

ROLUL ULTRASONOGRAFIEI PULMONARE ÎN DIAGNOSTICUL PNEUMONIEI COMUNITARE LA COPII

Ana Zotea

IMSP Spitalul Clinic Municipal de Copii nr.1

THE ROLE OF THE PULMONARY ULTRASOUND IN THE DIAGNOSIS OF COMMUNITY – ACQUIRED PNEUMONIA IN CHILDREN

Community-acquired pneumonia in children (CAP) continues to be a significant cause of morbidity and mortality worldwide, accounting for 13% of infectious diseases in children under 2 years of age and the cause of over 800,000 infant deaths annually. Despite current guidelines, chest radiography (CXR) is still mainly used for imaging diagnosis of mild and/or uncomplicated cases of CAP in children.

Aim: The aim of the study is to evaluate the contribution and reliability of pediatric lung ultrasound (PLUS) as an alternative test in the diagnosis of CAP in children.

Methods: This retrospective study included 280 children diagnosed with CAP between June 2022 and February 2024, aged between 1 month and 13 years, conducted at the Municipal Children's Clinical Hospital No. 1

Results: CAP in children was confirmed through clinical methods, as well as CXR and PLUS investigations in 280 children. LUS showed pathological changes in 226 patients (80.71%), while CXR was abnormal in 223 (79.64%) cases. In radiologically diagnosed pneumonia, PLUS detected CAP in 205 out of 223 cases (91.92%); when CXR was normal, PLUS was abnormal in 21 out of 57 cases (36.84%). PLUS showed a sensitivity of 91.93% (95% CI: 87.54-95.15), specificity of 63.16% (95% CI: 49.34-75.56), compared to a sensitivity of 79.5% (95% CI: 72.43-84.06) and specificity of 63.15% (95% CI: 49.32-75.49) for CXR. The positive predictive value was 90.71% (95% CI: 87.40-93.22) and negative predictive value was 66.67% (95% CI: 55.18-76.47). The accuracy was 86.07% (95% CI: 81.45-89.90) for diagnosing CAP by PLUS in children.

Conclusion: Pediatric lung ultrasound can be considered a valid alternative first-line diagnostic tool for CAP in children.

Keywords: Community-acquired pneumonia in children. Chest radiography. Pediatric Lung Ultrasound.

Introducere: Conform datelor oferite de UNICEF, pneumonia este principala cauză de deces la copii sub 5 ani, provocând anual peste 700.000 de decese, dintre care aproximativ 190.000 sunt la nou-născuți. Reducerea deceselor din cauza pneumoniei la copiii sub 5 ani a fost mult mai lentă decât în cazul altor boli infecțioase. Se estimează că în lume la fiecare 43 de secunde decedază un copil de pneumonie [1]. Evoluția pneumoniei la copii depinde de un diagnostic precoce și urmarea unui tratament adecvat. Diagnosticul pneumoniei comunitare la copii (PCC) include, pe lângă semnele clinice, care nu sunt specifice, determinarea consolidărilor parenchimotoase prin examinarea radiologică (CXR) [2,3]. Dar sunt și alte metode imagistice care ne permit să evaluăm țesutul pulmonar în PCC. Deși inițial plămânul era considerat un organ nepotrivit pentru evaluarea prin ultrasonografie, mai multe studii au demostart contrariu [4,5,6,7]. Din 2018, noi studii au vizat definirea tiparelor ecogarifice și a scorului ecogarfic specific pentru diferite boli pulmonare pediatrice. Ca urmare a fost încurajată utilizarea ultrasonografiei pulmonare (USP) pentru diagnosticul imagistic, neinvaziv cu monitoriza evoluție și efectul tratamentului [8]. Astăzi, ecografia toracică are o utilitate confirmată în detectarea pleureziei, având o eficiență superioară radiografiei toracice, precum și în diagnosticul pneumoniei, pneumatoroxului sau sindromului de detresă respiratorie acută, subliniind rolul său în medicina de urgență [9,10]. Nu doar patologiile acute beneficiază de acuratețea USP, dar și bolile cronice, cum ar fi fibroza pulmonară [11]. Pentru diagnosticul pneumoniei pediatrice, USP are o sensibilitate (95%) și o specificitate (96,1%) [12,13]. În ceea ce privește diagnosticul imagistic al consolidărilor, studiile arată că USP are o sensibilitate mai mare în detectarea consolidărilor mai mici, în special <1 cm comparativ cu CXR [14,15]. Astfel USP se poate de considerat o metodă fiabilă, rapidă, repetitivă, portabilă.

Scopul lucrării. Argumentarea sensibilității ultrasonografiei pulmonare în diagnosticul PCC.

Materiale și metode. Studiu a fost efectuat în cadrul IMSP Spitalul Clinic Municipal de copii nr.1 în perioada iunie 2022 - februarie 2024 și a inclus 280 copii, între vârsta de o lună și 13 ani, cu semne clinice de pneumonie conform criteriilor OMS, cum ar fi febra, tahipneea, detresă respiratorie, tablou ascultativ pulmonar anormal. Semnele de severitate au inclus: efort respirator și saturația cu oxigen <92%. Toți pacienții incluși în studiu au semnat acordul informativ cu privire la investigațiile imagistice.

Pacienții au fost examinați la dispozitivul ultrasonografic Aplio α , cu transductor liniar (8 – 14 MHz) și cel convex (3,5-7 MHz), în funcție de vârsta și grosimea stratului adipos, pentru a evalua diferite zone pulmonare, inclusiv sinusurile costodiafragmale. Glisarea sondei s-a efectuat în spațiile intercostale în plan vertical, orizontal și oblic conform protocolului standard de evaluare a celor 12 zone, în poziție șezândă și decubet dorsal. S-a efectuat scanarea metodică a întregului torace. Linia pleurală a fost identificată ca o linie ecogenă care se mișcă continuu în timpul respirației, numit semnul de alunecare pulmonară. Au fost identificate pattern A (linii ecogene orizontale) și pattern B (linii ecogene verticale, ca septurile interlobulare subpleurale ce conțin lichid și sunt înconjugate de aer). Rezultatele au fost clasificate ca fiind: normale, consolidări, revărsat pleural sau boala interstițială. CXR a fost efectuat în primele 2 zile de spitalizare, ca standard pentru protocolul instituțional de diagnostic al pneumoniei, utilizând regimurile de iradiere corespunzător vârstei. USP a fost efectuată în primele 2-4 zile de spitalizare. Analiza statistică a datelor a fost realizată cu programul MedCalc cu interval de încredere 95%.

Rezultate cercetării. Distribuția pacienților, incluși în cercetare, în dependență de gen a fost următoarea: 142(51%) băieți și 138(48%) fete (figura 1). Referitor la distribuția pe grupe de vârstă, frecvența cea mai mare a pneumoniei a fost în grupul de vârstă 1-3 ani (41,5%), cu o predominare la cei sub 1 an, urmată în ordinea descrescătoare de grupul 3-6 ani cu o frecvență de 37,8%, și de grupa 6-13 ani cu 18,2 % (figura 2).

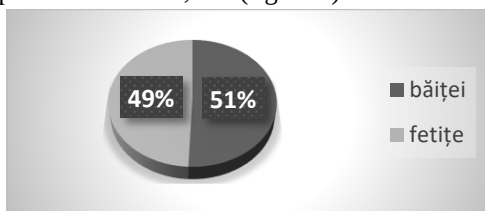


Figura 1. Caracteristica lotului de cercetare în funcție de gen

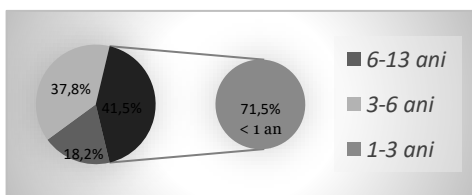


Figura 2. Caracteristica lotului de cercetare în funcție de vârstă

Conform tabelul 1, majoritatea pacienților au prezentat febră (79,2%), tusea a fost prezentă în 70,5%, iar dispneia 55,9%. Zgomotele pulmonare anormale au fost prezente doar în 16,8%.

Pacienții au prezentat caracteristici biologici, conform tabelul 2, cu inflamație bacteriană cu VSH 4-45 (valoarea medie 22,4), nivelul de leucocite 5-54 (valoarea medie $11,9 \times 10^9$), proteina C reactivă 0,5-118, (valoarea medie 17). Din numărul total, 28 pacienți au prezentat semne de acidoză respiratorie cu $\text{pH} < 7,35$ și 21 cazuri cu date de hipercapnie, apreciate în proba venoasă a echilibrului acido-bazic. Iar în 21 cazuri nivelul seric al $25(\text{OH})\text{D} \leq 30\text{ng/ml}$.

Tabelul 1. Caracteristicile clinicopatologice.

No/r	Caracteristicile	Populația de pacienți
1.	Semnele clinice: ➤ Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) ➤ FR r/min ➤ FCC b/min ➤ SpO_2 transcutanat	36,6-40($^{\circ}\text{C}$)(medie 38,3 $^{\circ}\text{C}$) 43-98 r/min 87-158 b/min 78-98%
2.	Simptoamele: ➤ <u>Fiebra</u> ➤ <u>Tusea</u> ➤ <u>Dispneia</u> ➤ Geamăt ➤ Rinoree ➤ Stridor ➤ Detresă respiratorie ➤ Whesig ➤ <u>Zgomote pulmonare</u> ➤ Voma ➤ Respirația nazală dificilă	<u>222(79,2%)</u> <u>197(70,5%)</u> <u>156(55,9%)</u> 23(8,2%) 114(41%) 14(5,2%) 40(14,2%) 24(8,5%) <u>47(16,8%)</u> 14(5 %) 58(20,6%)

Tabelul 2. Caracteristicile biologice.

N r	Caracteristicile	Populația de pacienți
1.	VSH mm/h (10-15)	4-45 mm/h VM +/-22,4
2.	Leucocite x10 ⁹ /L	5-54 VM 11,9 x 10 ⁹ /L
3.	Neutrofile %	9-75% VM 31,9 3 celule tinere
4.	Limfotice %	10-67
5.	Anemie Hb, Er , Ht	25
6.	PCR ng/L (0-10)	0,5-118 VM 17ng/L
7.	p H <7,35 venos (N7,35-7,45)	28
8.	p CO ₂ >45(35-45)	21
9.	Nivel seric 25(OH)D (≥30ng/ml)	21

Conform tabelul 3, consolidările depistate prin USP au fost în 214 cazuri, dintre care 95 au fost consolidări mari (>10mm), cu semnul de hepatizare în 7 cazuri, ce presupune un grad sever de afectare pulmonară. Iar în 119 cazuri s-au depistat consolidări mici (< 10mm). Comparativ cu CXR, care a depistat doar 102 cazuri. Efuziunea pleurală a fost detectată prin USP în 25 cazuri, iar CXR a omis în 11 cazuri constatările pentru efuziune pleurală. De asemenea, la USP au prevalat efuziunile exudative 67% vs 33,3 % transdative, CXR a suspectat 10 efuziuni transudative și doar 4 exudative. În 9 cazuri efuziunea a fost asociată cu fibrină (semnul plankton). În figura 3 avem redat aspectul ecografic pulmonar normal, iar în figura 4, 5, 6 sunt redade cazuri clinice de PCC cu consolidări și complicate cu efuziuni pleurale.

Tabelul 3. Constatările USP vs CXR.

Constatări USP	Pneumonii n=226	Constatări CXR	Pneumonii n=223
Consolidări >10mm (7semn hepatizare)	95(42%)	Opacități micro-macronodulare	102(45,7%)
Consolidări<10mm	119(53%)	Hiperinflația, în	123 (54,1%)
Linii B 3-7 într-un spațiu i/costal	110(51,4%)	25%, focare prehilare	
Linii B confluențe	78(36,4)	Efuziune pleurală	10 efuziuni fibrinoase
Efuziuni pleurale	25(11%)		
	16(67%)-exudative		
	9(33,3)-transudative		

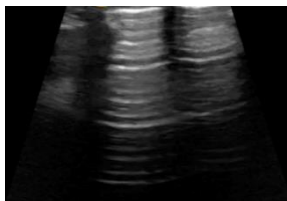


Figura 3. Aspect ecografic normal



Figura 4. Copil 9 luni cu diagnosticul clinic PCC. USP hemitoracele stâng zona posterio-inferior, zonă de consolidare de 22x17 mm cu bronhogramă aerodinamică difuză Linia pleurală contur zdrobit

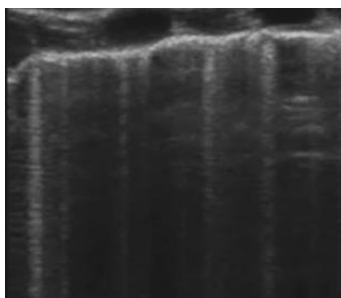


Figura 5. Sindrom interstițial la un copil de 1 an și 4 luni.

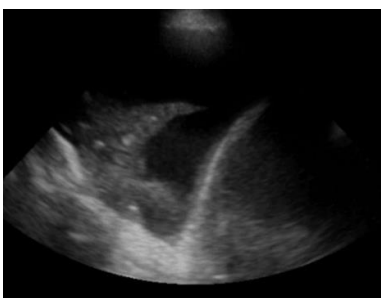


Figura 6. Pacientul 5 luni efuziune pleurală pe dreapta în volum de 220 ml cu semnul meduzei plămân consolidat plutind în revărsat pleural

În studiul nostru, din 280 copii diagnosticați clinic cu PCC, CXR a detectat pneumonia în 223 cazuri (79,64%) vs USP care a fost pozitivă în 226 cazuri (80,7%). Din cele 57 (20,35%), de cazuri nediagnosticate prin CXR, USP a identificat PCC la 21 (36,84%). În 18 cazuri (8,7%) diagnosticate CXR, au fost omise la USP Rezultatele studiului au arătat o sensibilitate pentru USP de 91,93% (95%CI:87,54-95,15) vs pentru CXR de 79,5%(95%CI: 72,43-84,06). Specificitatea fiind identică 63,16%. Valoarea predictivă pozitivă 90,71%, și o valoarea predictivă negativă de 66,6%, gradul de acuratețe în dagnosticarea PCC prin USP s-a obținut 86,07%.

Discuții. La copiii cu PCC există o delemă de diagnostic. CXR este cel mai frecvent și preferat test de diagnostic. Cu toate acestea, acest test are multe limitări, dintre care cel mai important este expunerea la razele x repetat. În studiu nostru, pneumonia a fost detectată radiologic la 223 (79,64%) de pacienți, în timp ce USP a identificat PCC în 226 cazuri (80,7%). Aceste cifre demonstrează că USP poate detecta un număr mai mare de cazuri de pneumonie în comparație cu CXR. La pacienții diagnosticați radiologic și clinic cu PCC (203), USP a fost pozitivă în 205 (205/223, 91,92%) cazuri. Când CXR a fost normal 57 (20,35%), USP a putut identifica pneumonia în 21 (21/57/, 36,84%). Într-un studiu prospectiv, observațional realizat de Talwar N, pneumonia a fost detectată radiologic la 128 pacienți (86,49%), în timp ce USP a sugerat PCC în 141 (95,27%) cazuri. Aceste cifre arată că USP poate detecta un număr semnificativ mai mare de cazuri de pneumonie în comparație cu CXR ($P = 0,008$) [16]. Posibil CXR are limitările de diagnostic în contextul consolidărilor mici (<1 cm), cu localizare retrocardiacă regiunea juxta diafragmatică, precum și radiotransparența în stadiile incipiente. În studiu nostru, USP nu a putut detecta pneumonia în 18 cazuri (8,7%), diagnosticate radiologic. Motivele posibile pentru nedepistarea prin USP se poate datora localizării supraclaviculare și retroscapulare ale leziunelor. Studiul nostru a demonstrat că USP are o sensibilitate de 91,93% (95%CI:87,54-95,15) care a fost mai mare decât CXR, ce a prezentat o sensibilitate de 79,5% (95%CI:72,43-84,06). Specificitatea fiind aproape identică, USP 63,16% (95%CI:49,34-75,56) și CXR 63,15%(95%CI:49,32-75,49). Valoarea predictivă pozitivă 90,71% (95%CI:87,40-93,22) și valoarea predictivă negativă 66,6% (95%CI:55,18-76,47) cu o acuratețe de 86,07%(95%CI:81,45-89,9) pentru USP. Acelaș studiu a demonstrat că USP a prezentat o sensibilitate de 95,27% (95% CI: 90,50–98,08) și o specificitate de 92,90% (95% CI: 86,53–96,89). CXR a arătat o sensibilitate de 86,49% (IC 95%: 79,9–91,55) și o specificitate de 90,27% (IC 95%: 83,25–95,04) [16]. Un dezavantaj al USP este că nu detectează leziunile cu localizarea mai îndepărtată de linia pleurală. Lipsa unei etiologii confirmate a pneumoniei în studiu nostru reprezintă o altă limitare, chiar dacă markerii inflamatori pozitivi clinici au făcut parte din criteriile de includere. Dar și diferența de timp între USP și CXR mai mare de 48 h, având în vedere că patologia pulmonară are o evoluție dinamică.

Concluzie. Pneumonia este o cauză importantă de mortalitate și morbiditate în populația pediatrică, prin urmare un diagnostic rapid și neradiant, ar fi preferabil. În studiu nostru, ecografia pulmonară a detectat

prezența consolidărilor la copii cu pneumonie mai precis decât radiografia toracică. Sensibilitatea acesteia a fost mai mare în detectarea efuziunilor pleurale, comparativ cu radiografia. Astfel, sugerăm ca USP să fie utilizată ca metodă de prima linie în diagnosticarea pneumoniei pediatrice.

Bibliografie

1. UNICEF. **Pneumonia** [Internet]. New York: UNICEF; [cited 2024]. Available from: <https://data.unicef.org/topic/child-health/pneumonia/>
2. Revised WHO Classification and Treatment of Pneumonia in Children at Health Facilities: Evidence Summaries. Geneva: World Health Organization; 2014.
3. Shah SN, Bachur RG, Simel DL, Neuman MI. Does This Child Have Pneumonia?: The Rational Clinical Examination Systematic Review. *JAMA*. 2017 Aug 1;318(5):462-471. doi: 10.1001/jama.2017.9039
4. Weinberger S.E., Drazen J.M. *Harrison's Principles of Internal Medicine. 15th ed. McGraw-Hill; New York, USA:2001. Diagnostic procedures in respiratory diseases*
5. le Roux DM, Zar HJ. Community-acquired pneumonia in children - a changing spectrum of disease. *Pediatr Radiol*. 2017 Oct;47(11):1392-1398. doi: 10.1007/s00247-017-3827-8.
6. Shah SN, Bachur RG, Simel DL, Neuman MI. Does This Child Have Pneumonia?: The Rational Clinical Examination Systematic Review. *JAMA*. 2017 Aug 1;318(5):462-471. doi: 10.1001/jama.2017.9039.
7. Laursen CB, Clive A, Hallifax Ret al. European Respiratory Society statement on thoracic ultrasound. *Eur Respir J*. 2021 Mar 4;57(3):2001519. doi: 10.1183/13993003.01519-2020. PMID: 33033148.
8. Musolino AM, Tomà P, De Rose Cet al. Ten Years of Pediatric Lung Ultrasound: A Narrative Review. *Front Physiol*. 2022 Jan 6;12:721951. doi: 10.3389/fphys.2021.721951. PMID: 35069230;
9. Taculod J. Chest radiography versus lung ultrasound for identification of acute respiratory distress syndrome: a retrospective observational study. *Crit Care*. 2018 Aug 18;22(1):203. doi: 10.1186/s13054-018-2105-y.
10. Bloise S, et al. Lung ultrasound compared to chest X-ray for the diagnosis of CAP in children. *Pediatr Int*. 2021 Apr;63(4):448-453. doi: 10.1111/ped.14469.
11. Mento F, Soldati G, Prediletto R, Demi M, Demi L. Quantitative Lung Ultrasound Spectroscopy Applied to the Diagnosis of Pulmonary Fibrosis: The First Clinical Study. *IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control*. 2020 Nov;67(11):2265-2273. doi: 10.1109/TUFFC.2020.3012289.
12. Heuvelings CC, Bèlard S, Familusi MA, et al. Chest ultrasound for the diagnosis of paediatric pulmonary diseases: a systematic review and meta-analysis of diagnostic test accuracy. *Br Med Bull*. 2019 Mar 1;129(1):35-51. doi: 10.1093/bmb/ldy041. PMID: 30561501.
13. Elabbas A, et al. Lung Ultrasonography Beyond the Diagnosis of Pediatrics Pneumonia. *Cureus*. 2022 Feb 21;14(2):e22460. doi: 10.7759/cureus.22460.
14. Biagi C, Pierantoni L, Baldazzi M, et al. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in children with acute bronchiolitis. *BMC Pulm Med*. 2018 Dec 7;18(1):191. doi: 10.1186/s12890-018-0750-1.