



## Prévalence et facteurs associés aux images radiographiques caverneuses de tuberculose pulmonaire à bacilloscopie négative à l'Hôpital Jamot de Yaoundé

Prevalence and factors associated with cavernous radiographic images of smear-negative pulmonary tuberculosis at Jamot Hospital in Yaoundé

Ngah Komo ME<sup>1,2</sup>, Fokouang R<sup>1</sup>, Seme A<sup>1</sup>, Awana A<sup>3</sup>, Ntyo'o-Nkoumou A<sup>1</sup>, Zeh O<sup>1</sup>

### Article Original

1. Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales, Université de Yaoundé I, Cameroun
2. Service de Pneumologie, Hôpital Jamot, Yaoundé, Cameroun.
3. Service de Radiologie, Hôpital Jamot, Yaoundé, Cameroun.

**Auteur correspondant :** Ngah Komo Marie Elisabeth, Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales, Université de Yaoundé I, BP 1364, Yaoundé, [elisabeth.ngah@fmsb-uy1.cm](mailto:elisabeth.ngah@fmsb-uy1.cm), Tel : (+237) 696829798

**Mots clés :** Caverne, tuberculose pulmonaire à bacilloscopie négative

**Key words:** Cavern, pulmonary tuberculosis with negative smear microscopy.

**Date de soumission:** 02/07/2025  
**Date d'acceptation:** 04/09/2025

### RESUME

**Introduction :** Le but de notre étude était de déterminer la prévalence et facteurs associés aux images radiographiques caverneuses de tuberculose pulmonaire à bacilloscopie négative (TPB-) à l'Hôpital Jamot de Yaoundé.

**Méthodologie :** Il s'agissait d'une étude transversale menée à l'Hôpital Jamot de Yaoundé du 1er novembre 2023 au 31 juin 2024. Etaient inclus les patients âgés de 18 ans et plus avec résultat de bacilloscopie négative et une radiographie du thorax. Les données étaient collectées par une fiche technique et analysées avec le logiciel R version 4.2.3. La lésion caverneuse de TPB- était définie par la présence d'une ou plusieurs cavernes à la radiographie du thorax associée à une bacilloscopie négative et clinique évocatrice de tuberculose. La prévalence était exprimée en pourcentage avec intervalle de confiance à 95% et l'analyse multivariée recherchait les facteurs associés. Le seuil de significativité a été fixé à 5%.

**Résultats :** Au total, 251 dossiers retenus. Le sexe masculin représentait 54,2%, le secteur informel 67,3% et le statut célibataire 53,8%. La prévalence de caverne dans la TPB- était de 35,45% avec intervalle de confiance à 95% [29,54 - 41,72]. Les facteurs associés aux lésions caverneuses dans la TPB- étaient l'infection au VIH ( $p<0,00$ ) et les lésions radiographiques, la présence de micronodules ( $p=0,001$ ) et la présence d'infiltrat ( $p=0,012$ ).

**Conclusion :** La prévalence des lésions caverneuses dans la TPB- est élevée. Les facteurs associés étaient l'infection au VIH, la présence de micronodules et d'infiltrat réticulonodulaire.

### ABSTRACT

**Introduction:** The aim of our study was to determine the prevalence and factors associated with cavernous radiographic images of smear-negative pulmonary tuberculosis (SN-PTB) at Jamot Hospital in Yaoundé.

**Methodology:** This was a cross-sectional study conducted at Jamot Hospital in Yaoundé from November 1, 2023, to June 31, 2024. Patients aged 18 years and older with negative smear microscopy results and chest X-rays were included. Data were collected using a technical data sheet and analyzed using R software version 4.2.3. Cavitary TB was defined as the presence of one or more cavities on chest X-ray associated with a negative smear test and clinical findings suggestive of tuberculosis. Prevalence was expressed as a percentage with a 95% confidence interval, and multivariate analysis was used to identify associated factors. The significance threshold was set at 5%.

**Results:** A total of 251 cases were selected. Males accounted for 54.2%, the informal sector for 67.3%, and single status for 53.8%. The prevalence of cavernous lesions in TPB- was 35.45% with a 95% confidence interval [29.54–41.72]. Factors associated with cavernous lesions in TPB- were HIV infection ( $p<0.00$ ) and radiographic lesions, the presence of micronodules ( $p=0.001$ ), and the presence of infiltrate ( $p=0.012$ ).

**Conclusion:** The prevalence of cavernous lesions in TPB- is high. Associated factors were HIV infection, the presence of micronodules, and reticulonodular infiltrate.

## Introduction

Le diagnostic de la tuberculose pulmonaire (TP) se fait principalement par examen microscopique des frottis d'expectorations pour détecter les bacilles acido-alcoolo-résistants (BAAR). La TP peut être à frottis de crachats négatif ou positif. Les difficultés de diagnostic de la tuberculose pulmonaire à frottis de crachats négatif existent. La dépendance aux indicateurs cliniques et radiographiques est courante dans les milieux à faibles ressources pour le diagnostic de la tuberculose pulmonaire à frottis de crachats négatif. Le diagnostic de la tuberculose pulmonaire à frottis de crachats négatif est un défi diagnostique important dans les pays à faible revenu de même lorsque cette affection est associée à des lésions caverneuses à la radiographie du thorax. Kanaya et al. en 2021, ont regroupé les caractéristiques cliniques et radiographiques permettant d'identifier les patients ayant une tuberculose pulmonaire à frottis de crachats négatif [1]. Selon Nitipatana et al. au Bangkok, les cavités pulmonaires sont spécifiques mais peu sensibles pour prédire la TP chez les patients avec frottis négatif. Elles ont une spécificité de 100% mais une sensibilité de seulement 13% [2]. Le but de notre étude était de déterminer la prévalence et facteurs associés aux images radiographiques caverneuses de tuberculose pulmonaire à bacilloscopie négative.

## Matériels et méthode

Les patients ayant réalisé une radiographie du thorax incidence de face au service de radiologie de l'Hôpital Jamot de Yaoundé (HJY) entre le 1er novembre 2023 et le 31 juin 2024 ont été inclus dans une étude transversale analytique soit une durée de 8 mois. L'HJY (centre hospitalier spécialisé en pathologie respiratoire, notamment la tuberculose et de santé mentale) est un hôpital de deuxième catégorie créé le 16 janvier 1989 et situé au quartier Mballa II dans la ville de Yaoundé. Également, cet établissement sanitaire est une référence au Cameroun et en Afrique Centrale. Tous les patients âgés de 18 ans et plus sans distinction de sexe avec résultat de bacilloscopie négative ayant réalisé une radiographie du thorax ont été retenus. Les critères d'exclusion étaient tout dossier médical incomplet ou inexploitable (radiographies de mauvaises qualités, floues ; aucune indication sur les résultats de la bacilloscopie). L'échantillonnage était consécutif, non probabiliste et non exhaustif, avec une taille de l'échantillon calculée à l'aide de la formule applicable aux études descriptives (formule de Cochran). La taille minimale de notre échantillon était de 244 patients. Une clairance éthique a été obtenue auprès du comité d'éthique de la Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales de l'Université de Yaoundé I. Une autorisation de recherche administrative a été obtenue des autorités administratives de l'Hôpital Jamot de Yaoundé. La collecte des données a

été faite par consultation des registres dans les services de pneumologie à l'aide d'une fiche technique. Cette dernière comportait les données sociodémographiques, cliniques et radiographie thoracique. Pour les variables sociodémographiques, on notait l'âge, le sexe, la profession, le niveau d'éducation, le statut matrimonial, le lieu de résidence. Pour les variables cliniques, on notait : les antécédents médicaux (diabète, VIH), les antécédents toxicologiques (tabagisme, alcoolisme). Pour les variables radiographiques, on notait : les lésions de cavernes, la présence d'infiltrats, les lésions réticulonodulaires et des micronodules. Les données recueillies ont été analysées avec le logiciel R version 4.2.3. Les variables qualitatives ont été exprimées en effectifs et proportions. Les variables quantitatives ont été exprimées par la médiane et l'intervalle interquartile. La lésion caverneuse de tuberculose pulmonaire à bacilloscopie négative (TPB-) était définie par la présence d'une ou plusieurs cavernes à la radiographie du thorax associée à une bacilloscopie négative et une clinique évocatrice de tuberculose. Sa prévalence a été exprimée en pourcentage (%) avec intervalle de confiance à 95%. La recherche de facteurs associés aux lésions radiographiques de caverne dans la TPB- était réalisée en analyse multivariée par le test de Chi carré lorsque la variable explicative était qualitative et le test de Fisher pour les variables explicatives quantitatives. Le seuil de significativité a été fixé à 5%.

## Résultats

Des 358 dossiers colligés, 251 ont été retenus et 107 exclus pour dossiers incomplets et présence de bacilloscopie positive. Le sexe masculin représentait 54,2% avec le secteur informel à 67,3% et le statut marital de célibataire à 53,8%. Le niveau d'éducation secondaire était à 68,1%, l'alcoolisme à 61,4% et la présence de micronodules à 79,3%.

Tableau I : caractéristiques sociodémographiques, clinique et radiographique des patients avec TPB- à l'Hôpital Jamot de Yaoundé

Caractéristiques	Effectifs (N = 251)	Pourcentage (%)
<b>Sexe</b>		
Masculin	136	54,2
Féminin	115	45,8
<b>Profession</b>		
Sans emploi	11	4,4
Élève ou étudiant	45	17,9
Secteur privé	17	6,8
Secteur public	9	3,6
Secteur informel	169	67,3

Caractéristiques	Effectifs (N = 251)	Pourcentage (%)
<b>Statut matrimonial</b>		
Célibataire	135	53,8
Marié	95	37,8
Veuf	21	8,4
<b>Niveau d'éducation</b>		
Primaire	39	15,5
Secondaire	171	68,1
Supérieur	41	16,3
<b>Antécédents médicaux</b>		
VIH positif	103	41,0
VIH négatif	148	59,0
Diabétique	13	5,2
Non diabétique	238	94,8
Patients tabagique	100	39,8
Patients non tabagiques	151	60,2
Patients alcooliques	154	61,4
Patients non alcooliques	97	38,6
<b>Signes radiographiques standards</b>		
Présence d'une caverne	89	35,5
Pas de caverne	162	64,5
Présence de micronodules	199	79,3
Pas de micronodules	52	20,7
Présence d'un infiltrat alvéolo-interstitiel	145	57,8
Pas d'infiltrat alvéolo-interstitiel	106	42,2

La prévalence de caverne dans la tuberculose pulmonaire à bacilloscopie négative est de 35,45% avec intervalle de confiance à 95% [29,54 - 41,72].

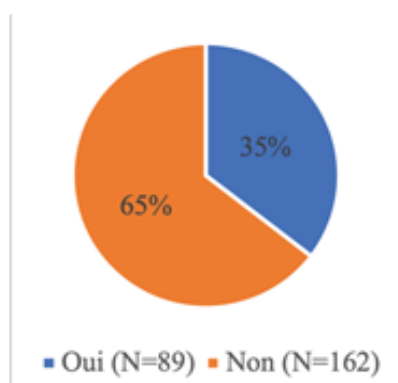


Figure 1 : répartition des cas de tuberculose pulmonaire à bacilloscopie négative selon la présence de caverne à la radiographie thoracique à l'hôpital Jamot de Yaoundé.

La profession, le statut marital, l'infection à VIH, la présence de micronodules et d'infiltrat réticulonodulaire sont respectivement statistiquement significatifs (0,003; 0,026; <0,001; 0,001; 0,017) pour la présence de caverne dans la TPB-

Tableau II : comparaison de la TPB- avec images radiographiques de caverne en fonction de l'âge, la profession, le statut marital, le niveau d'éducation, les antécédents cliniques et les lésions radiographiques (micronodules, infiltrat réticulonodulaire)

Caractéristiques	Présence de caverne		p
	Oui (N=89)	Non (N=162)	
<b>Âge en années (IIQ)</b>	33 ans (25-52)	38,5 ans (31,2-48,5)	0,06
<b>Sexe</b>			0,64
Masculin	46 (51,7%)	90 (55,6%)	
Féminin	43 (48,3%)	72 (44,4%)	
<b>Profession</b>			0,003
Sans emploi	3 (3,4%)	8 (4,9%)	
Élève ou étudiant	26 (29,2%)	19 (11,7%)	
Secteur privé	5 (5,6%)	12 (7,4%)	
Secteur public	0 (0%)	9 (5,6%)	
Secteur informel	55 (61,8%)	114 (70,4%)	
<b>Statut marital</b>			0,026
Célibataire	55 (61,8%)	80 (49,4%)	
Marié	24 (27%)	71 (43,8%)	
Veuf	10 (11,2%)	11 (6,8%)	
<b>Niveau d'éducation</b>			0,156
Primaire	18 (20,2%)	21 (13%)	
Secondaire	54 (60,7%)	117 (72,2%)	
Supérieur	17 (19,1%)	24 (14,8%)	
<b>Antécédents médicaux</b>			<0,001
VIH (Oui)	22 (24,7%)	81 (50%)	
Diabète (Oui)	7 (7,9%)	6 (3,7%)	0,26
Tabac (Oui)	32 (36%)	68 (42%)	0,42
Alcool (Oui)	54 (60,7%)	100 (61,7%)	0,97
<b>Signes radiographiques standards</b>			0,001
Présence de micronodules (Oui)	81 (91%)	118 (28,8%)	
Présence d'infiltrat réticulonodulaire (Oui)	42 (47,2%)	103 (63,6%)	0,017

L'infection à VIH ( $p < 0,00$ ) et les lésions radiographiques telles que la présence de micronodules ( $p = 0,001$ ) et la présence d'infiltrat ( $p = 0,012$ ) sont indépendamment associés à la présence de caverne dans la tuberculose pulmonaire à bacilloscopie négative (Tableau III).

Tableau III : facteurs associés aux images radiographiques de caverne dans la TPB- à l'Hôpital Jamot de Yaoundé.

Variables	Caverne+TPB- N(%)	RC	IC à 95%	P
<b>Sexe</b>				
Masculin	46(33,82%)	0,855	0,509-1,438	0,556
Féminin	43(37,39%)	1		
Age		0,990	0,972-1,008	0,304
<b>Statut marital</b>				
Célibataire	55(40,74%)	0,756	0,298-1,932	0,552

Variables	Caverne+TPB- N(%)	RC	IC à 95%	P
Marié	24(25,26%)	0,371	0,139-0,994	0,046
Veuf	10(47,61%)	1		
<b>Niveau d'éducation</b>				
Primaire	18(46,15%)	1,210	0,499-2,950	0,673
Secondaire	54(31,57%)	0,651	0,324-1,326	0,230
Supérieur	17(41,46%)	1		
<b>Antécédents médicaux</b>				
VIH	22(21,35%)	0,328	0,182-0,574	<0,00*
Diabète	7(53,84%)	2,219	0,714-7,101	0,164
Tabac	32(32%)	0,776	0,452-1,318	0,351
Alcool	54(35,06%)	0,956	0,563-1,632	0,869
<b>Signes radiographiques standards</b>				
Micronodules	81(40,70%)	3,775	1,772-9,035	0,001*
Infiltrat	42(28,96%)	0,511	0,301-0,863	0,012*

## Discussion

Le but de cette étude transversale était de déterminer la prévalence et les facteurs associés aux images radiographiques caverneuses de tuberculose pulmonaire à bacilloscopie négative (TPB-) à l'hôpital Jamot de Yaoundé. Les résultats trouvés sont les suivants : la prévalence des images radiographiques de caverne dans la TPB- était de 35,45% avec intervalle de confiance à 95% de [29,54 -41,72] et les facteurs associés étaient l'infection au VIH ( $p<0,000$ ), la présence de micronodules ( $p=0,001$ ) et la présence d'infiltrat ( $p=0,012$ ). La prévalence des images radiographiques de caverne dans la TPB- est rare. Néanmoins, la cavité est une trouvaille radiologique fréquente chez les patients avec tuberculose pulmonaire. La cavité est le résultat de certaines pathologies entraînant soit une nécrose suppurative (abcès du poumon), soit une nécrose caséeuse (tuberculose), soit une nécrose ischémique (infarctus pulmonaire) ou soit un processus malin [7]. La tuberculose est donc une pathologie responsable de la formation de caverne. Kamran Siddiqi et al. [4], dans une étude avaient trouvé qu'un quart (25%) de tous les patients avec tuberculose pulmonaire étaient à bacilloscopie négative avec peu de cavité sur la radiographie du thorax. Malgré le manque de prévalence des images radiographiques de caverne dans la TPB- dans la littérature, on note une proportion de 65,2% de tuberculose pulmonaire à bacilloscopie négative des 129 patients sur les 198 inclus dans un hôpital tertiaire dans une région avec prévalence élevée de tuberculose et d'infection au VIH par une étude faite par Landro et al.[5]. Des études antérieures ont montré que les proportions des cas de tuberculose pulmonaire à bacilloscopie négative varient de 10-61% de tous les cas de tuberculose pulmonaire [6,13]. Les facteurs associés aux lésions caverneuses dans la tuberculose pulmonaire à bacilloscopie négative dans notre

étude étaient l'infection au VIH, la présence de micronodules et d'infiltrat dans la radiographie du thorax. A contrario, Landro et al. avaient comme facteurs associés, l'absence de toux et de lésions radiographiques typiques [5]. Concernant l'infection à VIH comme facteur associé, l'explication pourrait être que l'infection à VIH modifie la sensibilité et la valeur prédictive positive des crachats spécialement dans les pays où la séroprévalence du VIH est très élevée [13] rendant ainsi l'examen direct des crachats négatif. La tuberculose étant responsable de la formation de caverne et avec l'infection à VIH associée, la caverne ainsi formée aura très peu de bacilles de Koch dans sa cavité. Les lésions radiographiques de micronodules et d'infiltrat comme autre facteur associé, ne sont pas des lésions de réactivation de tuberculose comme la présence de caverne ou d'infiltrat situés en apical ou en lobe supérieure en cas de tuberculose pulmonaire à bacilloscopie positive [1].

La force de l'étude était de retrouver l'infection au VIH comme l'un des déterminants des lésions caverneuses dans la tuberculose pulmonaire à bacilloscopie négative ; étant donné que l'infection au VIH prédispose au frottis négatif des crachats. La limite de l'étude a été la faible taille de l'échantillon.

De cette étude transversale, il ressort comme implication clinique d'établir un score de validité clinico-radiographique pour la probabilité diagnostique de la tuberculose pulmonaire à bacilloscopie négative avec lésions caverneuses. Intensifier l'examen de la culture du bacille de Koch dans les pays à faibles ressources économiques et où les prévalences de la tuberculose et du VIH sont élevées.

## Conclusion

La prévalence des lésions caverneuses dans la TPB- est élevée. Les facteurs associés étaient l'infection au VIH, la présence de micronodules et d'infiltrat réticulonodulaire.

**Conflit d'intérêts** : Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt

**Contributions des auteurs** : **Acquisition des données, interprétation des données** : Fokouang Romuald, Awana Armel, Ngah Komo Elisabeth, **Rédaction de l'article** : Ngah Komo Elisabeth, Ntyo'o Nkoumou Arnaud, Seme Ambroise, **Approbation finale de la version à corriger** : Awana Armel, Seme Ambroise, Ngah Komo Elisabeth, Zeh Odile

## Références

1. Alka M Kanaya, David M Glidden, Henry F Chambers. Identifying pulmonary tuberculosis in patients with negative sputum smear results. Chest, 2001; 120: 349-355.
2. Nitipatana Chierakul, Jaruwan Boonsuk, Nisa Muangman, Kanyarat Totanarungroj. Radiographic features for predicting smear-negative pulmonary tuberculosis. J Med Assoc Thai, 2016; 99(6): 697-701.
3. Yoon Cho, D.O., Jeff Lee, D.O., Christos Vassiliou, D.O., Donald von Borstel, D.O. TB or Not TB: Differential Diagnosis and



- Imaging Findings of Pulmonary Cavities. *J Am Osteopath Coll Radiol*,2019;8(4):18-27.
4. Siddiqi K, Lambert M.L and Walley J. Clinical diagnosis of smear-negative pulmonary tuberculosis in low-income countries: The current evidence. *The Lancet Infectious Diseases*,2003;3(5):288 296. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(03\)00609-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(03)00609-1)
  5. Campos L. C, Rocha M.V.V, Willers D.M.C and Silva D.R. Characteristics of Patients with Smear-Negative Pulmonary Tuberculosis (TB) in a Region with High TB and HIV Prevalence. *PLOS ONE*, (2016); 11(1):e0147933. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147933>
  6. Behr M, Warren S, Salamon H, Hopewell P, De Leon A. P, Daley C and Small P. Transmission of Mycobacterium tuberculosis from patients smear-negative for acid-fast bacilli. *The Lancet*,1999; 353(9151):444 449. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(98\)03406-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(98)03406-0)
  7. Gadkowski L.B and Stout J.E. Cavitary Pulmonary Disease. *Clinical Microbiology Reviews*,2008;21(2):305 333. <https://doi.org/10.1128/CMR.00060-07>
  8. Getahun H, Harrington M, O'Brien R and Nunn P. Diagnosis of smear-negative pulmonary tuberculosis in people with HIV infection or AIDS in resource-constrained settings : Informing urgent policy changes. *The Lancet*,2007;369(9578):2042 2049. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)60284-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)60284-0)
  9. Gray A.T, Macpherson L, Carlin F, Sossen B, Richards A.S, Kik S.V, Houben R.M.G. J, MacPherson P, Quartagno M, Rogozińska E and Esmail H. Treatment for radiographically active, sputum culture-negative pulmonary tuberculosis: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*,2023;18(11): e0293535. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0293535>
  10. Harries A.D, Maher D and Nunn P. An approach to the problems of diagnosing and treating adult smear-negative pulmonary tuberculosis in high-HIV-prevalence settings in sub-Saharan Africa. 1998;76.
  11. Khor L.A, A. Wahid U.N.I, Ling L.L, Liansim S.M.S, Oon J, Balakrishnan M.N, Ng W.L and Cheong A.T. Prevalence and associated factors of delayed sputum smear conversion in patients treated for smear positive pulmonary tuberculosis: A retrospective follows up study in Sabah, Malaysia. *PLOS ONE*,2023;18(3): e0282733. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282733>
  12. Kim S, Can M.H, Agizew T.B, Balcels M.E, Bjerrum S, Dheda K, Dorman S.E, Esmail A, Fielding K, Garcia-Basteiro A.L, Hanrahan C.F, Kebede W, Kohli M, Luetkemeyer A.F, Mita C, Silva D.R, Sweeney S, Theron G, Trajman A and Menzies N. A.Factors associated with tuberculosis treatment initiation among bacteriologically negative individuals evaluated for tuberculosis : An individual patient data meta-analysis. *PLoS Med*. 2025 Jan 13;22(1):e1004502. doi:10.1371/journal.pmed.1004502.
  13. Long R, Scalcini M, Manfreda J, Jean-Baptiste M and Hershfield E. The impact of HIV on the usefulness of sputum smears for the diagnosis of tuberculosis. *American Journal of Public Health*,1991;81(10):1326 1328. <https://doi.org/10.2105/AJPH.81.10.1326>
  14. Mauro Gomes, Roberto Saad Junior, Roberto Stirbulov. Pulmonary tuberculosis: relationship between sputum bacilloscopy and radiological lesions. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo*,2003;45(5):275-281.
  15. Nguyen M.V.H, Jenny-Avital E.R, Burger S, Leibert E.M and Achkar J.M. Clinical and Radiographic Manifestations of Sputum Culture-Negative Pulmonary Tuberculosis. *PLOS ONE*, 2015;10(10): e0140003. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140003>
  16. Coimbra I, Maruza M, Albuquerque M.D.F.P.M, Batista J.D.L, Braga M.C, Moura L.V, Miranda-Filho D.B, Montarroyos U.R, Lacerda H.R, Rodrigues L.C and De Alencar Ximenes R.A. Validating a Scoring System for the Diagnosis of Smear-Negative Pulmonary Tuberculosis in HIV-Infected Adults. *PLoS ONE*,2014;9(4):e95828. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095828>
  17. Nyirenda T.E, Harries A.D, Banerjee A and Salaniponi F.M. Accuracy of Chest Radiograph Diagnosis for Smear-Negative Pulmonary Tuberculosis Suspects by Hospital Clinical Staff in Malawi. *Tropical Doctor*,1999; 29(4):219 220. <https://doi.org/10.1177/004947559902900409>
  18. Padmapriyadarsini C, Tripathy S, Sekar L, Bhavani P.K, Gaikwad N, Annadurai S, Narendran G, Selvakumar N, Risbud A.R, Sheta D, Rajasekaran S, Thomas A, Wares F and Swaminathan S. Evaluation of a Diagnostic Algorithm for Sputum Smear-Negative Pulmonary Tuberculosis in HIV-Infected Adults. *JAIDS Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes*,2013; 63(3):331 338. <https://doi.org/10.1097/QAI.0b013e31829341af>
  19. Rajeev V, Keerthi P and Narasimhan R. A Study of Clinical, Radiological, and Etiological Profiles of Patients with Cavitary Lung Disease. *Journal of Association of Pulmonologist of Tamil Nadu*,2024;7(3):91 96. [https://doi.org/10.4103/japt.japt\\_17\\_24](https://doi.org/10.4103/japt.japt_17_24)
  20. Rasheed W, Qureshi R, Jabeen N, Shah H.A and Naseem Khan R. Diagnostic Accuracy of High-Resolution Computed Tomography of Chest in Diagnosing Sputum Smear Positive and Sputum Smear Negative Pulmonary Tuberculosis. *Cureus*,2020 <https://doi.org/10.7759/cureus.8467>
  21. Cohen R, Muzaffar S, Capellan J, Azar H and Chinikamwala M. The Validity of Classic Symptoms and Chest Radiographic Configuration in Predicting Pulmonary Tuberculosis. *Chest*,1996;109(2) :420 423. <https://doi.org/10.1378/chest.109.2.420>
  22. Soto A, Solari L, Díaz J, Mantilla A, Matthys F and Van Der Stuyft P. Validation of a Clinical-Radiographic Score to Assess the Probability of Pulmonary Tuberculosis in Suspect Patients with Negative Sputum Smears. *PLoS ONE*, 2011;6(4): e18486. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018486>
  23. Te Riele J.B, Buser V, Calligaro G, Esmail A, Theron G, Lesosky M and Dheda K. Relationship between chest radiographic characteristics, sputum bacterial load, and treatment outcomes in patients with extensively drug-resistant tuberculosis. *International Journal of Infectious Diseases*, 2019; 79:65 71. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2018.10.026>
  24. Tihamiyu A.B, Iliyasu G, Dayyab F.M, Habib Z.G, Tambuwal S.H, Animashaun A.O, Galadanci H, Bwala S.A, Lawson L and Habib A.G. A descriptive study of smear negative pulmonary tuberculosis in a high HIV burden patient's population in North Central Nigeria. *PLOS ONE*,2020;15(9): e0238007. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238007>
  25. Wekesa C, Kirenga B.J, Joloba M.L, Bwanga F, Katamba A and Kanya M.R. Chest X-ray vs. Xpert® MTB/RIF assay for the diagnosis of sputum smear-negative tuberculosis in Uganda. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 2014;18(2):216 219. <https://doi.org/10.5588/ijtld.13.0464>