth-Heinemann, 1994; 285-339.
10. Begin R, Ostiguy G, Cantin A, Bergeron D. Lung function in silica-exposed workers: a relationship to disease severity assessed by CT scan. *Chest* 1988;94:539-545.
11. Morgan WK. Industrial bronchitis. *Br J Ind Med* 1978;35:285-291.
12. Hnizdo E, Murray J, Davison A. Correlation between autopsy findings for chronic obstructive airways disease and in-life disability in South African gold miners. *Int Arch Occup Environ Health* 2000;73:235-244.
13. Cowie RL, Mabena SK. Silicosis, chronic airflow limitation, and chronic bronchitis in South African gold miners. *Am Rev Respir Dis* 1991;143:80-84.
14. Stern EJ, Frank MS. Small-airway diseases of the lungs: findings at expiratory CT. *AJR Am J Roentgenol* 1994;163:37-41.
15. Hnizdo E, Sluis-Cremer GK, Baskind E, Murray J. Emphysema and airway obstruction in non-smoking South African gold miners with long exposure to silica dust. *Occup Environ Med*

1994;51:557-563.

16. Arakawa H, Webb W, McCowin M, Katsou G, Lee K, Seitz R. Inhomogeneous lung attenuation at thin-section CT: diagnostic value of expiratory scans. *Radiology* 1998;206:89-94.
17. Legea 346/2002 privind asigurarea pentru accidente de muncă și boli profesionale. Textul actului publicat în M.Of. nr. 454/27 iun. 2002, cu modificările și completările ulterioare și normele de aplicare.
18. Baiescu ML, Ghid de explorari functionale ventilatorii, Editura Risoprint, Cluj-Napoca, 2, pp. 43-85.
19. Nickoladze GD. Functional results of surgery for bullous emphysema. *Chest* 1992;101:119-122.
20. Drugan T, Bolboacă SD, Jäntschi L, Achimaș Cadariu A. Binomial Distribution Sample Confidence Intervals Estimation 1. Sampling and Medical Key Parameters Calculation. *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies* 2003;3:47-74.
21. Bolboacă SD, Achimaș Cadariu A. Binomial Distribution Sample Confidence Intervals Estimation 2. Proportion-like Medical Key Parameters. *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies* 2003;3:75-110.
22. Wright JL, Cagle P, Churg A, Colby TV, Myers J. Diseases of the small airways. *Am Rev Respir Dis* 1992;146:240-262.
23. Gevenois PA, De Vuyst P, Sy M, Scillia P, et al.: JC. Pulmonary emphysema: quantitative CT during expiration. *Radiology* 1996;199:825-829.
24. Wagner EM, Liu MC, Weinmann GG, Permutt S, Bleeker ER. Peripheral lung resistance in normal and asthmatic subjects. *Am Rev Respir Dis* 1990;141:584-588.
25. Talini D, Paggiaro PL, Falaschi F, et al.: Chest radiography and high resolution computed tomography in the evaluation of workers exposed to silica dust: relation with functional findings. *Occup Environ Med* 1995;52:262-267.
26. Ooi GC, Tsang KW, Cheung TF, et al.: Silicosis in 76 men: qualitative and quantitative CT evaluation-clinical-radiologic correlation study. *Radiology* 2003;228:816-825.
27. Bergin CJ, Muller NL, Vedal S, Chan-Yeung M. CT in silicosis: correlation with plain films and pulmonary function tests. *AJR Am J Roentgenol* 1986;146:477-483.
28. Cowie RL, Hay M, Thomas RG. Association of silicosis, lung dysfunction, and emphysema in gold miners. *Thorax* 1993;48:746-749.
29. Malmberg P, Hedenstrom H, Sundblad BM. Changes in lung function of granite crushers exposed to moderately high silica concentrations: a 12 year follow up. *Br J Ind Med* 1993;50:726-731.
30. Chia KS, Ng TP, Jeyaratnam J. Small airways function of silica-exposed workers. *Am J Ind Med* 1992;22:155-162.
31. Churg A, Wright JL, Wiggs B, Pare PD, Lazar N. Small airways disease and mineral dust exposure: prevalence, structure, and function. *Am Rev Respir Dis* 1985;131:139-143.
32. Gibbs AR, Wagner JC. Diseases due to silica. In: Churg A, Green FHY (Eds.). *Pathology of occupational lung disease*. 2nd ed. Baltimore, Md: Williams & Wilkins, 1998; pp. 209-234.
33. Gevenois PA, Sergeant G, De Maertelaer V, Gouat F, Yernaut JC, De Vuyst P. Micronodules and emphysema in coal mine dust or silica exposure: relation with lung function. *Eur Respir J* 1998;12:1020-1024.
34. Kinsella M, Muller N, Vedal S, Staples C, Abboud RT, Chan-Yeung M. Emphysema in silicosis: a comparison of smokers with nonsmokers using pulmonary function testing and computed tomography. *Am Rev Respir Dis* 1990;141:1497-1500.
35. Rivers D, Wise ME, King EJ, Nagelschmidt G. Dust content, radiology, and pathology in simple pneumoconiosis of coalworkers. I. General observations. *Br J Ind Med* 1960;17:87-108.
36. Collins H P, Dick J A, Bennett J G, et al.: Irregularly shaped small shadows on chest radiographs, dust exposure, and lung function in coalworkers' pneumoconiosis. *Br J Ind Med* 1988;45:43-55.
37. Fauci AS, Braunwald E, Kasper DL, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, Loscalzo J. *Harrison's Manual of Medicine*, 16th Edition, McGraw-Hill Professional.